سری کتاب‌های حوزه‌ی علم موفقیت
۷

Telegram @eat_book

مغزی که خود را تغییر می‌دهد

دکتر نورمن دویج

ترجمه: گیتی قاسم‌زاده

مغزی که خود را تغییر می دهد

روایت هایی از پیشگامان علوم اعصاب در ارتباط با پیروزی های فردی

Telegram @eat_book

نورمن دویج

ترجمه ی گیتی قاسم زاده

نشر هورمزد

سرشناسه	:	دویج، نورمن Doidge, Norman
عنوان و نام پدیدآور	:	مغزی که خود را تغییر می‌دهد : روایت‌هایی از پیشگامان علوم اعصاب در ارتباط با پیروزی‌های فردی / نورمن دویج ؛ ترجمه گیتی قاسم‌زاده .
مشخصات نشر	:	تهران: هورمزد، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	:	۴۵۹ ص.؛ ۵/۱۴ × ۲۱ س‌م.
فروست	:	سری کتابهای حوزه‌ی علم موفقیت؛ ۷ .
شابک	:	978-600-6958-39-2
وضعیت فهرست نویسی	:	فاپا
یادداشت	:	عنوان اصلی :.The brain that changes itself : stories of personal triumph from the frontiers of brain science
عنوان دیگر	:	روایت‌هایی از پیشگامان علوم اعصاب در ارتباط با پیروزی‌های فردی.
موضوع	:	انعطاف‌پذیری عصبی
موضوع	:	مغز -- ضایعات -- بیماران -- توانبخشی
شناسه افزوده	:	قاسم‌زاده، گیتی، ۱۳۴۱-، مترجم
رده بندی کنگره	:	QP۳۶۳/۳/د۹م۷ ۱۳۹۴
رده بندی دیویی	:	۶۱۲/۸
شماره کتابشناسی ملی	:	۳۷۹۳۷۷۷

کتابی که در دست‌های توست
شاخه‌ی درختی‌ست که دیروزها کسی کاشته بود
باهر کتابی که می‌خوانی
درختی بکار
تا روزی
هر شاخه‌اش کتابی باشد
در دست‌هایی که برای فردا کتابی خواهند کاشت.
و نام این درخت را کتاب بگذار

عشقی که
زندگی می‌بخشد
کودکان سرطانی را از یاد نبریم

نورمن دویج دارای درجه‌ی دکترای حرفه‌ای و روانشناس، روانکاو و محقق دانشکده‌ی آموزش و تحقیق در روانکاوی در دانشگاه کلمبیای نیویورک و بخش روانکاوی دانشگاه تورونتو می‌باشد. در ضمن وی نویسنده، مقاله‌نویس و شاعر نیز هست. او چهار بار جایزه‌ی طلایی نشریه‌ی Canada’s National Magazine را دریافت کرده است. وی اصالتاً اهل تورنتو کاناداست.

Telegram @eat_book

به خواهرم لیلی که از او بسیار آموختم.
به جهان نیامده‌ایم تا سالم و کامل بمانیم
آمده‌ایم تا مانند درختان خزان کنیم
درختانی که از پای می‌افتند
و از ریشه‌های سترگشان قد می‌افرازند و زندگی را
از سر می‌گیرند.

رابرت بلای

یادداشتی برای خوانندگان

نام افرادی که در این کتاب آمده و درنتیجه‌ی استفاده از نوروپلاستیسیتی وضعیتشان تغییر پیدا کرده، واقعی است به‌جز چند موردی که ذکر شده و در مورد کودکان و خانواده‌هایشان.

مقدمه‌ی ناشر

کتابی هیجان‌انگیز! اصطلاحی بهتر از این نمی‌توانم برای این کتاب به‌کار ببرم. هم‌اکنون ساعت پنج و شانزده دقیقه‌ی صبح یکی از روزهای بهار ۹۴ شمسی است؛ تمام سه‌شب گذشته را بیدار بودم و مشغول خواندن مطالب این کتاب بی‌نظیر شدم. خوشحالم که فعالی در حوزه‌ی نشر هستم؛ چرا که اگر غیرازاین بود، بعید می‌دانم روزی در گذار مطالعاتی‌ام، مسیرم به نورمن دویج و کتاب فوق‌العاده‌ی او «مغزی که خود را تغییر می‌دهد» می‌افتاد. برای اولین‌بار است که در حوزه‌ی «مغزی» مطالعه داشتم و برای اولین‌بار است که با هیجان تمام، فهمیدم مغز انسان انعطاف‌پذیر بوده و قابلیت سیم‌پیچی دوباره را داراست. برای اولین‌بار است که یاد گرفتم بتوانم تغییراتی را در مغزم به‌وجود آورم که به‌روی کیفیت زندگی‌ام تأثیر چشم‌گیری بگذارد! گویا به‌جای مطالعه‌ی واژگان کتاب، همه‌ی آن‌ها را قورت می‌دادم؛ با علاقه‌ای و اشتیاقی توصیف‌ناپذیر، پای صحبت‌های نورمن دویج، مرتزنیچ، دین کیت، پاسکوال- لئونه، ادوارد تاب، رماچاندران و همه‌ی دانشمندانی که در کشف خاصیت پلاستسیتی مغز نقشی داشته و سخنی گفته‌اند و نامشان در این کتاب آمده است، نشستم و آموختم؛ برای طراحی دوباره‌ای در زندگی.

این کتاب، داستان واقعی زندگی افرادی است که توانسته‌اند با کمک معجزه‌ی پلاستیسیتی، بیماری‌های فلج‌کننده‌ای مانند «سکته‌های مغزی» را با سیم‌پیچی دوباره‌ی ذهن خود، مداوا کنند. خاصیت پلاستیک مغز، پیام‌آور انقلابی عظیم در حوزه‌ی علم پزشکی و حتی روانشناسی ذهنی است؛ اینکه وقتی قسمتی از مغز می‌میرد و باعث ایجاد اختلال‌های گونان در بدن می‌شود، قابلیت این‌را دارد که با تمرین‌های پیاپی، به‌کمک سلول‌ها و نورون‌های همسایه، خود را بازسازی نموده؛ و یا نورون‌های همسایه، قسمتی از مسئولیت‌های همسایه‌های درگذشته را پذیرفته و کمک کنند تا اعضای مختل‌شده، کارایی خود را به‌دست آورند.

جالب توجه این است که تا لحظه‌ای که یک بافت زنده، کنار بخش مرده قرار داشته باشد، با مبارزه‌ای بی‌وقفه سعی می‌کند زمام امور را دست گرفته و از خاصیت پلاستیکی خود، در راستای زنده کردن بخش‌های مرده، بهره ببرد.

و جالب‌توجه‌تر، نقشی است که یادگیری در روند زنده‌نگهداشتن نورون‌های مغز و فعال کردن آن‌ها ایفا می‌کند؛ و این مژده‌ای برای همه‌ی آنانی‌ست -به‌خصوص در ایام سالخوردگی- که می‌خواهند مغزی جوان داشته و خود را در برابر خطر بیماری‌هایی مانند آلزایمر بیمه کنند؛ هرچه بیشتر یاد بگیریم، مغزمان فعال‌تر شده و می‌تواند از پس مسئولیت‌های بیشتری برآید؛ نوعی زاد و ولد نورونی که باعث شگفتی‌های خداگونه‌ای در مغز می‌شود.

«دوره‌ی حساس»، دوره‌ی کودکی تا سال‌های اول زندگی، دوره‌ای‌ست که

بدون نیاز به‌توجه و تمرکز، کودک می‌تواند بیاموزد؛ بدون آنکه خطایی رخ دهد؛ با خواندن این کتاب، من‌هم مانند مرتزنیچ، دور نمی‌بینم روزی را که علم از این خاصیت مغزی برای سنین بالا هم استفاده برده؛ و به‌خصوص در سن پیری، مغزی جوان را بازسازی کند؛ و یا شاید روزی در آینده‌های نه‌چندان‌دور، پیری برای همیشه از جامعه‌ی انسانی رخت بربندد؛ البته شاید!
در پایان، لازم است ذکر شود، این کتاب، از آن‌دسته کتاب‌هایی است که خواندنش را به همه توصیه می‌کنم؛ چراکه مطالبی شگفت درباره‌ی مغز و دنیای مرموز جمعیت چندین میلیاردی نورن‌هایی که در مغز درحال فعالیت‌اند را خواهید آموخت؛ و این دانسته‌ها، دگرگونی قابل توجهی را در چرخه‌ی زندگی و حیاتتان بوجود خواهد آورد. سرچشمه‌ی رود جادویی بدن، در مغز نهفته است و دانستن درباره‌ی اتفاقاتی که ممکن است مسیر زندگی را به‌هر سمتی ببرند، دیوانه‌کننده است؛ باشد که با هشیاری، معمار فردای زندگی خود شویم.
امیدوارم مانند من، شما از خواندن این کتاب هیجان‌انگیز علمی، نهایت استفاده و لذت را ببرید.
این کتاب را از طرف خودم و مجموعه‌ی دست‌اندرکارن نشر هورمزد، تقدیم می‌کنم به همت بالا و اراده‌ی پولادین نویسنده‌ی جوان، آینده‌ساز و آینده‌دار کشورمان، مترجم و محقق خستگی‌ناپذیر؛ مردی که می‌داند و می‌فهمد هر غروب نشانه‌ی طلوع دیگری‌ست و می‌کوشد مغزش را دوباره پی‌ریزی کند؛ برای رؤیاهایش: تقدیم به رامین کریمی ثالث؛ دوست خوبم؛ برای سلامت و صلابتش.

فرشاد اخترشناس

مقدمه

این کتاب در زمینه‌ی کشفی انقلابی است درباره‌ی اینکه مغز انسان می‌تواند خود را تغییر دهد. این کشف بر اساس داستان‌های دانشمندان، پزشکان و بیمارانی شکل گرفته که به کمک یکدیگر این تحول حیرت‌انگیز را رقم زده‌اند. آن‌ها بدون استفاده از دارو و تیغ جراحی از توانایی تاکنون ناشناخته‌ای در مغز استفاده کرده‌اند تا تغییر در آن‌را رقم زنند. بعضی از آنان بیمارانی بوده‌اند که مشکلات در ظاهر غیرقابل‌درمان مغزی داشته‌اند؛ بعضی‌های دیگر بدون این‌که مشکلی خاص داشته باشند تنها به دنبال این بوده‌اند که با بالا رفتن سن، عملکرد مغزشان را ارتقاء بخشند و یا این‌که کیفیت آن‌را در همان حدی که هست حفظ کنند. به مدت چهارصدسال رسیدن به چنین نتیجه‌گیری جسارت‌آمیزی غیرممکن بود؛ زیرا جریان غالب در پزشکی و علم معتقد بود که آناتومی مغز ثابت و غیرقابل تغییر است. آگاهی عمومی بر این اساس بود که بعد از سپری شدن دوران کودکی، تغییر در مغز صرفاً زمانی به‌وقوع می‌پیوندد که مغز فرایند طولانی زوال خود را آغاز می‌کند؛ یعنی زمانی‌که سلول‌های مغزی نمی‌توانند به‌صورت مطلوب رشد کنند و یا زمانی‌که آسیب می‌بینند و یا می‌میرند و دیگر امکانی برای جایگزینی ندارند. بر این اساس اگر قسمتی از مغز دچار آسیب می‌شد مغز نمی‌توانست ساختار خود را تغییر دهد و راهی جدید برای به‌کار انداختن آن قسمت بیابد. حکم تئوری مغزِ بدونِ تغییر این بود که افرادی که با محدودیت‌های فکری و یا مغزی به‌دنیا مَی‌آیند و یا متحمل ضایعات مغزی می‌شوند، در تمام طول عمر خود از این محدودیت و آسیب رنج خواهند برد. به دانشمندانی که دچار این تردید می‌شدند که شاید از طریق فعالیت و تمرینات فکری بتوان ذهن سالم را ارتقاء داد و یا این‌که آن‌را در همان حد حفظ کرد، گفته می‌شد که وقت خود را با این ایده‌ها تلف نکنند. نوعی نیهیلیسم در زمینه‌ی عصب‌شناختی در پیش گرفته شده بود؛ به معنای این‌که درمان برای بسیاری از مشکلات مغزی کارایی ندارد و یا حتی دارای ضمانتی نیست. این اندیشه در فرهنگ ما پروبال گرفته بود و حتی بر دیدگاه کلی ما نسبت به طبیعت انسانی سایه انداخته بود. ازآنجاکه مغز نمی‌توانست تغییر کند، طبیعت انسان که از آن نشأت می‌گیرد نیز لزوماً ثابت و غیر قابل‌تغییر به نظر می‌رسید.

این اعتقاد که مغز نمی‌تواند تغییر کند از سه عامل نشأت می‌گرفت: این حقیقت که بیماران دچار آسیب‌های مغزی به‌ندرت به‌طور کامل درمان می‌شدند، عدم توانایی ما در مشاهده‌ی فعالیت‌های میکروسکوپی زنده‌ی مغز و این ایده که ریشه‌ی آن به زمان شروع علوم مدرن برمی‌گشت و اظهار می‌کرد که مغز شبیه به یک ماشین عظیم کار می‌کند. ماشینی که کارهای خارق‌العاده‌ی بسیاری انجام می‌دهد، اما رشد نمی‌کند و تغییر نمی‌یابد.

من ازآن‌جهت جذب ایده‌ی مغز در حال تغییر شدم که زمینه‌ی شغلی‌ام روانکاوی و تحقیقات روانشناسی است. زمانی‌که بیماران به آن اندازه که انتظار می‌رفت از نظر روان‌شناختی پیشرفت نمی‌کردند، دیدگاه پزشکی مرسوم درباره‌ی آن‌ها این بود که مشکلات این بیماران حسابی در مغز غیرقابل تغییرشان «سیم‌پیچی» شده است. «سیم‌پیچی(۱)» اصطلاحی دیگر است در ارتباط با ماشین که منشأ آن این ایده است که مغز چیزی مانند سخت‌افزار کامپیوتر است؛ با مدارهایی که به هم متصل‌اند و هر یک وظیفه‌ای خاص و غیر قابل‌تغییر را انجام می‌دهند.
هنگامی‌که برای اولین بار خبرهایی درباره‌ی این موضوع شنیدم که ممکن است مغز انسان به‌صورت سیم‌پیچی نباشد، خود را ناچار دیدم تا شواهد مربوط به آن‌را برای خودم بررسی و حلاجی کنم. این تحقیقات مرا از اتاق مشاوره‌ام بسیار دور کرد.
من اقدام به مسافرت‌هایی کردم و در طی انجام آن‌ها با یک گروه از دانشمندان نخبه ملاقات‌هایی داشتم؛ دانشمندانی که پیشگام در علم مغز و اعصاب بودند و در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ کشفیات غیرمنتظره‌ای کرده بودند. آن‌ها نشان داده بودند که مغز با هر فعالیتی که انجام می‌دهد ساختار خود را دچار تغییر می‌کند، به‌این‌ترتیب مدارهای خود را تکمیل کرده و برای کاری که باید انجام دهد وضعیت بهتری پیدا می‌کند. اگر بعضی «بخش‌های» مغز نتوانند کارشان را انجام دهند، گاهی قسمت‌های دیگر این وظیفه را به عهده می‌گیرند. استفاده از استعاره‌ی ماشین برای مغز، که عضوی است با بخش‌هایی که هر یک به انجام کاری تخصیص داده شده، نمی‌توانست به‌طور کامل جوابگوی تغییراتی باشد که دانشمندان آن‌ها را ملاحظه می‌کردند؛ بنابراین آن‌ها این خاصیت بنیادین مغز را «انعطاف‌پذیری سیستم عصبی(۲)» (نوروپلاستیسیتی) نامگذاری کردند.
نورو(۳) (اعصاب) که شامل سلول‌های عصبی مغز و سیستم عصبی بدن می‌شود از واژه‌ی نورون (عصب) گرفته شده است.
پلاستیک(۴) به معنای «قابل تغییر، انعطاف‌پذیر و قابل تعدیل» است. در ابتدا بسیاری از دانشمندان جرئت نداشتند در نوشته‌های خود از واژه‌ی نوروپلاستیسیتی استفاده کنند و به‌علت ترویج این مفهوم تخیلی همکارانشان آن‌ها را مورد تمسخر قرار می‌دادند. بااین‌وجود آن‌ها بر سر حرف خود ماندند و کم‌کم قاعده‌ی مغز بدون تغییر را برانداختند. آن‌ها نشان دادند که همیشه کودکان در همان قابلیت‌های فکری کودکی خود باقی نمی‌مانند؛ این‌که ذهن آسیب‌دیده اغلب این قابلیت را داراست که آسیب‌دیدگی خود را تشخیص دهد و به‌این‌ترتیب هنگامی‌که یک قسمت از کار می‌افتد قسمت دیگر جایگزین آن می‌شود؛ یعنی هنگامی‌که سلول‌های عصبی می‌میرند در مواقعی می‌توانند جایگزین شوند؛ این‌که بسیاری از «مدارها» و حتی رفتارهای بنیادین واکنشی که ما فکر می‌کنیم در ذهنمان سیم‌پیچی شده‌اند بدین‌گونه نیستند. یکی از

این دانشمندان حتی نشان داد که تفکر، یادگیری و عمل می‌تواند ژن‌هایی از ما را از دور خارج کرده و یا این‌که آن‌ها را وارد دور کند؛ ژن‌هایی که آناتومی مغز ما را شکل می‌دهند و رفتار ما را می‌سازند. مطمئناً این کشف یکی از خارق‌العاده‌ترین آن‌ها در قرن بیستم بوده است.
در طی سفرهای خود دانشمندی را ملاقات کردم که به افرادی که نابینا به‌دنیا آمده بودند کمک می‌کرد تا ببینند؛ دانشمند دیگری که به افراد ناشنوا کمک می‌کرد تا بشنوند. من با افرادی صحبت کردم که دهه‌ها قبل دچار سکته‌هایی شده بودند که ضایعات آن‌ها غیرقابل‌درمان تشخیص داده شده بود، اما استفاده از روش‌های درمانی نوروپلاستیسیتی به بهبود آن‌ها کمک کرده بود. من کسانی را ملاقات کردم که استفاده از این شیوه در مورد آن‌ها باعث درمان اختلالات یادگیری‌شان شده و میزان ضریب هوشی (آی‌کیو) مغز آن‌ها را افزایش داده بود. من شواهدی بر این مطلب دیدم که آدم‌های هشتادساله می‌توانند حافظه‌ی خود را تقویت کرده و آن‌را به همان‌گونه‌ی پنجاه‌وپنج سالگی‌شان مورد استفاده قرار دهند. من انسان‌هایی را دیدم که توسط افکار خود مغزشان را بازنویسی کرده بودند؛ بدین منظور که جراحت‌های روانی و عقده‌های روحی را در خود درمان کنند که پیش‌ازاین غیرقابل‌درمان تشخیص داده شده بود. من با برندگان جایزه‌ی نوبل گفتگو کردم که با شور و هیجان مطرح می‌کردند که حالا که می‌دانیم مغز مدام در حال تغییر است باید در مدل آن تجدید نظر کنیم.
به باور من، از زمانی‌که برای اولین بار اساس آناتومی و طرز کار اجزاء اصلی مغز یعنی نورون‌ها مشخص شد، این ایده که مغز از طریق فکر و فعالیت می‌تواند ساختار خود را تغییر دهد مهم‌ترین تغییری است که در دیدگاه ما درباره‌ی آن صورت گرفته است؛ مانند تمامی انقلاب‌ها این یکی هم تأثیرات عمیقی برجا خواهد گذاشت و من امیدوارم این کتاب شروعی برای نشان دادن بعضی از این تغییرات باشد. به‌جز این‌ها، انقلاب نوروپلاستیسیتی معانی ضمنی هم در خود دارد؛ ازجمله ادراک ما از چگونگی تغییر مغز توسط عواملی مانند عشق، جنسیت، اندوه، روابط، یادگیری، اعتیاد، فرهنگ، تکنولوژی و درمان‌های روانی است. علوم انسانی، اجتماعی و فیزیکی روش‌هایی برای فرهیخته کردن انسان‌ها هستند؛ اما هنگامی‌که در ارتباط با طبیعت انسان واقع شوند، به همان اندازه بر آن تأثیر می‌گذارند. تمامی این رشته‌ها باید به این حقیقت برسند که مغز خود را تغییر می‌دهد و به این درک که ساختار مغز هر فرد با دیگری فرق می‌کند و این‌که مغز ما در طی مسیر زندگی شخصی هر فرد تغییر می‌یابد.
درحالی‌که ظاهراً ما مغز انسانی خود را دست‌کم گرفته‌ایم، تمامی اخباری که از نوروپلاستیسیتی به گوش می‌رسد صرفاً شامل اخبار خوب نیست. ایده‌ی نوروپلاستیسیتی تنها مغز را کاردان‌تر از پیش معرفی نمی‌کند، بلکه آن‌را در مقابل عوامل خارجی بی‌پناه‌تر نشان می‌دهد. نوروپلاستیسیتی می‌تواند رفتاری انعطاف‌پذیرتر به‌وجود آورد و یا این‌که رفتار ما را با سرسختی بیشتر

Telegram @eat_book

همراه کند؛ چیزی که من از آن با عنوان «تناقض پلاستیک» یاد می‌کنم. عجیب این است که بعضی از اختلالات و عادات کله‌شقانه‌ی ما محصول همین خاصیت پلاستیسیتی (انعطاف‌پذیری) در وجود ما هستند. هنگامی‌که یک تغییر خاص پلاستیک در وجود ما رخ می‌دهد این تغییر می‌تواند از وقوع تغییرات دیگر جلوگیری کند. با درک تمامی تأثیرات مثبت و منفی پلاستیسیتی است که ما می‌توانیم میزان توانایی انسان را به‌طور درست دریابیم.
چون همیشه برای نامیدن کسانی که کاری جدید انجام می‌دهند از واژه‌ای جدید استفاده می‌شود، من هم نام کسانی که در این شاخه‌ی علمی تغییر مغز فعالیت می‌کنند را «متخصصین نوروپلاستیک» می‌گذارم.
آنچه در ادامه می‌آید داستان ملاقات من با آدم‌ها و بیمارانی است که توسط آن‌ها شفا یافته‌اند.

فصل یک: زنی که پی‌درپی می‌افتد

زنی که پی‌درپی می‌افتد، توسط مردی شفا می‌یابد که کاشف خاصیت پلاستیسیتی در حواس ماست

چریل شیلتز دائماً این احساس را دارد که در معرض افتادن است و چون احساس می‌کند که دارد می‌افتد، واقعاً می‌افتد.
هنگامی‌که بدون هیچ کمکی از جا برمی‌خیزد، در طی چند لحظه آنچه که از ظاهرش برمی‌آید مثل این است که بر لبه‌ی یک سرازیری تند ایستاده و هر لحظه ممکن است به پایین سرازیر سود. در ابتدا سرش دچار لَقوه (فلج‌شدن عصب صورت) شده و یک‌وری کج می‌شود بعد دستانش را به دو طرف باز می‌کند، مثل این‌که بخواهد تعادلش را در ایستادن حفظ کند. پس‌ازآن بدنش به‌صورت آشفته شروع به حرکت به سمت جلو و عقب می‌کند. در این هنگام او به بندبازی می‌ماند که دارد بر روی یک طناب راه می‌رود و در لحظه‌ی مضطربانه‌ی نوسان قبل از سقوطش است؛ با این تفاوت که برخلاف بندباز، پاهای وی گشوده و محکم بر روی زمین قرار دارند. به نظر نمی‌آید که او فقط از افتادن می‌ترسد؛ بیشتر به نظر می‌آید که می‌ترسد هل داده شود.
من به او می‌گویم: «تو به کسی می‌مانی که دارد بر روی پل تلوتلو می‌خورد».
او جواب می‌دهد: «بله احساس می‌کنم که در حال انجام پرش هستم، گرچه نمی‌خواهم این پرش را انجام دهم».
هنگامی‌که از فاصله‌ی کمتر به مشاهده‌ی حالات وی می‌پردازم به نظرم می‌آید درحالی‌که سعی دارد سرپا بایستد تکان‌های تندی می‌خورد، مثل این‌که یک گروه از اوباش نامرئی او را هل داده و به وی تنه می‌زنند؛ اول ازیک‌طرف و بعد از طرف دیگر، چنان‌که ناجوانمردانه می‌خواهند او را نقش زمین کنند؛ اما حقیقت این است که این گروه اوباش در درون وی هستند و اکنون به مدت پنج‌سال است که در مورد وی به این اعمال دست می‌زنند. او در حین راه رفتن باید دستش را به دیوار بگیرد و این در حالی‌است که مثل افراد مست و لایعقل تلوتلو می‌خورد.
چریل حتی بعد از افتادن بر زمین احساس آسودگی نمی‌کند. از او پرسیدم: «وقتی‌که روی زمین می‌افتی احساست چیست. وقتی‌که می‌افتی این حس افتادن در تو از بین می‌رود»؟
او در پاسخ می‌گوید: «مواقعی هست که من دیگر مفهوم سطح زمین را احساس نمی‌کنم، در آن مواقع دریچه‌ای خیالی باز می‌شود و مرا در خود می‌بلعد». وی حتی هنگامی‌که بر زمین می‌افتد دائماً این احساس را دارد که در معرض افتادن در یک ژرفای بی‌پایان است.
مشکل چریل این است که دستگاه دهلیزی(۵) (سیستم وستیبولار) وی کار

نمی‌کند. دستگاه دهلیزی عضو حسی انسان برای حفظ تعادل است. او بسیار خسته است و این حس که هرلحظه ممکن است بیفتد او را دیوانه می‌کند؛ زیرا نمی‌تواند به چیز دیگری به‌غیراز این موضوع فکر کند؛ بیم او از آینده است. بلافاصله بعد از وقوع این بیماری بود که او کارش را به‌عنوان نماینده‌ی فروش بین‌الملل از دست داد و اکنون با چکی به مبلغ ماهانه ۱۰۰۰ دلار، که برای ناتوانی‌اش پرداخت می‌شود، زندگی‌اش را می‌گذراند. تازگی‌ها هم ترس از پیری سراغش آمده، بعلاوه او دچار نگرانی نادری است که نمی‌توان نامی بر آن گذاشت.
جنبه‌ای ناگفته اما مهم از سلامتی ما، داشتن حس تعادلی است که به‌صورت طبیعی عمل کند. در دهه‌ی ۱۹۳۰، روان‌پزشکی به‌نام پل شیلدر(۶) این موضوع که چگونه سالم بودن و داشتن تصویری استوار از بدن با حس دهلیزی در ارتباط است را مورد مطالعه قرار داد. هنگامی‌که ما درباره‌ی «احساس آرامش» یا «نگرانی»، «تعادل» یا «عدم تعادل»، «ریشه‌دار بودن» یا «بی‌ریشگی»، «اتصال به زمین» یا «عدم اتصال به زمین» صحبت می‌کنیم درواقع با زبانی دهلیزی سخن می‌گوییم که حقیقت وجودی آن در افرادی مانند چریل کاملاً آشکار می‌شود. تعجبی ندارد که افراد مبتلا به چنین اختلالی از نظر روانی درهم می‌شکنند و بسیاری از آن‌ها اقدام به‌خودکشی کنند.
ما دارای حس‌هایی هستیم که تا آن‌ها را از دست نداده‌ایم از وجود آن‌ها بی‌خبریم. تعادل یکی از آن حس‌هایی است که به‌صورت طبیعی چنان روان و خوب کار می‌کند که ارسطو در زمان خودش آن‌را جزء پنج حس اصلی قلمداد نکرد و بعد از او هم در طول قرن‌ها نادیده گرفته شد.
این سیستم تعادل بدن است که جهت‌یابی ما در فضا را ممکن می‌کند. عضو حسی آن یعنی دستگاه دهلیزی دارای سه کانال نیم‌دایره در گوش داخلی است که به ما می‌گویند چه موقع در حالت ایستاده هستیم و چگونه با تشخیص حرکت در فضای سه‌بعدی، جاذبه بر بدن ما اثر می‌گذارد. یکی از کانال‌ها حرکت در سطح افقی را تشخیص می‌دهد، دیگری در سطح عمودی و سومی حرکت در جهت جلو یا عقب را. در فضای داخلی کانال‌های نیم‌دایره‌ای، مایعی وجود دارد که داخل آن تعداد کمی مو قرار دارد. هنگامی‌که ما سرخود را حرکت می‌دهیم، مایع داخلی باعث جنبش موها می‌شود و این جنبش به مغز ما علامتی می‌فرستد به این معنا که شتاب خود را در جهت معینی افزایش داده‌ایم. هر حرکت نیاز به تطبیقی متناسب از سوی سایر قسمت‌های بدن دارد. اگر ما سرخود را به سمت جلو حرکت دهیم مغز ما به بخش مناسبی از بدن می‌گوید که مطابق با آن حرکت وضعیت خود را تعدیل کند و این عمل ناخودآگاه انجام می‌شود؛ به‌این‌ترتیب ما می‌توانیم در مرکز ثقل بدنمان آن حرکت را تعدیل کرده و تعادل خود را حفظ کنیم. سیگنال‌ها از دستگاه دهلیزی در امتداد عصب حرکت کرده و به توده‌ای از سلول‌های عصبی در مغز ما می‌رسند که به آن «هسته‌ی دهلیزی(۷)» می‌گویند. این امواج توسط این

بخش پردازش شده و سپس دستورهای لازم به ماهیچه‌های ما فرستاده می‌شود تا خود را با وضعیت جدید تطبیق دهند. یک دستگاه دهلیزی سالم ارتباطی محکم با سیستم بینایی دارد. هنگامی‌که به دنبال یک اتوبوس می‌دوید، همان‌طور که جلو می‌روید و سرتان در حین حرکت به سمت جلو، بالا و پایین می‌پرد، شما این توانایی را دارید که آن اتوبوس در حال حرکت را در مرکز دیدتان نگاه دارید. علت این امر آن است که دستگاه دهلیزی پیغام‌هایی را به مغز شما فرستاده و توسط آن‌ها سرعت و جهت دویدن شما را اطلاع می‌دهد. این علامت‌ها به مغز اجازه می‌دهد که تخم چشم شما را بچرخاند و موقعیت آن‌ها را طوری تنظیم کند که به سمت هدفتان یعنی اتوبوس متمرکز شود.
من همراه چریل و پل باخی ریتا یکی از پیشگامان بزرگ در تفهیم پلاستیسیتی مغز و تیم وی دریکی از آزمایشگاه‌های وی حضور دارم. چریل به آزمایش‌های امروز امیدوار است و در عین صبوری، کاملاً به وضعیت خود اشراف دارد. یوری دانیلوف، زیست‌فیزیکدان گروه، محاسبات مربوط به داده‌هایی را انجام می‌دهد که گروه درباره‌ی دستگاه دهلیزی چریل جمع‌آوری می‌کنند. او روسی است، فوق‌العاده باهوش و دارای لهجه‌ای غلیظ. وی می‌گوید: «چریل بیماری است که ۹۵ تا ۱۰۰ درصد دستگاه دهلیزی خود را از دست داده».
با در نظر گرفتن هر نوع استاندارد عرفی، مورد چریل موردی مأیوس‌کننده است. دیدگاه سنتی می‌گوید که مغز از بخش‌های خاص پردازش‌کننده تشکیل شده است؛ سخت‌افزاری ژنتیکی برای انجام وظایفی خاص، بخش‌هایی که تکامل هریک به‌تنهایی میلیون‌هاسال طول کشیده است. بخش‌هایی که اگر هر یک از آن‌ها زمانی آسیب ببیند جایگزینی ندارد. حالا که دستگاه دهلیزی چریل آسیب دیده، او به همان اندازه شانس دارد که بتواند دوباره تعادل خود را به‌دست آورد که کسی که شبکیه‌ی چشمش آسیب دیده امکان دارد دوباره ببیند.
اما امروزه همه‌ی این نظریات در فرایند به چالش کشیده شدن هستند.
او یک کلاه مخصوص را بر سر می‌گذارد که از تعدادی سوراخ در کناره و اسباب خاصی در داخل تشکیل شده که به آن شتاب‌سنج می‌گویند و همچنین یک نوار پلاستیکی باریک را بر روی زبانش می‌گذارد که تعدادی الکترود کوچک بر روی آن نصب شده است. شتاب‌سنج داخل کلاه، سیگنال‌هایی را به این نوار پلاستیکی می‌فرستد. هر دوی این‌ها به کامپیوتری در همان نزدیکی متصل‌اند. چریل به سر و وضع خود با آن کلاه می‌خندد و می‌گوید: «می‌خندم، چون اگر نخندم گریه‌ام می‌گیرد».
این ماشین یکی از مدل‌های اولیه و در ظاهر عجیب‌وغریب آزمایشگاه باخی ریتا است. این ماشین به جانشینی برای دستگاه دهلیزی چریل تبدیل شده و سیگنال‌های تعادل را از روی زبان او به مغزش می‌فرستد. شاید این کلاه بتواند کابوس چریل را از بین ببرد. در سال ۱۹۹۷ پس از انجام یک جراحی معمولی زنانه، چریل که در آن موقع ۳۹ ساله بود دچار عفونت بعد از عمل شد و به همین دلیل به وی آنتی‌بیوتیک جنتامایسین داده شد. از عوارض استفاده‌ی

بیش‌ازاندازه‌ی جنتامایسین، عفونت گوش داخلی است که می‌تواند باعث کم‌شنوایی (که چریل نداشت)، صدای زنگ در گوش (که داشت) و انهدام سیستم تعادل بدن شود. به دلیل ارزان و مؤثر بودن جنتامایسن، این دارو هنوز برای بیماران تجویز می‌شود؛ اما صرفاً برای یک دوره‌ی کوتاه‌مدت. چریل می‌گوید که در آن موقع بیش از این دوره‌ی محدود به وی جنتامایسن داده شد؛ و به‌این‌ترتیب او در گروه معدود صدمه‌دیدگان از جنتامایسن قرار گرفت؛ گروهی که نام خود را وُبلرز(۸) (لرزشی‌ها) گذاشته‌اند.
او یک‌روز ناگهان متوجه شد که نمی‌تواند بایستد و این‌که اگر سرش را بچرخاند کل اتاق شروع به چرخیدن می‌کند؛ به‌صورتی که نمی‌فهمید که آیا این سر اوست که باعث این چرخش می‌شود یا دیوارها. بالاخره توانست روی پای خود بایستد و با گرفتن دیوار خود را به تلفن رسانده و با پزشکش تماس بگیرد.
وقتی به بیمارستان رسید پزشکان او را تحت آزمایش‌های مختلفی قرار دادند تا ببینند که آیا دستگاه دهلیز او کار می‌کند یا نه. آن‌ها آب گرم و افشانه‌ی آب یخ را داخل گوشش ریختند و او را روی میز شیب‌داری خواباندند. هنگامی‌که از او خواستند با چشمان بسته از جای خود بلند شود او نتوانست و بر زمین افتاد. یکی از پزشکان به او گفت: «بدن شما وظیفه‌ی حفظ تعادل خود را انجام نمی‌دهد». آزمایش‌ها نشان می‌داد که فقط دو درصد از حفظ تعادل برایش باقی مانده بود. چریل می‌گوید: «ظاهراً این یکی از عوارض جنبی استفاده از جنتامایسین بود و پزشک من یک پزشک واقعاً بی‌مبالات بود». در این لحظه چریل احساساتی شده و می‌گوید: «چرا هیچ‌کس به‌من دراین‌باره چیزی نگفت؟ آن دکتر به‌من گفت که این عارضه‌ای همیشگی است. من در آن موقع تنها بودم. مادرم مرا به بیمارستان آورده و بعد رفته بود تا ماشین بگیرد و بیرون بیمارستان منتظر من بماند. مادرم با من تماس گرفت و از من پرسید که آیا بهترم؟ و من در جواب گفتم، این بیماری همیشگی است و من هیچ‌وقت خوب نمی‌شوم».
ارتباط بین دستگاه دهلیزی و سیستم بینایی‌چریل آسیب دیده؛ به همین دلیل چشمان او نمی‌توانند هدف‌های متحرک را به‌راحتی دنبال کنند. او می‌گوید: «هر چه که من می‌بینم بالا و پایین می‌پرد، درست مثل یک فیلم ویدئو که توسط یک فیلم‌بردار آماتور فیلم‌برداری شده. هر چیزی که من به آن نگاه می‌کنم مثل این است که از ژله ساخته شده و با هر قدمی که برمی‌دارم می‌لرزد».
گرچه وی نمی‌تواند با چشمانش اهداف متحرک را تعقیب کند، اما بینایی‌اش همه‌ی آن‌چیزی است که به او می‌گوید در حالت قائم قرار دارد. هنگامی‌که چشمان ما در خط افقی ثابت می‌شوند به ما کمک می‌کنند تا بفهمیم در کجای فضای اطرافمان قرار داریم. یک‌بار وقتی‌که چراغ‌ها خاموش شدند، چریل بلافاصله روی زمین افتاد؛ اما بینایی برای وی یک تکیه‌گاه غیرقابل اطمینان است زیرا هر نوع حرکت در جلوی چشمانش -حتی حرکت کسی که به سمت

او می‌آید- احساس افتادن را در او تشدید می‌کند. حتی نقوش زیگزاگ روی قالی با ایجاد رگباری از پیغام‌های اشتباه می‌توانند این فکر را در او به‌وجود آورند که کج ایستاده و به‌این‌ترتیب باعث واژگونی‌اش شوند.
چریل از خستگی ذهنی هم رنج می‌برد؛ چرا که همیشه در حالتی از آماده‌باش دائم است. قدرت ذهنی زیادی باید صرف شود تا او را در حالت قائم نگهدارد. قدرت ذهنی که در این جهت صرف می‌شود باعث کسری در انجام دیگر وظایف ذهنی مانند به‌خاطر سپردن و قدرت محاسبه‌گری و استدلال می‌شود.
هنگامی‌که یوری در حال آماده کردن کامپیوتر برای چریل است، من درخواست می‌کنم که این دستگاه را امتحان کنم. من این کلاه -که شبیه به کلاه کارگران ساختمان است- را بر سر می‌گذارم و آن نوار پلاستیکی با آن الکترودهای رویش، که به آن صفحه‌ی نمایشگر زبان می‌گویند، را به داخل دهانم سُر می‌دهم. این صفحه‌ی نمایشگر صاف است و ضخامتش بیشتر از یک تکه‌ی آدامس نیست.
شتاب‌سنج یا سنسور قسمتی از کلاه است که حرکت را در دو سطح تشخیص می‌دهد. هنگامی‌که سرم را به جلو و عقب تکان می‌دهم این حرکت به‌صورت نقشه‌ای بر روی صفحه‌ی کامپیوتر برگردان شده و به‌این‌ترتیب تیم قادر می‌شوند آن‌را ببینند.
همین نقشه بر روی گروه کوچک ۱۴۴ الکترودی تصویر می‌شود که در داخل نوار پلاستیکی کار گذاشته شده‌اند؛ نوار پلاستیکی که درون دهان من قرار دارد. هنگامی‌که سرم را به جلو کج می‌کنم، شوک الکتریکی به جلوی زبانم وارد می‌شود، مثل این‌که حباب‌های شامپاین در آن قسمت از زبانم می‌جوشد؛ این به‌من می‌گوید که دارم به سمت جلو خم می‌شوم. در مانیتور کامپیوتر هم می‌توانم ببینم سرم کجا قرار گرفته است. هنگامی‌که سرم را به عقب کج می‌کنم احساس می‌کنم این شامپاین با موجی آرام می‌چرخد و به سمت عقب زبانم می‌رود. همین اتفاق زمانی می‌افتد که سرم را به طرفین کج می‌کنم. سپس چشمانم را می‌بندم و امتحان می‌کنم که چگونه می‌توانم با زبانم راهم را در فضای اطراف بیابم. من خیلی زود فراموش می‌کنم که اطلاعات حسی‌ام از روی زبانم گرفته می‌شود و تعبیر این اطلاعات حسی است که تعیین می‌کند من در کجا قرار دارم.
چریل کلاه را از من پس می‌گیرد. او تعادلش را در حالی حفظ کرده که به میز تکیه داده است.
یوری درحالی‌که سیستم کنترل را تنظیم می‌کند می‌گوید: «بگذار شروع کنیم».
چریل کلاه را بر سر گذاشته و چشمانش را می‌بندد. او تکیه‌اش را از روی میز برمی‌دارد، اما دو انگشتش را برای حفظ تماس بر روی آن نگه می‌دارد. چریل به‌هیچ‌وجه درکی از بالا و پایین ندارد و تنها ادراک او همان حباب‌های شامپاین‌مانندی هستند که بر روی زبانش غلیان می‌یابند، اما همان‌ها باعث می‌شوند که نیفتد. سپس آن دو انگشت را هم از روی میز برمی‌دارد، دیگر

تلوتلو نمی‌خورد. شروع به گریه می‌کند؛ با جریانی از اشک‌هایی که از یک جراحت روحی نشأت می‌گیرد؛ حالا که کلاه بر سر دارد و احساس امنیت می‌کند می‌تواند چشمانش را باز کند. اولین باری که این کلاه را بر سر گذاشت، این احساس که الآن می‌افتد را از دست داد و این اولین باری بود که بعد از پنج‌سال دیگر چنین احساسی را نداشت. هدف امروز او این است که با استفاده از کلاه، اما بدون کمک دیگران، تمرکز خود را حفظ کرده و به مدت بیست دقیقه سر پا بایستد. ایستادن شق‌ورق به مدت بیست دقیقه، حتی اگر آدمی سالم هم باشد، نیاز به تمرین و آموزشی در حد نگهبانان کاخ باکینگهام دارد.
اکنون به‌نظر می‌آید که چریل در آرامش است. خود وی نقش کمی در ایجاد این تغییرات داشته است. تکان‌های تند و سریع در او متوقف شده و آن موجود اسرارآمیزی که قبلاً در درونش بود و هل‌اش می‌داد و یا به او تنه می‌زد حالا ناپدید شده است. اکنون مغزش پیغام‌ها را از دستگاه دهلیز مصنوعی دریافت کرده و آن‌ها را رمزگشایی می‌کند. برای او این لحظه‌ی آرامش، چیزی در حد معجزه است؛ معجزه‌ای از نوع نوروپلاستیسیتی؛ چرا که حالا دیگر این احساس مورمور درون دهانش است که به‌طور طبیعی راهش را به سمت بخشی از مغز پیش می‌گیرد که به آن کورتکس حسی مغز می‌گویند. کورتکس حسی مغز لایه‌ای نازک بر روی مغز است که حس لامسه را پردازش می‌کند. آن‌ها از طریق مسیری جدید در مغز به قسمتی می‌روند که در آن سیگنال‌های تعادل پردازش می‌شود.
باخی ریتا می‌گوید: «ما داریم روی این وسیله کار می‌کنیم تا آن‌را آن‌قدر کوچک کنیم که در درون دهان جای گیرد، درست مانند گیره‌ی ارتدونسی در دهان. این هدف ماست. با رسیدن به این هدف چریل و هر کس که مشکلی مانند وی دارد می‌تواند زندگی نرمالی داشته باشد. تمامی این افراد باید بتوانند درحالی‌که این وسیله را در دهان دارند، صحبت کنند و غذا بخورند، بدون این‌که کسی از وجود چنین وسیله‌ای در دهان آن‌ها آگاه شود».
او در ادامه می‌گوید: «اما این وسیله صرفاً مورد استفاده‌ی کسانی نخواهد بود که دچار عوارض جنتامایسین شده‌اند. دیروز در نیویورک‌تایمز مقاله‌ای چاپ شده بود که درباره‌ی سقوط‌های ناشی از سالخوردگی بود. بیشتر افراد مسن ترس از افتادن دارند. درواقع یک‌سوم از افراد مسن کسانی هستند که دچار سقوط می‌شوند و به‌خاطر ترس از افتادن است که خانه‌نشین می‌شوند؛ به همین دلیل از دست‌وپایشان زیاد استفاده نمی‌کنند و به‌علت این بی‌حرکتی، از نظر فیزیکی سست و شکننده می‌شوند؛ اما من فکر می‌کنم که بخشی از مشکل آن‌ها این است که با افزایش سن، حس تعادل بدنشان مانند دیگر حس‌های بینایی، شنوایی، چشایی و غیره کاهش می‌یابد. این وسیله برای این افراد هم مفید خواهد بود».
یوری می‌گوید: «حالا وقتش است» و دستگاه را خاموش می‌کند.

و حالا نوبت نمایش دومین شگفتی در حیطه‌ی نوروپلاستیسیتی است. چریل کلاه را از سر برمی‌دارد و آن وسیله‌ی دهانی را از دهانش خارج می‌کند. او درحالی‌که لبخند عمیقی بر روی لبانش دارد و درحالی‌که چشمانش بسته است بدون هیچ کمکی می‌ایستد. بعد چشمانش را باز می‌کند و البته هنوز بدون اتکا به میز، یک پایش را از روی زمین برمی‌دارد و به‌این‌ترتیب درحالی‌که فقط یک پایش روی زمین است تعادل خود را حفظ می‌کند.
«من عاشق این آدم هستم»، چریل این‌را می‌گوید و به سمت دکتر باخی ریتا رفته، او را در آغوش می‌گیرد. سپس به‌طرف من می‌آید. او که حالا با حس کردن دوباره‌ی زمین در زیر پایش سرشار از احساسات شده، به سمت من آمده و مرا هم در آغوش می‌گیرد.
«حالا حس می‌کنم که تکیه‌گاه دارم و سخت و محکم هستم. دیگر نباید به این فکر کنم که ماهیچه‌هایم کجا هستند، به‌جای آن می‌توانم به چیزهای دیگر فکر کنم». بعد به سمت یوری می‌رود و او را هم می‌بوسد.
یوری که اعتقادی به داده‌ها ندارد، می‌گوید: «من باید دلیل تأکید خود بر این مطلب که این رویداد یک معجزه است را بگویم. چریل تقریباً حس‌گر طبیعی تعادل خود را از دست داده است. در طی بیست دقیقه‌ی اخیر او از یک نوع حس‌گر مصنوعی استفاده می‌کرد که ما برایش تدارک دیده بودیم؛ اما معجزه‌ی واقعی چیزی است که بعد از جدا کردن دستگاه، برای وی اتفاق افتاد. زمانی‌که او دیگر نه از دستگاه دهلیزی طبیعی درون بدنش استفاده می‌کرد و نه از نوع مصنوعی که به بدن او وصل شده بود. کاری که ما کردیم این بود که در وی نوعی نیرو را بیدار کردیم».
اولین بار که آن‌ها از کلاه استفاده کردند، چریل آن‌را به مدت فقط یک دقیقه بر سر گذاشت. تیم متوجه شد که بعد از برداشتن کلاه، به مدت بیست ثانیه در او «تأثیری پس‌ماند» از حس تعادل باقی مانده که برابر یک‌سوم مدت‌زمانی بود که کلاه بر روی سرش قرار داشت. سپس چریل کلاه را به مدت دو دقیقه بر سر گذاشت و این تأثیر پس‌ماند از تعادل به مدت چهل ثانیه دوام یافت. سپس مدت بر سر گذاشتن کلاه را تا بیست دقیقه افزایش دادند درحالی‌که انتظار داشتند تأثیر این پس‌ماند تعادل فقط تا زیر ۷ دقیقه ادامه پیدا کند؛ اما به‌جای این‌که دوام تأثیر پس‌ماند تعادل به میزان یک‌سوم مدت‌زمان بر سر گذاشتن کلاه باشد، به سه برابر این میزان یعنی به حدود یک ساعت رسید. امروز باخی ریتا می‌گوید که آن‌ها در حال آزمایش بر روی این مطلبند که آیا ممکن است افزایش بیست دقیقه‌ی دیگر به زمان بر سر گذاشتن کلاه، دارای نوعی تأثیرات یادگیری باشد و به‌این‌ترتیب تأثیر پس‌ماند تعادل باز هم افزایش یابد.
چریل شروع می‌کند به مسخره‌بازی و خود را به نمایش گذاشتن. «من دوباره می‌توانم مثل یک خانم قدم بزنم. این مطلبی است که برای بسیاری از مردم چندان اهمیتی ندارد اما برای من که اکنون مجبور نیستم برای راه رفتن پاهایم را با فاصله از هم بردارم، کلی معنی دارد».

او روی صندلی رفته و از روی آن به پایین می‌پرد. بعد خم می‌شود تا چیزها را از روی سطح زمین بردارد و نشان دهد که می‌تواند دوباره به‌حالت قائم بازگردد. «دفعه‌ی قبل که کلاه بر سر گذاشتم در زمان تأثیر پس‌ماند تعادل توانستم از روی طناب بپرم».

یوری می‌گوید: «نکته‌ی شگفت‌انگیز این است که بر روی دوپا ایستادن تنها کاری نیست که وی می‌تواند انجام دهد. بعد از مدتی استفاده از این وسیله رفتار او تقریباً به‌حالت نرمال درمی‌آید. پشتک‌وارو زدن، راندن اتومبیل، همه‌ی این‌ها به‌منزله‌ی بهبود وظیفه‌ی حفظ تعادل در بدن است. هنگامی‌که سرش را حرکت بدهد، می‌تواند تمرکز خود را بر روی هدف حفظ کند. در این هنگام ارتباط بین سیستم‌های بینایی و تعادلی بدن بهبود یافته است».

من سرم را بالا می‌گیرم و چریل را می‌بینم که در حال رقص با باخی ریتا است. چگونه است که چریل بدون کمک ماشین می‌تواند برقصد و بدنش انجام وظایف طبیعی خود را به عهده بگیرد؟ به‌نظر باخی ریتا این رویداد چند دلیل دارد؛ بروز مشکلی باعث شده که سیستم تعادل بدن چریل از برنامه‌ریزی خارج و به «آشفتگی» دچار شده و در نتیجه سیگنال‌های نامنظمی بفرستد. اختلال در بافت‌های آسیب‌دیده، ارسال پیغام از سوی بافت‌های سالم را نیز سد می‌کند. ماشین به تقویت سیگنال‌هایی که از سوی بافت‌های سالم فرستاده می‌شود کمک می‌کند. باخی ریتا معتقد است که علاوه بر این ماشین در به‌کارگرفتن مسیرهای دیگر مغزی هم کمک می‌کند و این همان چیزی است که معنای پلاستیسیتی (انعطاف‌پذیری) از آن نشأت می‌گیرد. سیستم مغزی هر فرد تشکیل شده از مسیرهای عصبی پرتعداد و یا عصب‌هایی که به یکدیگر مربوط شده و باهم کار می‌کنند. اگر مسیرهای اصلی و خاص به‌علتی مسدود شوند آنگاه، مغز از مسیرهای قدیمی‌تر استفاده می‌کند تا به حدود آن‌ها دسترسی پیدا کند. باخی ریتا می‌گوید: «اگر شما بخواهید از اینجا به سمت میلواکی بروید و پل اصلی بین راه مسدود شده باشد، در ابتدا فکر می‌کنید که دیگر نمی‌توانید پیش بروید؛ اما بعد راه قدیمی ثانویه‌ای را از میان مزارع در پیش می‌گیرید. پس‌ازآن هر چه که از این کوره‌راه‌ها بیشتر استفاده کنید، مسیرهای کوتاه‌تری را برای استفاده می‌یابید که شما را سریع‌تر به‌جایی که می‌خواهید می‌رسانند». این مسیرهای نورونی «ثانویه» مسیرهایی مخفی بوده‌اند که «آشکار شده‌اند»، در دسترس قرار گرفته‌اند و استفاده مداوم از آن‌ها باعث تحکیمشان می‌شود. در کل، تصور بر این است که «آشکار ساختن» مسیرها یکی از روش‌های اصلی است که مغز پلاستیک با استفاده از آن خود را دوباره سازمان‌دهی می‌کند.

این حقیقت که طول مدت تأثیر پس‌ماند در چریل به‌تدریج در حال افزایش است نشان می‌دهد که این مسیرهای آشکارشده در حال تقویت هستند. باخی ریتا امیدوار است چریل با تمرین بتواند روند روبه‌افزایش مدت‌زمان تأثیر پس‌ماند را ادامه دهد.

Telegram @ea_book

چند روز بعد ایمیلی از سوی چریل به‌دست باخی ریتا می‌رسد که شامل گزارش او از خانه درباره‌ی مدت‌زمانی است که تأثیر پس‌ماند ادامه پیدا کرده است. «کل زمان تأثیر پس‌ماند، سه ساعت و بیست دقیقه بود...لرزش در سر من مطابق معمول شروع شد...نمی‌توانم کلمات مناسب را برای بیان احساسم بیابم...در سرم احساس دوران می‌کنم. خسته، درمانده...ناامید».
داستانی دردناک. زوال حالت نرمال در زندگی بسیار سخت است. بروز آن باعث این احساس در او می‌شود که از مرگ به زندگی بازگشته، اما دوباره می‌میرد. از سوی دیگر زمانی به درازای سه ساعت و بیست دقیقه آن‌هم پس از صرفاً بیست دقیقه استفاده از ماشین، درواقع بیانگر زمان تأثیر پس‌ماندی ده برابر بیشتر از زمان استفاده از دستگاه است. او اولین نفر از دسته‌ی لرزشی‌ها است که تابه‌حال تحت درمان قرار گرفته و حتی اگر طول زمان تأثیر پس‌ماند دیگر بالاتر از این نرود، هم‌اکنون این امکان برایش فراهم است که به‌سادگی ۴ بار در روز کلاه را به سر گذاشته و زندگی طبیعی داشته باشد؛ اما ازآنجاکه ظاهراً در هر جلسه مغز او تعلیم می‌بیند تا زمان تأثیر پس‌ماند را افزایش دهد، دلیل خوبی است برای این‌که انتظار داشته باشیم این زمان افزایش می‌یابد. اگر این افزایش ادامه یابد....
...و این افزایش ادامه پیدا کرد. در طول سال بعد چریل بیشتر کلاه را بر سر می‌گذاشت تا از این وضعیت خلاصی پیدا کرده، تأثیر پس‌ماند را در خود بیشتر کند. این تأثیر پس‌ماند در او به چندین ساعت، چندین روز و سپس چهار ماه تمام افزایش پیدا کرد. حالا دیگر او از این وسیله استفاده نمی‌کند و خود را جزء بلرزها نمی‌داند.

***

در سال ۱۹۶۹ نیچر، نشریه‌ی علمی پیشگام در اروپا، مقاله‌ی کوتاهی را به چاپ رساند که به شکلی واضح در خوانندگان احساس خواندن یک داستان علمی را به‌وجود آورد. نویسنده‌ی مقاله، پل باخی ریتا، ترکیبی نادر بود؛ زیرا هم یک دانشمند مهم بود و هم پزشکی که در زمینه‌ی توان‌بخشی کار می‌کرد. این مقاله درباره‌ی وسیله‌ای بود که به مردمی که نابینای مادرزاد بودند کمک می‌کرد تا ببینند. شبکیه‌ی چشم همه‌ی این افراد آسیب دیده بود و همگی کاملاً غیرقابل درمان تشخیص داده شده بودند.
مقاله‌ی نشریه‌ی نیچر در نیویورک‌تایمز، نیوزویک و لایف چاپ شد، اما شاید به دلیل این‌که این ادعا زیادی غیرمعقول به‌نظر می‌رسید این وسیله و مخترع آن خیلی زود به فراموشی سپرده شدند.
مقاله همراه بود با تصویری از یک ماشین که شکلی عجیب‌وغریب داشت، یک صندلی دندانپزشکی بزرگ با پشتی که حالت لرزنده داشت، مشتی سیم درهم‌وبرهم و کامپیوترهایی حجیم. این اختراع که از قطعات دورریختنی تشکیل شده بود و با قطعات الکترونیکی دهه‌ی ۱۹۶۰ به هم اتصال یافته بود درکل ۴۰۰ پوند وزن داشت.
یک فرد نابینای مادرزاد -کسی که هیچ‌گاه تجربه‌ای از دیدن نداشته- بر روی صندلی پشت به دوربین بزرگی می‌نشست، دوربینی به‌اندازه‌ی دوربین‌هایی که در آن زمان در استودیوهای تلویزیونی وجود داشت. او با حرکت دادن یک دسته دوربین را می‌چرخاند و به‌این‌ترتیب صحنه‌ای که در جلوی وی قرار داشت را «اسکن» می‌کرد. در همان زمان سیگنال‌های الکتریکی تصویر به کامپیوتری فرستاده می‌شد که آن تصاویر را پردازش می‌کرد. سپس سیگنال‌های الکتریکی به چهارصد محرک لرزنده‌ای منتقل می‌شد که در یک ردیف بر روی یک صفحه‌ی فلزی در داخل پشتی صندلی کار گذاشته شده بودند. درنتیجه این محرک‌ها با فرد نابینا تماس پوستی داشتند. محرک‌ها مانند سلول تصویری عمل می‌کردند؛ آن‌هایی که مربوط به قسمت‌های تیره‌ی تصویر بودند می‌لرزیدند و قسمت‌های روشن‌تر ساکن می‌ماندند. این وسیله‌ی «بینایی_بساوایی» که آن زمان آن‌را چنین می‌نامیدند فرد نابینا را قادر می‌ساخت تا بخواند، چهره‌ها و سایه‌ها را تشخیص دهد و تشخیص دهد کدام شیء به او نزدیک‌تر و کدام دورتر است. با این وسیله نابینایان می‌توانستند نمای سه‌بعدی را درک کرده و متوجه شوند چگونه بسته به زاویه‌ای که از آن به شیء نگاه می‌کنند، ظاهر شیء تغییر می‌کند. آزمایش بر روی شش نابینا انجام گرفت. پس از انجام آزمایش‌ها آن‌ها یاد گرفتند اشیایی مانند یک تلفن را تشخیص دهند؛ حتی در وضعیتی که بخشی از آن در داخل یک گلدان قرار گرفته بود. با استفاده از این وسیله‌ی دهه‌ی ۱۹۶۰ حتی آن‌ها توانستند تصویر سوپرمدل بسیار لاغر آن دوران یعنی توئیگی را تشخیص دهند.
هر نابینایی که با این دستگاه تقریباً حجیمِ بینایی- بساوایی کار می‌کرد، ازآنجاکه احساسات بساواییش به سمت «دیدن» افراد و اشیا سوق پیدا

می‌کرد، نائل به دریافت تجربه‌ی ادراکی بسیار شگفت‌انگیزی می‌شد.
با کمی تمرین، نابینای تحت آزمایش شروع به ادراک فضای پیش روی خود به‌صورت سه‌بعدی می‌کرد؛ گو این‌که اطلاعات مربوط به آن از طریق آرایه‌ای دوبعدی به کمر او انتقال پیدا می‌کرد. اگر توپی به سمت دوربین پرتاب می‌شد، فرد نابینای تحت آزمایش خودبه‌خود به عقب می‌رفت تا جاخالی دهد. اگر صفحه‌ی محرک‌های لرزنده از پشت فرد نابینا به‌روی شکمش منتقل می‌شد، بازهم می‌توانست وقایع جلوی دوربین را به‌درستی دریابد. اگر ناحیه‌ای از بدن آن‌ها در نزدیکی این محرک‌ها به خارش می‌افتاد، آن‌ها این خارش را با تأثیر محرک‌های بینایی اشتباه نمی‌گرفتند. تجربه‌ی ادراک ذهنی آن‌ها نه از طریق پوست بلکه توسط دنیای اطرافشان صورت می‌گرفت و ادراک آن‌ها فرایندی کاملاً پیچیده بود. با انجام تمرین‌های بیشتر، افراد تحت آزمایش دیگر می‌توانستند دوربین را به اطراف چرخانده و چیزهایی مانند این بگویند: «این بتی هست؛ او امروز موهایش را دورش ریخته و عینکش را به چشم نزده، دهانش باز است و دارد دست راستش را از سمت چپ به پشت سرش می‌برد». درست است که اغلب تصویری که این دستگاه ارائه می‌کرد چندان واضح نبود، اما توضیح باخی ریتا درست بود هنگامی‌که می‌گفت: «منظره برای دیده شدن نباید حتماً کامل و بی‌عیب‌ونقص باشد. برای مثال هنگامی‌که ما در امتداد یک خیابان مه‌آلود قدم می‌زنیم و نمای بیرونی یک ساختمان را می‌بینیم، آیا کمی وضوح تصویر باعث می‌شود که ما آن‌را کمتر ببینیم؟ هنگامی‌که تصویر سیاه‌وسفیدی می‌بینیم آیا به‌خاطر این‌که رنگ ندارد آن‌را نمی‌بینیم»؟
این ماشین که اکنون به‌دست فراموشی سپرده شده، یکی از اولین و مهم‌ترین مواردی بود که در آن نوروپلاستیسیتی به کار گرفته شد -تلاشی برای جایگزینی یک حس توسط حس دیگر- و واقعاً کارایی داشت. بااین‌وجود مقبول نیفتاد و نادیده گرفته شد و دلیل آن‌هم طرز تفکر غالب علمی در آن زمان بود که بر این فرض بنا نهاده شده بود که ساختار مغز ثابت است و این‌که حس‌های ما، مسیرهایی که تجارب از طریق آن‌ها به مغز راه می‌یابند، سیم‌پیچی‌های ثابت این سیستم هستند. بر این ایده که هنوز طرفداران زیادی دارد نام «نظریه‌ی موضعی بودن مغز(۹)» گذاشته‌اند. این فرضیه در ارتباط نزدیک با این ایده است که مغز به یک ماشین پیچیده می‌ماند که متشکل از اجزایی است و این‌که هریک از این اجزاء انجام وظیفه‌ای خاص را بر عهده دارند و از نظر ژنتیکی در یک موضع سخت‌افزاری از قبل تعیین شده قرار دارند. نام این ایده از همین‌جا گرفته شده است. مغزی که سیم‌پیچی شده و در آن هریک از فعالیت‌هایش در موضعی دقیق قرار دارد، ظرفیت بسیار کمی برای پلاستیسیتی باقی می‌گذارد.
نظریه‌ی مغز شبیه به ماشین برای اولین بار در قرن هفدهم مطرح شد و ایده‌ای الهام‌بخش و هدایتگر در زمینه‌ی عصب‌شناسی بود. این نظریه در آن زمان جایگزین مفاهیم مرموزی شد که در ارتباط با روح و بدن وجود داشت. در آن زمان

دانشمندان تحت تأثیر کشفیات گالیله (۱۵۶۴-۱۶۴۲) قرار داشتند که نشان داده بود سیارات اجرامی هستند که با نیروهای مکانیکی حرکت می‌کنند. این نظریه باعث شد دانشمندان باور کنند که کل طبیعت تحت تأثیر قوانین فیزیکی، مانند یک ساعت بزرگ کیهانی عمل می‌کند. به‌این‌ترتیب آن‌ها شروع به تشریح موجودات زنده از جمله اعضاء بدن به‌صورت مکانیکی کردند، درست مثل این‌که آن‌ها هم ماشین هستند. این ایده که کل طبیعت شبیه به یک ماشین بزرگ است و این‌که اعضاء بدن ما نیز شبیه ماشین هستند، جایگزین ایده‌ی قدیمی یونانی شد که به مدت دو هزارسال حاکم بود. این ایده کل طبیعت را یک ارگانیسم زنده‌ی بیکران تعریف می‌کرد و از نظرش اعضاء بدن انسان می‌توانستند هر چیزی باشند به‌جز ماشین‌های بی‌جان؛ اما اولین موفقیت بزرگ درزمینه‌ی «زیست‌شناسی مکانیکی» جدید دستاوردی عالی و بدیع در بر داشت.

ویلیام هاروی([۱۰]) (۱۵۷۸-۱۶۵۷) که در زمینه‌ی آناتومی در دانشگاه پادووا، همان‌جایی که گالیله در آن سخنرانی خود را انجام داد، تحصیل کرده بود کشف کرد که چگونه خون در سراسر بدن می‌چرخد و نشان داد که قلب مانند یک تلمبه عمل می‌کند، که البته یک ماشین کوچک است. در نتیجه بسیاری از دانشمندان زود این نتیجه را گرفتند که برای این‌که توضیح یک پدیده علمی باشد باید مکانیکی باشد -یعنی این‌که در حیطه قوانین مکانیکی حرکت قرار گیرد.

به دنبال هاروی، فیلسوف فرانسوی، رنه دکارت ([۱۱]) (۱۵۹۶-۱۶۵۰) این موضوع را مطرح کرد که مغز و سیستم عصبی هم مانند یک تلمبه عمل می‌کنند. بر اساس استدلال وی اعصاب ما به‌صورت کانال‌هایی واقعی هستند که از دست‌وپای ما به مغز رفته و برگشته‌اند. او اولین فردی بود که طرز کار اعمال غیرارادی در بدن را توضیح داد. او معتقد بود هنگامی‌که پوست کسی مورد لمس واقع می‌شود ماده‌ای سیال‌مانند در کانال‌های عصبی وی به سمت مغزش روان می‌شود و به‌صورت مکانیکی به اعصاب باز می‌گردد تا باعث حرکت ماهیچه‌ها شود. نظریه‌ی وی خام و ناپخته به نظر می‌آمد، اما چندان دور از واقعیت نبود. دانشمندان خیلی زود مدل اولیه‌ی وی را تصحیح کردند. آن‌ها اظهار داشتند چیزی که از درون اعصاب عبور می‌کند نه یک سیال، بلکه یک جریان الکتریکی است. نظر دکارت درباره‌ی مغز، که آن‌را چون یک ماشین پیچیده در نظر می‌گیرد درحد اعلی خود در نظریات عصر حاضر تبلور می‌یابد که آن‌را چون کامپیوتر می‌بینند و یا برای آن خاصیت «موضعی بودن» را تعریف می‌کنند. مغز هم مانند یک ماشین، متشکل از اجزایی تعریف می‌شود که هر یک در موضعی از قبل تعیین شده قرار گرفته‌اند، هریک وظیفه‌ای خاص را انجام می‌دهند و بنابراین اگر یکی از این اجزاء دچار آسیب شود هیچ‌کاری برای جایگزین کردن آن نمی‌توان انجام داد؛ علاوه بر این‌که مثل ماشین نمی‌تواند اجزایی جدید در خود بپروراند.

اصل موضعی بودن درباره‌ی حس‌های ما هم کاربرد دارد و این تئوری را مطرح می‌کند که هریک از حس‌های ما -بینایی، شنوایی، چشایی، بساوایی و تعادل- دارای سلول گیرنده‌ای است که تخصصش تشخیص یکی از انواع انرژی در اطراف ماست. هنگامی‌که این سلول‌های گیرنده تحریک می‌شوند سیگنالی الکتریکی را در طول عصب به یک بخش خاص در مغز می‌فرستند که آن حس را پردازش می‌کند. بیشتر دانشمندان معتقدند این بخش‌های مغزی آن‌چنان در انجام وظیفه‌ی خاص خود تخصص دارند که هیچ‌گاه یک بخش نمی‌تواند کار بخش دیگر را انجام دهد.
پل باخی ریتا در یک اقدام تقریباً تکروانه، ادعاهای مربوط به موضعی بودن حس‌ها را رد می‌کند. کشفیات او بیان می‌کنند که حس‌های ما ماهیت تغییرپذیر دارند و بعضی وقت‌ها اگر یکی از آن‌ها دچار آسیب شود، دیگری می‌تواند وظیفه‌ی آن‌را بر عهده بگیرد. فرآیندی که او بر آن نام «جانشینی حسی» گذاشته است. او راه‌هایی را برای برانگیختن این جانشینی حسی در بدن ایجاد و دستگاه‌هایی را اختراع کرده که به ما نوید «حس‌های برتر» را می‌دهند. با این کشف که سیستم عصبی می‌تواند خود را تطبیق داده و به‌جای شبکیه با دوربین ببیند، باخی ریتا شالوده‌ی کار را در جهت دادن امیدهای بزرگ به نابینایان بنیان گذاشت: کاشت شبکیه در چشم که می‌توان با جراحی آن‌را انجام داد.
برخلاف بسیاری از دانشمندان که فقط به یک زمینه می‌چسبند، باخی ریتا به متخصصی در بسیاری از زمینه‌ها بدل شده است؛ در زمینه‌های دارویی، داروشناسی روانی، نوروپلاستیسیتی چشمی (مطالعه در زمینه‌ی ماهیچه‌های چشم)، فیزیولوژی اعصاب بینایی (مطالعه درباره‌ی قوای باصره و سیستم عصبی) و مهندسی زیست‌دارویی. به‌محض این‌که ایده‌ای به ذهنش می‌آید، به دنبال آن می‌رود. وی قادر است به پنج زبان صحبت کند و مدت‌های مدید در ایتالیا، آلمان، فرانسه، مکزیک، سوئد و در بخش‌های مختلف آمریکا زندگی کرده است. او در آزمایشگاه‌های دانشمندانی مهم و همین‌طور برندگان جوایز نوبل کار کرده است، اما هیچ‌گاه اهمیت زیادی نمی‌دهد که افکار دیگران چیست و نقش‌های مزورانه‌ای که بسیاری از محققان بازی می‌کنند تا پیشتاز باشند را نمی‌پسندد. بعد از کسب دکترای پزشکی، وی از طبابت دست‌کشید و به دنبال تحقیقات پایه‌ای رفت. او سؤالاتی را مطرح کرد که ظاهراً هر عقل سلیمی را به چالش می‌کشید، سؤالاتی مانند این‌که «آیا باید حتماً چشم داشته باشیم تا ببینیم، گوش داشته باشیم تا بشنویم، زبان داشته باشیم تا بتوانیم مزه‌ی هر چیز را تشخیص دهیم و بینی داشته باشیم تا ببوییم»؟ زمانی‌که وی چهل‌وچهارساله بود با ذهنی که هیچ‌گاه روی آرامش را به‌خود ندیده بود، دوباره به دنیای پزشکی بازگشت و شروع به گذراندن یک دوره‌ی رزیدنتی کرد. دوره‌ای که تشکیل شده بود از روزهای بی‌پایان و شب‌هایی پر از بی‌خوابی در یکی از دلتنگ‌ترین رشته‌های تخصصی پزشکی: توان‌بخشی.

آرزوی باخی ریتا این بود که با استفاده از آنچه که در این مدت درباره‌ی پلاستیسیتی آموخته بود آب‌باریکه‌ای از عقلانیت را به این شاخه از علم بریزد.
باخی ریتا انسانی کاملاً ساده و فروتن است. وی علاقه‌ی زیادی به لباس‌های پنج‌دلاری دارد و هر موقع که زنش اجازه دهد با همان لباس ساده‌ی سپاه رستگاری بیرون می‌رود. اتومبیل وی یک ماشین فرسوده‌ی ۱۲ساله است؛ درحالی‌که خانمش یک ماشین مدل جدید فولکس پاسات را می‌راند.
وی دارای سری پر از موهای پرپشت و پرچین و شکن خاکستری است و با نرمی و به‌سرعت صحبت می‌کند و همچنین دارای پوست تیره‌ی مدیترانه‌ای است، تباری اسپانیایی -یهودی دارد و از سن شصت‌ونه‌ساله‌ی خود بسیار جوان‌تر می‌زند. از جمله‌ی افراد متفکر روزگار ماست اما برای همسرش ایستر، که یک مکزیکی از تبار مایاهاست، جذابیتی پسرانه دارد.
او عادت کرده که همیشه مورد کم‌لطفی قرار گیرد. وی که در برونکس بزرگ شده، در هنگام ورود به دبیرستان چهار فوت و ۱۰ اینچ قد داشت. علت این رشد کم یک بیماری مرموز بود که رشد او را به‌مدت هشت‌سال متوقف کرده بود. پزشکان در مورد وی دو بار به تشخیص اولیه سرطان خون (لوکمیا) رسیده بودند. در طی آن سال‌ها، دانش‌آموزان با جثه‌ی بزرگ‌تر هر روز او را کتک می‌زدند که باعث می‌شد آستانه‌ی تحمل درد و رنج در وی به‌طور غیرمعمولی بالا رود. هنگامی‌که دوازده‌ساله بود آپاندیسش ترکید و بیماری مرموز وی که شکلی نادر از یک آپاندیس مزمن بود فوراً تشخیص داده شد. قد او هشت اینچ بلندتر شد و به‌این‌ترتیب در اولین مبارزه پیروز شد.
اکنون من و باخی ریتا داریم از مدیسون (پایتخت ایالت ویسکانسین آمریکا) به سمت خانه‌اش می‌رویم. وی عاری از هرگونه خودنمایی است. بعد از چندین ساعت گفتگو با هم او به‌خود اجازه می‌دهد که تنها یک اظهارنظر از دهانش بیرون آید که می‌توان به‌نوعی آن‌را تبریک به‌خود تلقی کرد؛
«من می‌توانم هر چیزی را به چیز دیگر وصل کنم»، این جمله را با لبخند می‌گوید و در ادامه این‌که
«ما با مغزمان می‌بینیم نه با چشمانمان»
این ادعا چیزی برخلاف این مفاهیم سنتی است که می‌گویند ما با چشمانمان می‌بینیم، با گوش‌هایمان می‌شنویم، با زبانمان می‌چشیم، با بینی‌مان می‌بوییم و با پوستمان احساس می‌کنیم. چه کسی این حقایق را به چالش کشیده است؟ به‌خاطر باخی ریتاست که چشمان ما صرفاً تغییر روشنایی را حس می‌کند و مغز ماست که آن‌را درک کرده و می‌بیند.
این موضوع که این حس‌ها چگونه به مغز وارد می‌شوند، برای باخی ریتا اهمیت ندارد: «هنگامی‌که یک فرد نابینا از عصا استفاده می‌کند آن‌را در جهات جلو و عقب حرکت می‌دهد، اما تنها یک نقطه یعنی سر عصاست که از طریق گیرنده‌های پوستی دستش به او اطلاعاتی را می‌رساند. بااین‌وجود، این حرکت‌های جلو و عقب عصاست که به او اجازه می‌دهد موارد مختلف را از هم

تفکیک کند؛ این‌که چهارچوب در و یا صندلی کجاست و یا وقتی‌که به پایه‌ای برخورد می‌کند بداند وسیله‌ای در آنجاست. سپس او از این اطلاعات استفاده می‌کند تا راه خود را پیدا کرده، به سمت صندلی رفته و بنشیند. حس‌گرهای دست او آنجایی هستند که او از طریق آن اطلاعات را کسب می‌کند؛ همان‌جایی که عصا هم با آن‌ها در ارتباط است؛ اما چیزی که این فرد نابینا به‌صورت ذهنی درک می‌کند فشار عصا بر دستش نیست، بلکه تجسمی از فضای اتاق است: صندلی‌ها، دیوارها، پایه‌های وسایل، در فضایی سه‌بعدی. سطح گیرنده‌ی پوستی در دست این فرد صرفاً واسطه‌ای می‌شود برای ارسال اطلاعات؛ مجرایی برای عبور اطلاعات.» در این فرایند گیرنده‌ی سطح پوست وظیفه‌ی اصلی خودش را انجام نمی‌دهد.
باخی ریتا نشان داد که پوست و گیرنده‌های لمسی آن می‌توانند به‌عنوان جایگزینی برای شبکیه عمل کنند. علت این است که پوست و شبکیه هر دو، سطوحی دوبعدی و پوشیده از گیرنده‌های حسی هستند و به همین علت این امکان را دارند که «تصویر» بر روی آن‌ها تشکیل شود.
پیدا کردن مجرای جدید برای عبور اطلاعات، یا به معنای دیگر پیدا کردن راهی برای رساندن حس‌ها به مغز یک‌چیز است و رمزگشایی این احساسات پوستی توسط مغز و تبدیل آن‌ها به تصاویر، چیز دیگری. برای انجام این عمل، لازم است مغز چیزهای جدیدی یاد بگیرد و بخشی از مغز که قبلاً به پردازش اطلاعات لمسی اختصاص داشت، اکنون باید خود را با علامات جدید تطبیق دهد. این انطباق نشان‌دهنده‌ی این است که مغز از لحاظ سازمان‌دهی مجدد سیستم ادراکی- حسی خود انعطاف‌پذیر است.
اگر مغز می‌تواند خود را دوباره سازمان‌دهی کند، در این‌صورت ایده‌ی موضعی بودن کنش‌های مغزی نمی‌تواند تصویری درست از آن‌را ارائه دهد. در ابتدا، آن‌زمان که موفقیت‌های بی‌نظیرش به او انگیزه داده بود، خود باخی ریتا هم طرفدار نظریه‌ی موضعی بودن کنش‌های مغزی بود. اولین نظریات درباره‌ی موضعی بودن مغز،در سال ۱۸۶۱ مطرح شد؛ زمانی‌که پل بروکای(۱۲) جراح با یک بیمار سکته‌ای مواجه شد که توانایی سخن گفتن را از دست داده بود و فقط می‌توانست یک کلمه بگوید. مهم نبود که از او چه پرسیده می‌شد، مرد بیچاره فقط با یک کلمه پاسخ می‌داد: «تن‌تن». وقتی‌که او فوت کرد، بروکا مغز او را کالبدشکافی کرده، بافت آسیب‌دیده را در لوب پیشین چپ وی یافت. در آن موقع بعضی شک داشتند که کنش گفتاری در موضعی خاص از مغز استقرار داشته باشد. بروکا بافت آسیب‌دیده را به آنان نشان داد و بعد گزارشاتی از دیگر بیمارانی داد که توانایی گفتاری خود را از دست داده و دچار آسیب در همان منطقه از مغزشان شده بودند. نام آن موضع خاص در مغز را «منطقه‌ی بروکا» گذاشتند. فرض بر این گذاشته شد که این منطقه در مغز، حرکات ماهیچه‌های لب و زبان را با هم هماهنگ می‌کند. به‌زودی یک پزشک دیگر به‌نام کارل ورنیکه (۱۳)، ارتباطی بین قسمتی دیگر از مغز و یک ناتوانی یافت؛ ناتوانی در فهم

زبان. از نظر ورنیکه این قسمت آسیب دیده در مغز مسئولیت ارائه‌ی ذهنی کلمات و درک مطلب را بر عهده دارد. در طی یک‌صدسال بعد نظریه‌ی موضعی بودن مغز برجستگی بیشتری پیدا کرد؛ چرا که تحقیقات جدید نقشه‌ی مغز را تصحیح کردند؛
اما متأسفانه خیلی زود در آن مبالغاتی صورت گرفت. جریان از یک سری زمینه‌سازی برای یافتن ارتباطها فراتر رفت (مشاهداتی مبنی بر این‌که آسیب به یک منطقه‌ی خاص از مغز باعث می‌شود که اعمال خاصی انجام نشود) و به یک نظریه‌ی کلی و جامع رسید که بیان می‌کرد هر یک از عملکردهای مغزی تنها توسط یک موضع سخت‌افزاری در مغز انجام می‌شود؛ ایده‌ای که در عبارت «یک وظیفه، یک موضع» خلاصه می‌شد و معنایش این بود که اگر یک قسمت از مغز آسیب ببیند دیگر مغز قادر به سازمان‌دهی دوباره‌ی خود و ترمیم بخش ازدست‌رفته نیست.
دوران تاریک برای پلاستیسیتی آغاز شده بود. در این دوره اعتراضاتی که به ایده‌ی «یک وظیفه، یک موضع» می‌شد را نادیده می‌گرفتند. در سال ۱۸۶۸ ژول کوتارد(۱۴) به مطالعه بر روی کودکانی پرداخت که در اوایل زندگی دچار بیماری‌های عمده‌ی مغزی شده بودند. بیماری‌هایی که باعث ازکارافتادگی نیم‌کره‌ی چپ مغز در آن‌ها (و ازجمله ناحیه‌ی بروکا) شده بود؛ اما جالب این بود که این کودکان می‌توانستند به‌صورت معمولی صحبت کنند. معنای آن این بود که حتی اگر طبق ادعای بروکا گفتار در نیم‌کره‌ی چپ مغز پردازش می‌شود، باز اگر لازم شود مغز می‌تواند آن‌قدر انعطاف‌پذیر باشد که اقدام به سازمان‌دهی دوباره‌ی خود کند. در ۱۸۷۶ اتو سُلت‌من(۱۵) کورتکس حرکتی را از روی مغز توله‌های سگ و خرگوش برداشت -بخشی از مغز که تصور می‌شد مسئول پردازش حرکات است- ولی دریافت که آن‌ها هنوز می‌توانند حرکت کنند؛ اما این یافته‌ها در موج هواخواهی‌های طرفداران نظریه‌ی موضعی بودن مغز ناپدید شد.
در اوایل دهه‌ی ۱۹۶۰، در آن هنگام که باخی ریتا در آلمان بود، درباره‌ی نظریه‌ی موضعی بودن مغز شک کرد. او در آن موقع با تیمی کار می‌کرد که درباره‌ی چگونگی عملکرد دستگاه بینایی تحقیق می‌کردند. آن‌ها این تحقیق را با اندازه‌گیری میزان تخلیه‌ی الکتریکی الکترودها از منطقه‌ی پردازش سیگنال‌های بینایی در مغز یک گربه انجام می‌دادند. چیزی که آن‌ها انتظار داشتند این بود که با نشان دادن یک تصویر به یک گربه، الکترود واقع در منطقه‌ی پردازش بینایی او، ولتاژی الکتریکی ارسال کند که نشان‌دهنده‌ی این بود که دارد آن عکس را پردازش می‌کند. واقعاً هم همین‌کار را کرد؛ اما هنگامی‌که کسی به‌طور اتفاقی پنجه‌های گربه را لمس نمود، ناحیه‌ی بصری مغز شلیک کرد؛ که معنایش این بود که این منطقه پردازش سیگنال‌های لمسی را هم انجام می‌دهد. علاوه بر این آن‌ها دریافتند که در حین شنیدن صدا باز ناحیه‌ی بصری مغز گربه فعال می‌شود.
به‌تدریج باخی ریتا به این فکر افتاد که ایده‌ی طرفداران موضعی بودن مغز که

می‌گویند «یک وظیفه، یک موضع»، نمی‌تواند درست باشد؛ زیرا منطقه‌ی مخصوص عملکرد بینایی در مغز گربه حداقل برای دو وظیفه‌ی دیگر هم پردازش سیگنال‌ها را انجام می‌داد، صدا و لمس. او کم‌کم قانع می‌شد که بخش اعظمی از مغز «چند حسی» است -به معنای این‌که مناطق حسی مغز این توانایی را دارند که سیگنال‌های مربوط به بیش از یک حس را پردازش کنند.
دلیل این اتفاق ممکن است به قابلیت گیرنده‌های حسی ما برگردد که می‌توانند انواع مختلف انرژی را از دنیای بیرونی برگردان کنند. مهم نیست که منبع این انرژی‌ها چه باشد، چون همه‌ی آن‌ها به الگوهای الکتریکی برگردان شده و به اعصاب فرستاده می‌شوند. این الگوهای الکتریکی، زبانِ «جهانی» گفتگو در درون مغز است. درواقع هیچ تصویر، صدا، بو و یا حس لمسی وجود ندارد که بتواند داخل اعصاب ما حرکت کند. باخی ریتا دریافت مناطقی از مغز که این تکانه‌های الکتریکی را پردازش می‌کنند بیشتر از آن چیزی که دانشمندان علوم اعصاب دریافته‌اند، همانند و همگون هستند؛ و این عقیده‌ای بود که کشف دانشمند علوم اعصاب، ورنون مونت‌کسل(۱۶) آن‌را تقویت کرد. او دریافت قشرهایی از مخ که مربوط به حواس بینایی، شنوایی و لامسه است دارای ساختار پردازشی شش لایه‌ی مشابهی هستند. برای باخی ریتا این بدان معنی بود که هر بخش کورتکس باید بتواند هر سیگنال الکتریکی که برایش فرستاده می‌شود را پردازش کند و دست آخر این‌که بخش‌های مغز ما چندان هم تخصصی کار نمی‌کردند.
باخی ریتا چند سال بعد را به مطالعه‌ی موارد استثنایی اختصاص داد که می‌توانست نظریه‌ی موضعی بودن مغز را نقض کند. او با تبحر چند زبانی که داشت، می‌توانست متن‌های علمی قدیمی‌تر را به همان زبان اصلی مورد بررسی قرار دهد. در این مرحله او تحقیقات علمی قدیمی را یافت که قبل از آن انجام شده بود که نظریه‌ی موضعی بودن مغز تا این حد مقبول بیفتد. او تحقیق ماریا- ژان- پیره(۱۷) را یافت که در دهه‌ی ۱۸۲۰ نشان داده بود مغز می‌تواند خود را مورد سازمان‌دهی دوباره قرار دهد. او کار بروکا که بارها و بارها در محافل علمی نقل شده بود، اما به‌ندرت مورد ترجمه قرار گرفته بود را مورد مطالعه قرار داد و دریافت که حتی خود بروکا هم به آن اندازه که طرفدارانش درها را به روی پلاستیسیتی بسته بودند این‌کار را نکرده بود.
موفقیت ماشین بینایی- بساوایی، باخی ریتا را بیشتر تشویق کرد تا تصویر ذهنی خود از مغز انسانی را تغییر دهد. به‌هرحال این ماشین او نبود که معجزه بود بلکه این مغز بود که زنده بود، تغییر می‌یافت و خود را با انواع جدید سیگنال‌های مصنوعی مطابقت می‌داد. به‌عنوان بخشی از سازمان‌دهی مجدد مغز، او حدس زد که سیگنال‌های لمسی (که ابتدا در ناحیه‌ی حسی کورتکس، جایی نزدیک به قسمت بالایی مغز، پردازش می‌شوند) مسیر دیگر کورتکس بینایی در عقب مغز را در پیش می‌گیرند تا بیشتر پردازش شوند که معنایش این بود که همه‌ی مسیرهای عصبی که از پوست به کورتکس بینایی می‌روند در

حال گسترش هستند.
چهل‌سال قبل، درست زمانی‌که نظریه‌ی موضعی بودن مغز بیشترین سلطه را در محافل علمی به‌دست آورده بود، باخی ریتا مخالفت خود را با آن اعلام کرد. او موفقیت‌هایی که توسط این نظریه به‌دست آمده بود را ستود، اما این بحث را مطرح کرد که «شواهد زیادی هست که نشان‌گر این مطلب است که مغز در هر دو مورد حرکت و حس دارای پلاستیسیتی (انعطاف‌پذیری) است». یکی از نوشته‌های او که برای چاپ فرستاده شده بود، شش بار توسط نشریات مختلف رد شد؛ نه به این خاطر که شواهد علمی او زیر سؤال بود، بلکه به‌خاطر این‌که او شجاعت به خرج داده و واژه‌ی «پلاستیسیتی» را در عنوان مقاله قرار داده بود. بعد از چاپ مقاله‌ی او در نشریه‌ی نیچر، استاد محبوب او راگنار گراینت (۱۸)، که جایزه‌ی نوبل سال ۱۹۶۵ را به‌خاطر کارش در زمینه‌ی شبکیه چشم به‌دست آورده بود و ترتیب چاپ پایان‌نامه‌ی پزشکی باخی ریتا را داده بود، وی را به‌صرف چای دعوت کرد. گرینت از همسر باخی ریتا درخواست کرد که از اتاق بیرون برود و سپس بعد از تمجید از کار وی در زمینه‌ی ماهیچه‌های چشم، از او پرسید که چرا مصلحت خود را در نظر نمی‌گیرد و وقتش را با بازی با این «بازیچه‌ی دِمُده» تلف می‌کند؟ اما باخی ریتا کوتاه نمی‌آید، باز اصرار می‌کند و یکسری کتاب و چندین صد مقاله‌ای را ارائه می‌کند که شواهدی بودند بر پلاستیسیتی مغز و تئوری که می‌توانست توضیحی باشد برای این‌که مغز چگونه کار می‌کند.
بیشترین علاقه‌ی باخی ریتا معطوف بود به یافتن توضیحاتی برای پلاستیسیتی، اما به راهش برای اختراع وسایلی برای جایگزینی حواس نیز ادامه داد. او به همکاری با مهندسان پرداخت تا آن میز دندان‌پزشکی که به دوربین و کامپیوتر مجهز کرده بود را به وسیله‌ای جمع‌وجورتر برای نابینایان تبدیل کند. آن صفحه‌ی سنگین و بدترکیبی که در خود محرک‌های لرزنده داشت و به پشتی صندلی متصل بود، اکنون به یک نوار پلاستیکی تبدیل شده بود. این نوار پلاستیکی که بر روی زبان قرار می‌گرفت به نازکی یک کاغذ بود و توسط الکترودهایی پوشیده شده بود که قطری به‌اندازه‌ی سکه داشتند. زبان عضوی از بدن است که باخی ریتا بر آن نام «رابط ایده‌آل برای ماشین مغز» را گذارده است؛ نقطه‌ی ورودی عالی به مغز ازاین‌جهت که دارای هیچ لایه‌ی غیر حساسی از پوست مرده بر روی خود نیست. کامپیوتر هم به نحو بارزی کوچک شده و دوربینی که یک‌زمان در اندازه‌های یک چمدان بود، حالا اگر لازم باشد می‌تواند بر روی قاب عینک کار گذاشته شود.
او بر روی جایگزین‌های دیگری برای حواس هم کار کرده است. ناسا (اداره‌ی ملی هوانوردی و فضایی آمریکا) اعتبار لازم را در اختیار وی قرار داد تا دستکشی الکترونیکی و «احساسی» را برای فضانوردان بسازد. دستکش‌های موجود آن‌قدر کلفت بودند که فضانوردان در هنگام استفاده از آن‌ها برای کار با اشیاء کوچک و انجام کارهای ظریف دچار مشکل می‌شدند. او در سمت بیرونی

دستکش‌ها حس‌گرهای الکترونیک کار گذاشت تا سیگنال‌های الکتریکی را تقویت کرده به‌دست فضانوردان بفرستد.
در ادامه، او از تجربه‌ی ساخت این دستکش‌ها استفاده کرد و دستکشی برای مبتلایان به جذام ساخت. این بیماری به پوست صدمه وارد کرده و اعصاب پیرامونی را از بین می‌برد و به همین دلیل جذامی‌ها در دست‌های خود حس ندارند. این دستکش هم مانند دستکش فضانوردان بر روی سطح بیرونی دارای حس‌گرهایی بود. دستکش پیغام‌های خود را به قسمتی از پوست (به دور از دست‌ها که دچار جذام شده بودند) می‌فرستاد که سالم بود و اعصاب آن دچار آسیب نشده بود. آن سطح پوستی سالم به محلی برای ورود احساسات حسی که از دست‌ها می‌آمدند، تبدیل می‌شد. سپس او شروع به کار بر روی دستکشی برای افراد نابینا کرد تا با کمک آن بتوانند نوشته‌های روی مانیتور کامپیوتر را بخوانند. او حتی پروژه‌ای برای ابداع نوعی کاندوم را داشت که امیدوار بود بتواند به کسانی که دچار صدماتی در ناحیه‌ی ستون فقرات شده و دارای هیچ احساسی در آلت تناسلی خود نبودند کمک کند تا به‌حالت ارگاسم برسند. این پروژه هم بر این فرضیه بود که اساس هیجانات جنسی مانند همه‌ی تجارب احساسی دیگر «در مغز» است؛ بنابراین احساس حرکات جنسی توسط حس‌گرها از کاندوم برداشته شده به تکانه‌های الکتریکی تبدیل شده و بعد به بخشی از مغز انتقال می‌یابد که هیجانات جنسی را پردازش می‌کند. از جمله‌ی دیگر استفاده‌های بالقوه از ایده‌ی او این بود که افراد را به «حس‌های برتر» مجهز کنیم؛ چیزهایی مانند دید در شب و اشعه‌ی مادون قرمز. او برای کادر نیروی دریایی وسیله‌ای را ساخت که به آن‌ها کمک می‌کرد تا حس کنند چگونه بدنشان با شرایط زیر آب تطبیق پیدا می‌کند، و یا وسیله‌ای دیگر که با موفقیت در فرانسه آزمایش شد و به جراح موقعیت دقیق چاقوی جراحی در بدن بیمار را می‌گفت. این‌کار توسط سیگنال‌هایی صورت می‌گرفت که از یک حس‌گر الکترونیکی متصل به چاقو به‌سوی وسیله‌ای کوچک فرستاده می‌شد که به زبان و مغز جراح متصل بود.
اساس ایده‌ی باخی ریتا در زمینه‌ی توان‌بخشی مغز در داستان مهیج مربوط به پدر خود وی نهفته است که نامش پدرو باخی ریتا بود و در سال ۱۹۵۹، در سن شصت‌وپنج‌سالگی دچار یک سکته‌ی مغزی ناتوان‌کننده شد. این سکته صورت و نیمی از بدن وی را فلج کرد و باعث شد که دیگر نتواند صحبت کند.
پزشکان به جرج، برادر پُل که اکنون به طبابت در کالیفرنیا اشتغال دارد، گفتند که هیچ امیدی به بهبود پدرش نیست و می‌تواند او را به یک مرکز مخصوص نگهداری از این افراد بفرستند؛ اما جرج، که در آن موقع یک دانشجوی پزشکی در مکزیکو بود، این‌کار را نکرد. او پدر معلولش را از نیویورک، جایی که پدرش زندگی می‌کرد به مکزیکو آورد تا با وی زندگی کند. در ابتدا سعی کرد برای او ترتیب یک برنامه‌ی توان‌بخشی را در بیمارستان آمریکایی- بریتانیایی مکزیکو بدهد، که البته صرفاً یک برنامه‌ی معمولی کوتاه‌مدت چهارهفته‌ای بود. معمولی

بودن این برنامه به‌این‌علت بود که در آن زمان هنوز کسی باور نداشت که تمرینات بلندمدت مفید به‌حال مغز باشد. بعد از گذشت این چهار هفته، حال پدرش بهتر نشد. او هنوز درمانده بود و می‌بایست او را بلند می‌کردند و به توالت یا حمام می‌بردند. این وظیفه به عهده‌ی جرج بود که با کمک یک باغبان آن‌را انجام می‌داد.
جرج می‌گوید: «خوشبختانه او مردی کوچک اندام بود، ۱۱۸ پوند وزن داشت و ما می‌توانستیم کارهای او را انجام دهیم».
جرج چیزی درباره‌ی توان‌بخشی نمی‌دانست. بعدها معلوم شد که عدم آگاهی او در این زمینه هدیه‌ای از جانب خدا بوده؛ چون او با زیر پا گذاشتن قواعد معمولی و مقهور نشدن توسط تئوری‌های ناامیدکننده‌ی حاکم بر آن زمان توانست در کار خود موفق شود. او می‌گوید: «من سعی کردم به‌جای این‌که با پدرم ایستادن را تمرین کنم اول به او بیاموزم چگونه بخزد. من به او گفتم «تو در کودکی حرکت را با خزیدن شروع کردی، بد نیست حالا هم برای مدت کوتاهی آن‌را انجام دهی». به همین منظور برایش زانوبند هم تهیه کرده بودم. در ابتدا او را روی چهار دست‌وپایش گذاشتیم، اما دست‌ها و پاهای او نمی‌توانستند او را خوب نگهدارند. این‌کار یک تلاش تمام‌عیار بود. به‌محض این‌که پدر توانست تا حدی خود را نگاه دارد جرج او را مجاب کرد که با دست‌ها و شانه‌های ضعیفی که تکیه‌گاهشان دیوار بود، چهار دست‌وپا برود. «آن خزیدن‌های کنار دیوار چهار ماه ادامه یافت. بعدازآن حتی تمرین‌هایی را با او در باغ انجام دادم که باعث بروز مشکلاتی از جانب همسایه‌ها شد که می‌گفتند این‌که پروفسور را مجبور می‌کنید مثل یک سگ چهاردست‌وپا برود، جالب و شایسته نیست؛ اما من تنها مدلی که داشتم مدلی بود که کودکان توسط آن راه رفتن را یاد می‌گیرند؛ بنابراین ما شروع به انجام بازی‌هایی بر روی کف اتاق کردیم که در آن‌ها من تیله‌هایی را می‌غلتاندم و او آن‌ها را می‌گرفت؛ و یا این‌که سکه‌هایی را روی زمین می‌انداختیم و او می‌بایست تلاش کند و آن‌ها را با دست ضعیف سمت راستش بگیرد و بالا ببرد. کل تمرینات ما شامل فعالیت‌هایی از تجارب عادی زندگی بود. ما از یک گلدان برای تمرین استفاده می‌کردیم. به‌این‌ترتیب که وی گلدان را در دست سالمش می‌گرفت و دست آسیب‌دیده را به مدت ۱۵ دقیقه دور آن در جهت عقربه‌ی ساعت و پس‌ازآن ۱۵ دقیقه برخلاف عقربه‌ی ساعت می‌چرخاند. محیط دایره‌وار گلدان کمک می‌کرد که وی بتواند بر دست خود کنترل پیدا کند. مراحلی بود که انجام هر یک با قبلی هم‌پوشانی پیدا می‌کرد و او کم‌کم بهتر می‌شد. بعد از مدتی خود او هم در طراحی این تمرینات شرکت کرد. او می‌خواست به مرحله‌ای برسد که بتواند با من و دیگر دانشجویان پزشکی بنشیند و غذا صرف کند». ساعات زیادی در طی روز به انجام این تمرینات اختصاص می‌یافت، اما با انجام آن‌ها کم‌کم پدرو از مرحله‌ی خزیدن به حرکت بر روی زانوها، سپس ایستادن و بعدازآن، راه رفتن تغییر وضعیت داد.
برای حرف زدن، این خود پدرو بود که با خودش تمرین می‌کرد و بعد از سه ماه

نشانه‌هایی آشکار شد که نشان می‌داد قوه‌ی گفتاریش هم در حال بازگشت است. بعد از چند ماه او خواست که شروع به نوشتن کند. وی جلوی ماشین تایپ می‌نشست، انگشت میانی‌اش را بر روی کلید دلخواه می‌گذاشت و با تمام دست آن‌را فشار می‌داد. پس از کسب تبحر در این‌کار فقط از مچ دست استفاده می‌کرد و سرانجام نوبت به انگشتان رسید اما هر دفعه یک انگشت. سرانجام او یاد گرفت به‌طورمعمولی تایپ کند.
در انتهای سال، هنگامی‌که شصت‌وهشت‌ساله شد، روند بهبودی او کامل شده بود. به دنبال آن او شروع به تدریس تماموقت در سیتی کالج نیویورک کرد. او عاشق تدریس بود و کار خود را تا زمان بازنشستگی در سن هفتادسالگی ادامه داد. سپس کار تدریس دیگری در ایالت سانفرانسیسکو به‌دست آورد، دوباره ازدواج کرد و کار، کوه‌پیمایی و سفرهای خود را ادامه داد. او به مدت هفت‌سال بعد از سکته‌اش فعال بود. در یکی از سفرهایش به بوگوتای کلمبیا، وی صعود پرارتفاعی را به یکی از کوه‌های منطقه انجام داد. در ارتفاع نه هزار پایی دچار سکته‌ی قلبی شد و به فاصله‌ی کوتاهی پس‌ازآن درگذشت. وی به هنگام مرگ هفتادودو سال سن داشت.
من از جرج پرسیدم آیا متوجه شده که این روند طولانی توان‌بخشی بعد از سکته‌ی پدرش تا چه اندازه غیرمعمول بوده و این‌که آیا در آن‌زمان هیچ فکر می‌کرده که بهبود پدرش می‌توانسته ناشی از پلاستیسیتی مغز باشد؟
«من همه‌ی این کارها را فقط در جهت بهبود پدر انجام می‌دادم اما در طی سالیان بعد، پل آن‌را با عنوان نوروپلاستیسیتی معرفی کرد؛ گرچه فوراً به این نتیجه‌گیری نرسید. بعد از مرگ پدر بود که او آن‌را ارائه کرد».
جسد پدرو را به سانفرانسیسکو آوردند، جایی که پل کار می‌کرد. سال ۱۹۶۵ بود و در آن سال‌ها به‌جای اسکن مغزی که این روزها انجام می‌شود، تشریح رایج بود؛ چون به این طریق پزشکان می‌توانستند بیماری‌های مغزی را بشناسند و به علل مرگ بیماران پی ببرند. پل از دکتر مری‌جین آگولیار(۱۹) خواست که عمل تشریح را انجام دهد.
«چند روز بعد ماری‌جین با من تماس گرفت و گفت ‘پل بیا، چیزی هست که می‌خواهم به تو نشان دهم’. وقتی‌که به بیمارستان قدیمی استنفورد رفتم روی یک میز اسلایدهایی را از برش‌های مغزی پدرم دیدم».
او برای چند لحظه ساکت شد. «آنچه که من احساس می‌کردم درد بود اما می‌توانستم ببینم که ماری‌جین هیجان‌زده است. اسلایدها نشان می‌داد که در نتیجه‌ی سکته، مغز پدر من دچار جراحت وسیعی شده بود. گرچه او توانسته بود با تمرینات متمادی انجام تمامی وظایف مربوط به مغز را به آن برگرداند، اما هیچ‌گاه این زخم التیام پیدا نکرده بود. من از خود بی‌خود شده، احساس کرختی می‌کردم و در فکر بودم که او گفت ‘نگاه کن چه جراحتی داشته’ و بعد از من پرسید ‘شماها چطوری توانستید وضعیت او را با وجود این جراحت بهبود دهید’»؟

پل از نزدیک نگاهی می‌اندازد و می‌بیند که عمده‌ی جراحت مغزی هفت‌سال پیش پدرش در قسمت ساقه‌ی مغز بوده است -بخشی از مغز که کمترین فاصله را با ستون فقرات دارد- و این‌که دیگر مراکز عمده‌ی مغز در کورتکس که حرکت را کنترل می‌کنند هم در نتیجه‌ی سکته از بین رفته بودند. نودوهفت درصد از اعصابی که از کورتکس مغز به ستون فقرات می‌رفتند از بین رفته بودند -آسیب مصیبت‌باری که باعث فلج شدن وی شده بود.

«من دریافتم که مغز او به طریقی توانسته بود به کمک تمرین‌هایی که با جرج انجام داده بود خود را کاملاً بازسازی کند. ما تا آن لحظه متوجه نشده بودیم که بهبودی او چقدر جالب‌توجه بوده و دلیل آن‌هم این بود که به‌علت نبودن اسکن مغزی در آن دوران ما هیچ اطلاعی از میزان جراحت نداشتیم. هنگامی‌که افراد بهبود پیدا می‌کنند تصور بر این است که جراحت چندان آسیبی به شخص وارد نکرده است. ماری‌جین از من خواست که در نگارش مقاله‌ای که قصد داشت دراین‌باره بنویسد با وی همکاری کنم، اما من قادر نبودم چنین کاری بکنم».

داستان پدر او شاهدی دست‌اول بر این مطلب بود که بهبودی «دیرهنگام» در بیمار می‌تواند اتفاق بیفتد، حتی اگر مورد یک فرد مسن و جراحت او گسترده باشد؛ اما بعد از بررسی جراحت و مطالعات بیشتر در این مورد، پل شواهد بیشتری پیدا کرد که نشان می‌داد بعد از وقوع سکته‌های ویرانگر، مغز می‌تواند خود را بازسازی کرده و وظایف خود را انجام دهد. او در مطالعات خود دریافت که یک روانشناس آمریکایی به‌نام شفرد آیوری فرانتس(۲۰) در سال ۱۹۱۵ بیمارانی را به جامعه‌ی علمی نشان داده بود که بیست‌سال قبل از آن فلج شده و توانسته بودند به کمک تمرینات محرک مغزی بهبودی دیرهنگامی را به‌دست آورند.

«بهبودی دیرهنگام» پدرش عامل محرکی برای او شد تا زمینه‌ی حرفه‌ای‌اش را تغییر دهد. در سن چهل‌وچهار سالگی، باخی ریتا دوباره به دنیای پزشکی بازگشت و شروع به طی دوران رزیدنتی در زمینه‌ی نورولوژی و توان‌بخشی کرد. او دریافت لازم است بیمار بسیار پرانگیزه در انجام تمریناتی شرکت کند که کاملاً شبیه به فعالیت‌های روزانه‌ی زندگی وی است تا بهبود پیدا کند، درست همانند پدرش. وی توجه خود را به درمان عوارض ناشی از سکته و به‌طور مشخص «توان‌بخشی دیرهنگام» معطوف کرد تا به افرادی که سال‌ها بعد از وقوع سکته شروع به توان‌بخشی می‌کنند، در فائق آمدن به مشکلات عمده‌ی مربوط به اعصاب کمک کند. او تصمیم گرفت بازی‌های رایانه‌ای را طراحی کند که به بیماران دچار عوارض سکته آموزش می‌دهند که چگونه دست‌های خود را دوباره به‌کار گیرند. تلاش او این بود تا آنچه که در زمینه‌ی پلاستیسیتی آموخته بود را به‌صورت تمرین‌هایی طراحی کند. تمرین‌های توان‌بخشی سنتی معمولاً بعد از چند هفته به پایان می‌رسند، آن‌هنگام که در بیمار هیچ پیشرفتی مشاهده نمی‌شود و یا به وضعیت ثابتی می‌رسد و پزشک انگیزه‌ی خود را برای ادامه‌ی توان‌بخشی از دست می‌دهد؛ اما باخی ریتا بر اساس اطلاعاتی که از

رشد عصب داشت اظهار کرد که بر اساس چرخه‌ی آموزش، این عدم پیشرفت در یادگیری موقتی بوده و بخشی از پلاستیسیتی مغز است که در آن به دنبال هر مرحله‌ی یادگیری یک دوره‌ی تثبیت وجود دارد. گرچه در دوره‌ی تثبیت هیچ‌گونه پیشرفت ظاهری در بیمار به چشم نمی‌خورد، تغییرات بیولوژیکی در درون بیمار در حال وقوع است و مهارت‌های جدید در حال تبدیل شدن به اموری ظریف و خودکار هستند.
باخی ریتا برای افرادی که اعصاب حرکتی صورتشان آسیب دیده برنامه‌ای را طراحی کرد. این افراد کسانی هستند که نمی‌توانند ماهیچه‌های صورت خود را حرکت دهند و در نتیجه قادر نیستند چشمان خود را ببندند، درست صحبت کنند و یا احساسات چهره‌ای خود را نشان دهند و به همین دلیل شبیه به یک آدم ماشینی به‌نظر می‌آیند. برای این مورد باخی ریتا بر روی عصب «اضافه‌ای» کار کرد که به‌طورمعمول در زبان قرار می‌گیرد و از طریق جراحی به یک ماهیچه‌ی چهره‌ای بیمار متصل می‌شود. بعد او یک برنامه‌ی تمرینات مغزی را برای این «عصب زبانی» طراحی کرد (این برنامه مخصوصاً برای قسمتی از مغز بود که آن‌را کنترل می‌کرد) تا مانند یک عصب چهره‌ای عمل کند. این بیماران یاد می‌گرفتند بتوانند احساسات چهره‌ای طبیعی خود را نشان دهند، صحبت کنند و چشمانشان را ببندند؛ یک مثال دیگر برای نشان دادن این‌که او «می‌تواند هر چیزی را به چیز دیگر وصل کند».
سی‌وسه‌سال بعد از چاپ مقاله‌ی باخی ریتا در نشریه‌ی نیچر، دانشمندانی که از نوع ساده و مدرن ماشین بینایی-بساوایی وی استفاده کرده و بیماران را تحت اسکن مغزی قرار داده‌اند، تأیید کرده‌اند که تصویرهای الکتریکی لمسی که از طریق زبان وارد بدن بیماران می‌شود، واقعاً در قسمت کورتکس بینایی مغز آنان پردازش می‌شوند.
در این مورد که حس‌های مختلف در انسان می‌توانند دوباره سیم‌پیچی شوند تردیدهای منطقی وجود داشت که اخیراً همگی توسط حیرت‌برانگیزترین تجارب پلاستیسیتی در دوران ما نقش بر آب شده‌اند. این تجارب نه‌تنها شامل سیم‌پیچی مجدد مسیرهای مربوط به حس‌های بساوایی و بینایی می‌شود بلکه شامل دو حس بینایی و شنوایی نیز هست.
مریگانکا سور([۲۱]) که یک دانشمند عصب‌شناس است توانست توسط جراحی، مغز یک بچه‌راسو را دوباره سیم‌پیچی کند. به‌طور طبیعی عصب بینایی از چشم‌ها به کورتکس بینایی می‌رود، ولی وی توسط جراحی، عصب بینایی این بچه‌راسو را به کورتکس شنوایی او هدایت کرد و کشف کرد که بااین‌وجود بچه راسو یاد می‌گیرد که ببیند. با استفاده از الکترودهایی که در درون مغز این بچه‌راسو کار گذاشته شد، سور ثابت کرد که وقتی راسو به چیزی نگاه می‌کند نورون‌ها در کورتکس شنوایی او برانگیخته شده و پردازش بینایی می‌کنند. کورتکس شنوایی که همان اندازه انعطاف‌پذیر است که باخی ریتا همیشه تصور آن‌را می‌کرده، خود را مورد بازسازی قرار داده و به همین دلیل ساختار کورتکس

بینایی را پیدا کرده است. گرچه راسوهایی که این عمل در مورد آن‌ها انجام شد قدرت بینایی ۲۰/۲۰ را نداشتند اما در حدود یک‌سوم آن‌را دارا بودند؛ یعنی این‌که دید آن‌ها بدتر از آدم‌هایی که عینک می‌گذاشتند نبود.
تا همین چندسال پیش مطلقاً هیچ‌گونه توضیحی برای چنین تغییراتی وجود نداشت؛ اما باخی ریتا با نشان دادن این‌که مغز ما بیشتر از آن انعطاف‌پذیر است که نظریه‌ی موضعی بودن مغز آن‌را مطرح می‌کند، به ارائه‌ی یک نظریه‌ی صحیح‌تر کمک کرده که اجازه‌ی وقوع چنین تغییراتی در مغز را می‌دهد. قبل از انجام این‌کار توسط او، اکثر دانشمندان اعصاب اعتقاد داشتند که ما دارای یک «کورتکس بینایی» در لوب پس‌سری (مرکز پردازش اطلاعات دیداری در مغز) هستیم که پردازش بینایی را انجام می‌دهد و یک «کورتکس شنیداری» در لوب گیجگاهی که پردازش شنوایی را انجام می‌دهد.
چیزی که ما از باخی ریتا آموختیم این است که موضوع پیچیده‌تر از این‌هاست و این‌که این نواحی از مغز پردازشگرهایی انعطاف‌پذیرند که به یکدیگر متصل‌اند و می‌توانند در صورت رسیدن یک نوع پیغام غیرمعمول آن‌را پردازش کنند.
چریل تنها بیماری نبود که از مزایای کلاه عجیب باخی ریتا بهره‌مند شد. از آن موقع تاکنون از کلاه در جهت به‌وجود آوردن حس تعادل و امکان گام برداشتن پنجاه بیمار دیگر هم استفاده شده است. بعضی از آنان دچار همان آسیب‌های چریل بودند و بقیه از جراحت مغزی، سکته و یا بیماری پارکینسون رنج می‌بردند.
اهمیت کار باخی ریتا در این است که وی در شمار اولین نسل از دانشمندان اعصابی قرار می‌گیرد که دریافتند مغز خاصیتی انعطاف‌پذیر دارد و درعین‌حال از دانش خود در راه‌های عملی استفاده کردند تا به این وسیله آلام بشری را تخفیف دهند. نکته‌ی ضمنی در تمام کارهای باخی ریتا این ایده است که ما با مغزی زاده شده‌ایم که بسیار انطباق‌پذیرتر، هدفمندتر و فرصت‌طلب‌تر از آن است که فکر می‌کنیم.
هنگامی‌که مغز چریل دستگاه دهلیزی نویی را به‌وجود آورد– و یا مغز نابینایان تحت آزمایشی که اشیاء، مناظر و یا حرکت را تشخیص می‌دادند شروع به ایجاد مسیرهای تازه کرد- این تغییرات مواردی استثنایی از قانون نبودند بلکه خود قانون موردی استثنایی بود: این‌که کورتکس مربوط به پردازش حس‌ها در مغز انعطاف‌پذیر است و قابلیت انطباق دارد. هنگامی‌که مغز چریل یاد گرفت به گیرنده‌ی مصنوعی جواب دهد که جانشین نوع طبیعی و آسیب‌دیده‌ی آن شده بود، چیزی برخلاف عادت روی نداده بود. اخیراً کارهای باخی ریتا الهام‌بخش دانشمندی به نام اندی کلارک بوده تا با زبان طنز اعلام کند که «ما آدم‌های رباتیکی هستیم که زایشی انسانی داشته‌ایم»؛ به این معنا که انعطاف‌پذیری مغز به ما این امکان را می‌دهد که به‌طور کاملاً طبیعی خود را با ماشین‌هایی مانند کامپیوتر و ابزار الکتریکی پیوند دهیم؛ اما مغز ما هم در واکنش به پیغام از طرف ساده‌ترین دستگاه‌ها، مانند عصای یک نابینا خود را بازسازی می‌کند.
پلاستیسیتی خصیصه‌ی ذاتی مغز ما از دوران ماقبل تاریخ است. مغز دارای

سیستمی بسیار آزادتر از آن است که ما تصور می‌کنیم و طبیعت بسیار فراتر از حدوقواره‌ی خود ظاهر شده تا به ما کمک کند تا دنیای اطرافمان را درک کرده و در آن قدم بگذاریم. طبیعت به ما مغزی اعطاء کرده که با تغییر خود می‌تواند در دنیایی که مدام در حال تغییر است موجودیت خود را حفظ کند.

فصل دوم: کسی که مغز بهتری برای خود ساخت

زنی که برچسب «عقب‌مانده» بر پیشانی‌اش خورده بود، دریافت چگونه خود را درمان کند

دانشمندانی که درباره‌ی مغز کشف‌های مهمی می‌کنند، کسانی هستند که خود دارای مغزهایی خارق‌العاده‌اند و بر روی مغز کسانی کار می‌کنند که دچار آسیب مغزی شده‌اند. به‌ندرت پیش آمده که کسی که در این زمینه به کشف مهمی نائل شده خود دچار مشکل مغزی بوده باشد، اما خوب همیشه استثناهایی هم وجود دارند. باربارا ارواسمیت یانگ(۲۲) یکی از این اسثتناهاست.
هنگامی‌که دختر محصلی بیش نبود، «عدم تقارن» بهترین واژه‌ای بود که می‌شد ذهن باربارا را با آن توصیف کرد. او در سال ۱۹۵۱ در تورنتو کانادا متولد و در پتر بوروگ اُنتاریا بزرگ شد. به‌عنوان یک کودک عملکرد مغزی‌اش در بعضی نواحی عالی بود -آزمایش‌هایی که در مورد شنوایی و حافظه‌ی تصویری وی انجام شد نشان داد میزان هر دو در وی نودونه درصد است- لوب‌های پیشانی او به طرز قابل‌توجهی رشد یافته و به او شخصیتی سرسخت و باانگیزه داده بودند؛ اما مغز او دارای «عدم تقارن» بود به این معنا که این توانایی‌های استثنایی در وجود او همراه شده بودند با درجاتی از عقب‌افتادگی.
این عدم تقارن مغزی آثار خود را به‌صورت ناهماهنگی‌هایی در ظاهر وی نیز جلوه‌گر ساخته بود. مادر او دراین‌باره شوخی می‌کرد و می‌گفت: «قابله باید تو را با پای راست گرفته و بیرون کشیده باشد». پای راست او کمی بلندتر از پای چپش بود که باعث شده بود لگن خاصره‌اش دچار جابجایی شود. او نمی‌توانست دست راستش را به‌حالت کشیده درآورد؛ طرف راست بدنش بزرگ‌تر از طرف چپ بود، چشم چپش هشیاری کمتری داشت و ستون فقرات او نامتقارن و از پهلو دچار کج‌شدگی بود.
او به‌صورتی گیج‌کننده دارای انواعی از ناتوانی‌های جدی در یادگیری بود.
بخشی از مغز که وظیفه‌ی پردازش گفتار را بر عهده دارد، ناحیه‌ی بروکا، در او به‌درستی عمل نمی‌کرد، به همین دلیل او در تلفظ کلمات دچار مشکل بود. علاوه بر این فاقد توانایی استدلال فضایی بود. این قوه باعث می‌شود که ما بتوانیم قبل از حرکت، مسیر فرضی آن‌را در ذهن خود تصور کنیم. برای کودکی که می‌خواهد چهاردست‌وپا برود، برای دندانپزشکی که می‌خواهد دندان را با مته‌ی دندانپزشکی سوراخ کند و همین‌طور ورزشکاری که می‌خواهد در زمین بازی حرکت کند، استدلال فضایی توانایی مهمی است. یک‌روز هنگامی‌که باربارا سه‌سال داشت تصمیم گرفت گاوبازی کند. او خودش را یک گاو وحشی و ماشینی که در محوطه‌ی منزل پارک شده بود را شنل گاوباز در نظر گرفت.

سپس نیرویش را جمع کرده و شروع به دویدن کرد. او فکر می‌کرد هنگام رسیدن به ماشین می‌تواند راهش را کج کرده و با آن برخورد نکند؛ اما تشخیص درستی از محیط اطراف نداشت، همین باعث شد به سمت اتومبیل بدود، با آن برخورد کند و سرش شکافته شود. مادرش می‌گفت که با آن وضعیت، هرگز فکر نمی‌کرده که باربارا بتواند بیشتر از یک‌سال زنده بماند.
استدلال فضایی همچنین به‌درد ساختن نقشه‌ای ذهنی می‌خورد که در آن جای هر شیء مشخص است. ما از این توانایی استفاده می‌کنیم تا میز کارمان را مرتب کنیم، یا به‌یاد بیاوریم دسته‌کلید خود را کجا گذاشته‌ایم. باربارا مدام چیزها را گم می‌کرد. بدون داشتن نقشه‌ای ذهنی از موقعیت مکانی اشیاء، گفته‌ی «از ذهن برود هر آنچه از دیده رود»، در مورد او مصداق داشت. به همین دلیل او تبدیل به آدمی «آشغال‌جمع‌کن» شده بود، زیرا مجبور بود همه‌ی چیزهایی که می‌خواست با آن‌ها بازی یا کار کند را در کنار خودش جمع کند و همیشه در قفسه‌ها و کمدهایش را باز بگذارد. در بیرون از منزل هم همیشه گم می‌شد.
در کنار همه‌ی این‌ها باربارا در «حس حرکتی(۲۳)» خود نیز مشکل داشت. درک حس حرکتی به ما اجازه می‌دهد که متوجه موقعیت فضایی دست‌وپا و بدن خود باشیم و به‌این‌ترتیب بتوانیم حرکات بدنی خود را هماهنگ کنیم. همچنین کمک می‌کند توسط لمس کردن اشیاء را تشخیص دهیم؛ اما باربارا هیچ‌گاه نمی‌توانست تشخیص دهد که حرکات دست و پای سمت چپ او باید با چه فاصله‌ای انجام می‌شود. او که از نظر درونی یک کودک شلوغ و شیطان بود، در انجام کارها هیچ ظرافتی از خود نشان نمی‌داد. نمی‌توانست یک فنجان را بدون ریختن محتوای درون آن، در دست نگه دارد. غالباً در حین راه رفتن یا سکندری می‌خورد و یا این‌که پایش می‌لغزید. پله‌ها قابل اطمینان نبودند. حس لامسه در سمت چپ بدن وی ضعیف‌تر عمل می‌کرد و به همین دلیل این سمت بدنش همیشه دچار کوفتگی و کبودشدگی بود. دست آخر هنگامی‌که رانندگی را یاد گرفت، دائماً سمت چپ اتومبیل را به اینجاوآنجا می‌کوبید. حس بینایی‌اش نیز دچار ناتوانی بود. فراخنای دیداری او آن‌قدر باریک بود که به هنگام نگاه به یک ورق‌نوشته، هر بار فقط چند حرف در تیررس دیدش قرار می‌گرفتند.
اما این‌ها مهم‌ترین ناتوانی‌های او نبودند. بخشی از مغز که رابطه‌ی بین نمادها را تشخیص می‌دهد در او به‌صورت طبیعی عمل نمی‌کرد، به همین دلیل او در درک دستور زبان، مفاهیم ریاضی، منطق و روابط علت و معلولی دچار مشکل بود. او فرق بین «برادر پدر» و «پدر برادر» را متوجه نمی‌شد. ممکن نبود بتواند جملاتی که دو بار منفی شده‌اند را رمزگشایی کرده، بفهمد. به دلیل مشکلی که در درک ارتباط بین عقربه‌های ساعت داشت، نمی‌توانست ساعت را بخواند. تحت‌اللفظی این‌که او دست چپش را از راست تشخیص نمی‌داد؛ نه به این دلیل که فاقد نقشه‌ی فضایی در ذهنش بود بلکه به این دلیل که نمی‌توانست رابطه‌ی بین «چپ» و «راست» را بفهمد. صرفاً با تلاش ذهنی

خستگی‌ناپذیر و تکراری مداوم می‌توانست ارتباطی بین نمادها به‌وجود آورد.
در هنگام روخوانی،حروفی مانند b، d، q و p را معکوس می‌کرد و کلمه‌ای مانند “was” را “saw” می‌خواند. باربارا از سمت راست به چپ می‌خواند و می‌نوشت، یعنی به اختلال قرینه‌نویسی (نوشتن آینه‌ای) مبتلا بود. او راست‌دست بود، اما به دلیل از راست به چپ‌نویسی، نوشته‌ی خود را خراب می‌کرد. معلم‌های وی فکر می‌کردند که او کودکی لجام‌گسیخته است. چون به خوانش‌پریشی مبتلا بود در خواندن اشتباهاتی می‌کرد که برایش گران تمام می‌شد. برادران وی برای آزمایش‌هایی که انجام می‌دادند اسید سولفوریک را در قطره‌چکان قدیمی که متعلق به او بود ریخته بودند. یک‌بار هنگامی‌که می‌خواست زکام خود را درمان کند، برچسبی که تازه نوشته و بر روی قطره‌چکان زده بودند را اشتباهی خواند. باربارا درحالی‌که در رختخواب دراز کشیده و اسید به سینوس‌هایش راه پیدا کرده بود، شرمش می‌آمد که اشتباه این‌بارش را برای مادرش تعریف کند.
او که از درک رابطه‌ی علت و معلول ناتوان بود، کارهای عجیبی انجام می‌داد. علت انجام این اعمال هم این بود که نمی‌توانست ارتباطی بین اعمال خود و عواقب ناشی از آن‌ها بیابد. هنگامی‌که به کودکستان می‌رفت از درک این نکته ناتوان بود که چرا وقتی‌که با برادرانش در یک مدرسه است نمی‌تواند هر وقت که دلش خواست کلاس خود را ترک کرده، به دیدن آن‌ها در کلاسشان برود. عملیات حساب را به‌خاطر می‌سپرد، اما از مفاهیم آن‌ها چیزی نمی‌فهمید؛ به‌خاطر سپرده بود که پنج ضربدر پنج می‌شود بیست‌وپنج، اما نمی‌فهمید چرا. معلم‌هایش در پاسخ به مشکلاتی که داشت به او تمرین‌های بیشتر می‌دادند و پدرش ساعت‌ها وقت صرف می‌کرد تا در خانه به او آموزش دهد، اما بی‌فایده بود. مادرش فلش‌کارت‌هایی از سؤالات ساده‌ی ریاضی در دست می‌گرفت و آن‌ها را از او می‌پرسید. باربارا آن‌ها را نمی‌فهمید، برای همین جایی را برای نشستن انتخاب می‌کرد که نور آفتاب در زاویه‌ی مناسب به فلش‌کارت‌ها بتابد. به‌این‌ترتیب می‌توانست جواب سؤالات را از پشت کارت‌ها بخواند. تلاش‌هایی که برای درمان وی صورت می‌گرفت نمی‌توانست ریشه‌ی مشکلات او را پیدا کند و به همین دلیل صرفاً مایه‌ی عذاب او بودند.
در دوران دبستان باربارا ناامیدانه در پی آن بود که عملکرد خود را ارتقاء بدهد؛ برای همین اوقات صرف ناهار و بعد از مدرسه‌ی خود را صرف حفظ کردن مطالب درسی می‌کرد. در دوران دبیرستان نتیجه‌ی کار او کاملاً غیرقابل‌پیش‌بینی بود. او یاد گرفت که با استفاده از حافظه‌ی خود، ضعف‌هایش را پوشش دهد. حالا می‌توانست با تمرین، واقعیات مسلم را به‌خاطر بسپارد. قبل از امتحان او دعا می‌کرد که سؤالات پایه‌ای واقعی داشته باشند، چون می‌دانست نمره‌ای که از آن‌ها می‌گیرد ۱۰۰ خواهد بود؛ اما اگر سؤالات بر پایه‌ی رابطه‌ها بودند می‌دانست که نمره‌ی او بسیار پایین خواهد شد.
باربارا هیچ‌چیزی را در زمان مقرر متوجه نمی‌شد، او وقایع را بعد از وقوع، با تأخیر

درمی‌یافت. به دلیل آن‌که وی رویدادها را در زمان وقوع نمی‌فهمید، ساعت‌ها مشغول مرور وقایع روی‌داده بود تا بتواند بخش‌های گیج‌کننده‌ی آن‌ها را کنار هم گرد آورده، بفهمد. او در ذهنش کلید تکرار برای مرور گفتگوهای روزمره، دیالوگ فیلم‌ها و ترانه‌های مختلف را تا بیست‌بار می‌زد. دلیل این‌همه تکرار هم این بود که در هنگام مرور وقتی‌که به پایان جمله می‌رسید، بخش آغازین آن‌را از خاطر برده بود.
بخش احساسی وجود او هم به‌خوبی عمل نمی‌کرد. به دلیل مشکلی که در ادراک منطقی داشت، نمی‌توانست نیت واقعی کسی که با زبان ملایم با او سخن می‌گفت را درک کند و به همین دلیل هیچ‌وقت نمی‌فهمید به چه کسی می‌تواند اطمینان کند. دوستی‌ها هم برای او مشکل‌ساز بودند، چون نمی‌توانست با بیش از یک دوست ارتباط داشته باشد.
اما عاملی که بیش از همه او را به ستوه می‌آورد شک مزمن و عدم اطمینانی بود که او در مورد همه‌چیز احساس می‌کرد. او معانی را احساس می‌کرد، اما از آن‌ها مطمئن نبود. حرف همیشگی او این بود: «من این‌را نفهمیدم». او به‌خودش می‌گفت: «من در دنیایی مه‌آلود زندگی می‌کنم که استواری آن برایم بیشتر از حبابی نیست»؛ مانند بسیاری از کودکان که دچار اختلالات اساسی در یادگیری هستند، کم‌کم این فکر به سرش می‌زد که آدم احمقی است.

***

باربارا در دوره‌ای زندگی می‌کرد که کمک‌های کمی برای او قابل ارائه بود. او در توضیح می‌گوید: «در دهه‌ی ۱۹۵۰ در شهر کوچکی مانند پتر بورگ شما نمی‌توانستید از چنین چیزهایی صحبت کنید. نگرش غالب در آن موقع این بود که یا با این وضعیت کنار می‌آیی یا نمی‌آیی. هیچ آموزگار متخصصی برای آموزش به‌من وجود نداشت. شما نمی‌توانستید به ملاقات پزشک متخصص و یا روانشناس بروید. صرفاً دو دهه بعدازآن بود که عبارت «ناتوانی در یادگیری» به‌طور وسیعی مورد استفاده قرار گرفت. معلم کلاس اول من به والدینم گفته بود که من «مشکل مغزی» دارم و نمی‌توانم آن چیزهایی که دیگران یاد می‌گیرند را یاد بگیرم. درک آن به‌روشنی همان چیزی بود که مشاهده می‌شد. شما یا باهوش بودید، یا متوسط، یا کندذهن و یا از نظر ذهنی عقب‌افتاده».
اگر جزء عقب‌افتاده‌ها بودید، شما را در «کلاس‌های جبرانی» می‌گذاشتند؛ اما این کلاس‌ها جای مناسبی برای دختری نبود که با حافظه‌ی درخشان خود می‌توانست نفر اول در آزمون‌های مربوط به واژگان باشد. دوست دوران کودکی باربارا به نام دونالد فراست، که اکنون یک مجسمه‌ساز است، می‌گوید:
«او از نظر آموزشی تحت فشار باورنکردنی قرار داشت. تمام افراد خانواده‌اش از این نظر موفق بودند. پدرش جک، مهندس الکترونیکی بود که ۳۴ اختراع را در اداره‌ی الکترونیک عام کانادا ثبت کرده بود. معجزه‌ای لازم بود تا او از خواندن کتاب دست بکشد و برای صرف شام به سر میز غذاخوری بیاید. نگرش مادرش در زندگی این بود که ‘تو بدون هیچ شکی موفق خواهی بود’ و ‘اگر مشکلی

دارید سعی کن آن‌را حل کنی’. فراست در ادامه می‌گوید: «باربارا به طرز باورنکردنی حساس، گرم و با توجه بود؛ اما در ضمن به‌خوبی قادر بود مشکلات خود را پنهان کند. در سال‌های پس از جنگ، حسی از کمال‌گرایی بر مردم حاکم بود؛ به این معنا که هر فرد باید همان‌قدر به معلولیت‌های خود توجه می‌کرد که مثلاً به کورکی که روی بدنش درمی‌آمد. در این مورد ‘هس’ تنها صدایی بود که شنیده می‌شد».
باربارا به پرورش کودک گرایش پیدا کرد و وارد این رشته شد تا به‌نوعی مسائل را برای خود حلاجی کند. هنگامی‌که به تحصیل در دوره‌ی کارشناسی دانشگاه گوئلف اشتغال داشت، ناهم‌خوانی‌های عمده‌ی ذهنی‌اش بار دیگر ظاهر شد؛ اما خوشبختانه استادان متوجه استعداد حیرت‌برانگیز او در تشخیص علائم غیر گفتاری شدند که در آزمایشگاه هنگام معاینه‌ی کودکان، آن‌ها را تشخیص می‌داد. در نتیجه از او خواسته شد که تدریس آن واحد درسی را بر عهده بگیرد. حس او این بود که باید اشتباهی روی داده باشد. سپس برای دوره‌ی فوق‌لیسانس، در انستیتو مطالعات آموزشی اُنتاریو پذیرفته شد. همه‌ی دانش‌آموزان یک مقاله‌ی تحقیقی را یک یا دو بار می‌خواندند، اما باربارا معمولاً هر مطلبی را به همراه منابعش بیست‌بار می‌خواند تا به درکی سطحی از معنای آن برسد. به‌این‌ترتیب او فرصت نداشت بیشتر از چهارساعت در شبانه‌روز بخوابد.
ازآنجاکه باربارا در بعضی حوزه‌ها عالی عمل می‌کرد و در معاینات عملی کودکان بسیار ماهر بود برای استادانش در دوره‌ی فوق‌لیسانس باور این‌که او دچار ناتوانی است دشوار بود. جاشوا کوهن دانشجوی دیگر این انستیتو، که در عین پراستعداد بودن در یادگیری مشکل داشت، اولین کسی بود که به ناتوانی باربارا پی برد. او یک کلینیک کوچک مربوط به کودکان ناتوان در یادگیری را اداره می‌کرد که از یک استاندارد درمانی به‌نام «جبران(۲۴)» استفاده می‌کرد. این استاندارد درمانی بر اساس تئوری موردقبول در آن زمان طراحی شده بود؛ هنگامی‌که سلول‌های مغزی می‌میرند یا نمی‌توانند رشد کنند، قابل ترمیم نیز نیستند. به همین دلیل در مورد این مشکل کارهای جبرانی انجام می‌شد. افرادی که در خواندن مشکل داشتند به نوارهای شنیداری گوش می‌دادند. به کسانی که «کند» بودند، وقت بیشتری برای حل مسائل داده می‌شد. به کسانی که در دنبال کردن موضوع مشکل داشتند، گفته می‌شد نکات اصلی را به‌صورت کد-رنگ درآورند. جاشوا برای باربارا یک برنامه‌ی جبرانی در نظر گرفت، اما به نظر خودِ باربارا این برنامه خیلی وقت‌گیر بود. موضوع پایان‌نامه‌ی باربارا تحقیق بر روی کودکان ناتوان در یادگیری بود که توسط روش جبرانی در کلینیک انستیتو تحت درمان قرار داشتند؛ اما نتایج این تحقیق نیز نشان می‌داد که بیشتر آن‌ها واقعاً پیشرفت نکرده بودند. خود وی هم دچار چنان نقص‌های زیادی بود که گاهی یافتن دستورالعمل درستی که بتواند بر آن‌همه نقص تأثیر بگذارد را سخت می‌کرد. به دلیل موفقیتی که وی در ارتقاء حافظه‌اش کسب کرده بود،

به جاشوا گفت که به تصور او باید راه‌حل بهتری وجود داشته باشد.
یک‌روز جاشوا به باربارا پیشنهاد کرد نگاهی به کتاب‌های الکساندر لوریا(۲۵) بیندازد. کتاب‌هایی که خود وی قبلاً آن‌ها را خوانده بود. باربارا درگیر خواندن آن‌ها شد. او بخش‌های مشکل کتاب‌ها را بارها مرور کرد، به‌خصوص کتابی با عنوان «مشکلات اساسی زبان‌شناسی عصبی»(۲۶) و بخشی از آن که در ارتباط با افرادی بود که دچار سکته و یا جراحت مغزی شده بودند و در درک دستور زبان، منطق و خواندن ساعت مشکل داشتند. لوریا که در سال ۱۹۰۲ به‌دنیا آمده بود، متعلق به دوران انقلاب روسیه بود و به‌شدت به روانکاوی علاقه داشت. او با فروید مکاتبه داشت و مقالاتی را درباره‌ی نوعی روش روانکاوی به نام «تداعی آزاد(۲۷)» نوشته بود. در این روش بیماران هرچه به ذهنشان می‌آید را بیان می‌کنند. هدف وی این بود که متدهای عینی را برای ارزیابی ایده‌های فروید به‌وجود آورد. وی در دهه‌ی سوم زندگی‌اش بود که اولین نمونه‌ی آزمایشی دستگاه دروغ‌سنج را اختراع کرد. هنگامی‌که تصفیه‌ی بزرگ دوران استالین آغاز شد، روانکاوی دانشی غیرمطلوب تشخیص داده شد و لوریا مورد تقبیح قرار گرفت. وی در انظار عمومی آن‌را انکار کرده، قبول کرد دچار «اشتباهات ایدئولوژیکی» شده است. بعد هم برای دور ماندن از انظار عمومی به مدرسه‌ی پزشکی بازگشت.
اما او روانکاوی را به‌کلی کنار نگذاشت. بدون جلب توجه دیگران، جنبه‌هایی از روانکاوی و روانشناسی را در عصب‌شناسی وارد کرد و به‌این‌ترتیب پایه‌گذار نورو سایکولوژی (روانشناسی عصب‌شناختی) شد. پیشینه‌ی بیماران او به‌جای آن‌که بر روی شرحی از علائم بیماری تمرکز داشته باشد، وضعیت بیماران را به‌تفصیل شرح می‌داد. اولیور ساکس(۲۸) دراین‌باره نوشته: «شرح‌حالی که لوریا از وضعیت بیمارانش داده را از نظر سرزندگی، غنا و دقت در جزییات می‌توان با کارهای فروید مقایسه کرد». یکی از کتاب‌های لوریا با عنوان «مردی با دنیای درهم‌شکسته»(۲۹) خلاصه‌ی یادداشت‌های روزانه‌ی بیماری است با شرایط ویژه که با تفاسیری در هر مورد همراه شده است.
در پایان ماه می ۱۹۴۳ رفیق لیووا زازتسکی(۳۰)، مردی شبیه به یک پسربچه، به دفتر لوریا در بیمارستان توان‌بخشی مراجعه کرد. زازتسکی یک ستوان جوان روسی بود که در نبرد اسمولنسک زخمی شده بود. این همان‌جایی بود که روس‌ها با تجهیزات نظامی بسیار کم وارد نبرد با ماشین جنگی مهاجم آلمان شده بودند. گلوله‌ای که به سر زازتسکی اصابت کرده بود باعث جراحتی عمیق در مغز و آسیب وسیع در قسمت چپ سرش شده بود. به مدت طولانی در وضعیت کما بود؛ اما هنگامی‌که از کما بیرون آمد علائم در او بسیار عجیب بودند. گلوله در بخشی از سر او وارد شده بود که به او کمک می‌کرد تا ارتباط بین نمادها را دریابد. او دیگر قادر نبود منطق، رابطه‌ی علت و معلول و یا روابط فضایی را درک کند. او نمی‌توانست سمت چپ را از راست تشخیص دهد؛ قادر به درک نشانه‌هایی از دستور زبان که ارتباط چیزها را با هم بیان می‌کردند نبود. حروف

اضافه‌ای مانند «در»، «بیرون»، «قبل»، «بعد»، «با» و «بدون» برای او بی‌معنی شده بودند. نمی‌توانست از معنای یک کلمه سر درآورد، یک جمله‌ی کامل را بفهمد و یا یک خاطره را به‌صورت کامل به‌یاد آورد؛ زیرا انجام هر یک از این کارها مستلزم درک نمادهای رابط بود؛ تنها جزییاتی گذرا از آن‌ها را می‌گرفت. بااین‌وجود لوب‌های پیشانی‌اش -که او را قادر می‌ساختند تا به دنبال عوامل مرتبط با هم بگردد، برنامه‌ریزی کند، راهبرد تعیین کند، اهداف خود را شکل داده و آن‌ها را دنبال کند- از آسیب محفوظ مانده بودند و به همین دلیل او توانایی آن‌را داشت که کاستی‌های خود را متوجه شده و بخواهد که بر آن‌ها غلبه پیدا کند. او نمی‌توانست بخواند، زیرا فعالیتی به‌غایت ادراکی است، اما به دلیل ماهیت ارادی نوشتن، می‌توانست آن‌را انجام دهد؛ نوشتن خاطرات روزانه‌ی خود را به‌صورت تکه‌تکه شروع کرد. نام «من با آن می‌جنگم»([۳۱]) را بر این دفتر یادداشت روزانه‌ای گذاشت که تعداد صفحات آن به سه هزار رسید. در این دفتر او نوشته بود: «من در دوم مارس ۱۹۴۲ کشته شدم اما به‌خاطر قدرت حیات ارگانیسم بدنم به طرز معجزه‌واری زنده ماندم».

در طی سی‌سال بعد، لوریا، زازتسکی را تحت نظر داشت و درباره‌ی این‌که چگونه جراحت وی بر فعالیت‌های ذهنی‌اش تأثیر می‌گذارد، گزارش می‌نوشت. او شاهد مبارزه‌ی قاطع زازتسکی بود که می‌خواست «زندگی کند، نه این‌که صرفاً زنده باشد».

با خواندن یادداشت‌های روزانه‌ی زازتسکی، باربارا به‌خود گفت: «او زندگی من را تعریف کرده است». زازتسکی نوشته بود: «من معنای دختر و مادر را می‌فهمم، اما نمی‌توانم مفهوم عبارت دخترِ مادر را درک کنم. همچنین در ادامه توضیح داده بود: مفهوم عبارات دخترِ مادر و مادرِ دختر از نظر من یکی است. علاوه بر این من در درک عباراتی مانندَ «آیا یک فیلَ بزرگ‌تر از یک مگس است؟» مشکل دارم. همه‌ی چیزی که من می‌توانم بفهمم این است که مگس کوچک و فیل بزرگ است اما مفهوم کلماتی مانند بزرگ‌تر و کوچک‌تر را نمی‌فهمم».

هنگامی‌که زازتسکی به تماشای فیلم می‌پرداخت می‌نوشت: «قبل از این‌که من مجالی پیدا کنم تا بفهمم هنرپیشگان فیلم چه می‌گویند، صحنه‌ی فیلم عوض می‌شود».

لوریا سعی کرد دریابد مشکل از کجاست. گلوله به نیمکره‌ی چپ مغز زازتسکی در محل تلاقی سه بخش مهم ادراکی مغز او اصابت کرده بود. این مکانی از مغز است که در آن لوب‌های گیجگاهی (که معمولاً صدا و زبان را پردازش می‌کنند)، لوب‌های پس‌سری (که معمولاً تصاویر بصری را پردازش می‌کنند) و لوب‌های آهیانه (که معمولاً روابط فضایی را پردازش می‌کند و اطلاعاتی که از حواس مختلف می‌رسد را در خود جا می‌دهد) با هم تلاقی پیدا می‌کنند. در این محل تلاقی است که داده‌های ادراکی این سه بخش در کنار هم جمع و با هم ادغام می‌شوند. لوریا متوجه شد درحالی‌که زازتسکی می‌توانست این اطلاعات را به‌طور صحیح دریافت کند از ارتباط دادن این اطلاعات با هم و یا از رسیدن جزء

به‌کل ناتوان بود. مهم‌تر این‌که وی در ایجاد ارتباط بین تعدادی از نمادها مشکل داشت؛ کاری که ما به‌صورت معمولی هنگامی‌که بر روی کلمات فکر می‌کنیم، آن‌را انجام می‌دهیم. به همین دلیل زازتسکی هنگام صحبت از کلمات به‌صورت غلط استفاده می‌کرد. مثل این بود که تور او به‌اندازه‌ی کافی بزرگ نبود تا بتواند کلمات و معانی آن‌ها را گرفته در خود نگه دارد و به همین دلیل غالباً نمی‌توانست کلمات را به معانی و یا تعابیر آن‌ها مربوط کند. او با اجزاء زندگی می‌کرد و در همین رابطه نوشت: «من دائم در ابهام زندگی می‌کنم،... همه‌ی آنچه که در ذهنم جرقه می‌زند تصویر است... تصویرهایی که ناگهان ظاهر شده و به همان سرعت ناپدید می‌شوند... من نمی‌توانم بفهمم یا به‌یاد بیاورم که معنی آن‌ها چیست».
برای اولین بار باربارا فهمید که فرد دیگری هم دارای مشکل مغزی او بوده است؛ اما لوریا درباره‌ی آنچه که وی به دنبالش بود چیزی ننوشته بود: درمان. وقتی‌که دریافت تا چه حد دچار ناتوانی است احساس خستگی و ناتوانی بیشتری کرد و فکر کرد قادر نیست این راه را ادامه دهد. به همین دلیل هنگامی‌که در ایستگاه‌های مترو می‌ایستاد به دنبال مکانی می‌گشت که با پرت کردن خود، اثری از خود باقی نگذارد.
در همین موقعیت زمانی از زندگی‌اش -هنگامی‌که بیست‌وهشت‌سال داشت و در دوره‌ی فوق‌لیسانس تحصیل می‌کرد- بود که مقاله‌ای را بر روی میز کارش یافت. مارک روزن‌تسوایگ(۳۲) از دانشگاه کالیفرنیا در برکلی مطالعاتی بر روی خرگوش‌ها در دو محیط دارای محرک و معمولی انجام داده بود. او در آزمایش‌های کالبدشکافی متوجه شد که مغز خرگوش‌هایی که در محیط دارای محرک بوده‌اند نسبت به آن‌هایی که در محیط معمولی سر کرده بودند، سنگین‌تر و دارای فرستنده‌های عصبی بیشتری بوده و همین‌طور بهتر خون دریافت می‌کرده است. او یکی از اولین کسانی بود که با نشان دادن این حقیقت که انجام فعالیت می‌تواند ساختار مغز را تغییر دهد، صحت نوروپلاستیسیتی را اثبات کرده بود.
برای باربارا تیر به هدف خورده بود. روزن‌تسوایگ نشان داده بود که امکان جرح و تعدیل در مغز وجود دارد. گرچه که خیلی‌ها در این مورد شک داشتند، اما معنای آن برای او این بود که روش جبران ممکن است تنها راه‌حل برای این مشکل نباشد. کشف خود او می‌توانست شامل ایجاد ارتباط بین تحقیق لوریا و روزن‌تسوایگ باشد.
او انزوا اختیار کرد و هفته‌های مداوم شروع به کار پرزحمت و خسته‌کننده بر روی آن‌ها کرد و در این میان فقط اوقات استراحت کوتاهی برای خواب داشت؛ برای خود تمرین‌های مغزی طراحی کرد، گرچه هیچ ضمانتی وجود نداشت که بتوانند برایش مفید واقع شوند. به‌جای این‌که بر روی نظریه‌ی جبران کار کند، بر روی ضعیف‌ترین عملکرد مغزی‌اش تمرین کرد -به‌وجود آوردن ارتباط بین نمادها. یکی از تمرین‌هایش در این مورد خواندن صدها تصویر از ساعت‌هایی بود که

اوقات مختلف را نشان می‌دادند. جاشوا کوهن از قبل زمان درست ساعت‌ها را در پشت کارت‌ها نوشته بود. او قبل از برداشتن یک کارت همه‌ی کارت‌ها را به‌هم می‌زد، در نتیجه امکان این وجود نداشت که بتواند وقت زمانی درست کارتی را حفظ کند. بعد یک کارت برمی‌داشت و سعی می‌کرد با نگاه کردن به تصویر وقت را به‌درستی بگوید. سپس برای یافتن جواب درست پشت کارت را نگاه می‌کرد و بعد هرچه سریع‌تر به سراغ کارت بعدی می‌رفت.
وقتی‌که جواب غلط بود، ساعت‌ها وقت صرف می‌کرد و با یک ساعت واقعی کار می‌کرد، عقربه‌ها را به آهستگی جابه‌جا می‌کرد و سعی می‌کرد بفهمد که مثلاً چرا در ساعت ۲:۴۵ عقربه‌ی ساعت‌شمار سه‌چهارم مسیر خود تا عدد سه را پیموده است.
سرانجام هنگامی‌که بخش قبل را فهمید، عقربه‌ی ثانیه‌شمار و همین‌طور عقربه‌ای که تا یک‌شصتم ثانیه را محاسبه می‌کرد را به ساعت اضافه کرد. نتیجه این شد که بعد از گذشت این هفته‌های خسته‌کننده نه‌تنها او می‌توانست ساعت را از بسیاری از افراد معمولی سریع‌تر بخواند، بلکه متوجه شد که در مشکلات دیگر در ارتباط با نمادها پیشرفت داشته است. حالا برای اولین بار در زندگی‌اش دستور زبان، حساب و منطق را می‌فهمید؛ اما مهم‌ترین پیشرفت او این بود که می‌توانست حرف دیگران را در زمان بیان کردن آن بفهمد؛ این اولین بار بود که زندگی‌اش با وقفه همراه نبود. این موفقیت‌های اولیه باعث ایجاد انگیزه در او شد؛ تمرین‌هایی را برای دیگر ناتوانی‌هایش طراحی کرد - مشکلات در ارتباط با موقعیت‌های فضایی، مشکلات در ارتباط با تشخیص دست‌وپا در بدن و ناتوانی‌های بصری- و توانست آن‌ها را هم تا حد متوسط ارتقاء دهد.
باربارا و جاشوا کوهن با هم ازدواج و در سال ۱۹۸۰ در تورنتو مدرسه‌ی آرو اسمیت را افتتاح کردند. آن‌ها به کمک یکدیگر تحقیقاتی را انجام دادند، باربارا به طراحی برای تمرین‌های مغزی ادامه داد و در کنار آن هر روز مدرسه را اداره می‌کرد. سرانجام آن‌ها از هم جدا شدند و جاشوا در سال ۲۰۰۰ درگذشت.
ازآنجاکه تعداد کمی از افراد بودند که درباره‌ی نوروپلاستیسیتی می‌دانستند، یا آن‌را قبول داشتند و یا باور داشتند که مغز را می‌توان مانند یک ماهیچه تمرین داد، به‌ندرت می‌شد سابقه‌ای در ارتباط با کارهایی که او انجام داده پیدا کرد. بعضی منتقدان اعتقاد داشتند که او گزافه می‌گوید -که ناتوانی‌ها در یادگیری قابل درمان است- و نمی‌تواند آن‌را اثبات کند؛ اما باربارا که دراین‌باره اطمینان داشت به طراحی تمرین‌هایی برای بخش‌های مختلف مغزی و عملکردهایی از آن‌ها که به‌علت ناتوانی در یادگیری تضعیف شده بودند، ادامه داد. در طی آن، سال‌ها و قبل از آن‌که تکنولوژی پیشرفته‌ی اسکن مغزی به‌وجود آید، او تحقیق لوریا را مبنای کار خود قرار داد، برای این‌که دریابد کدام بخش از مغز عموماً پردازش کدام وظیفه را بر عهده دارد. لوریا از طریق کار کردن بر روی بیمارانی مانند زازتسکی، نقشه‌ای از مغز را طراحی کرده بود. او بررسی می‌کرد کدام

بخش از مغز یک بیمار دچار جراحت شده و بعد آن بخش را مربوط می‌کرد به وظایفی که دیگر مغز آن‌ها را انجام نمی‌داد.
باربارا دریافت ناتوانی در یادگیری غالباً نوع خفیف‌تری از نقص‌هایی بود که لوریا در بیمارانش مشاهده کرده بود. کسانی که در مدرسه‌ی ارواسمیت پذیرفته می‌شدند -بزرگ و کوچک هر دو- تا چهل‌ساعت مورد ارزیابی قرار می‌گرفتند. طراحی این ارزیابی به‌گونه‌ای بود که به‌طور دقیق مشخص می‌کرد کدام‌یک از عملکردهای مغزی در مراجعان ضعیف است و این‌که آیا می‌توان به آن‌ها کمک کرد. بسیاری از دانش‌آموزانی که در این مرکز پذیرفته می‌شدند کسانی بودند که نمی‌توانستند در مدارس معمولی تحصیل کنند. آن‌ها آرام می‌نشستند و با کامپیوتر کار می‌کردند. بعضی از آنان کسانی بودند که به هنگام ورود به مدرسه اختلال کم‌توجهی و ناتوانی در یادگیری در مورد آن‌ها تشخیص داده شده بود و تحت درمان با داروی ریتالین(۳۳) بودند. هنگامی‌که در انجام تمرینات پیشرفت می‌کردند، رژیم دارویی بعضی از آنان پایان یافت، چرا که کم‌توجهی در آنان جنبه‌ای ثانویه نسبت به مشکل اولیه‌ی بنیادین آنان داشت که اختلال در یادگیری بود.
کسانی که مثل باربارا نمی‌توانند ساعت را بخوانند، حالا در مدرسه بر روی تمرین‌های کامپیوتری کار می‌کنند و ساعت‌هایی را می‌خوانند که ده عقربه‌ی آزاردهنده دارد (عقربه‌هایی نه‌تنها برای ثانیه، دقیقه و ساعت، بلکه برای تقسیمات دیگر زمانی مانند روز، ماه و سال). آن‌ها به‌آرامی و با تمرکز زیاد پشت کامپیوتر می‌نشینند، تا زمانی‌که آن‌قدر جواب‌های صحیح بدهند که به حد لازم پیشرفت کنند و آن زمان است که با صدای شعف‌آلودی این پیروزی خود را فریاد می‌کشند و صفحه‌ی کامپیوتر در تبریک‌گویی به آنان روشن می‌شود. هنگامی‌که آنان این دوره از تمرینات را به پایان برسانند، توانایی پیدا می‌کنند که ساعت‌ها را بسیار کامل‌تر از چیزی بخوانند که افراد «معمولی» توانایی آن‌را دارند.
بر سر میزهای دیگر کودکانی هستند که در حال خواندن نامه‌هایی به زبان اردو و فارسی هستند تا حافظه‌ی بصری خود را تقویت کنند. شکل حروف الفبای این نامه‌ها برای کودکان ناآشناست و تمرینات ذهنی مستلزم آن است که دانش‌آموزان آن‌ها را یاد بگیرند تا بتوانند این اشکال غیر آشنا را تشخیص دهند.
کودکان دیگری هم هستند که مانند دزدان دریایی چشم‌بند بر روی چشم چپ خود می‌گذارند و با سعی و کوشش، قلم‌دردست، رد خطوط پیچیده درهم و حروفِ چینی را تعقیب می‌کنند. چشم‌بند باعث می‌شود که داده‌های اطلاعاتی بصری توسط چشم راست تأمین شود و بعد به سمتی از مغز برود که در آن دچار مشکل هستند. این بچه‌ها یاد نمی‌گیرند که بهتر بنویسند. بیشتر آن‌ها با سه مشکل مرتبط به این مرکز می‌آیند: اشکال در صحبت کردن به‌صورت سلیس و روان، تمیز و مرتب نوشتن و خواندن. باربارا در این اعتقاد رهرو لوریا است که هر سه این مشکلات به‌علت ضعف در عملکردی از مغز صورت می‌گیرد

که معمولاً باعث هماهنگی بعضی حرکات و انجام به‌ترتیب آن‌ها در حین انجام این اعمال می‌شود.
هنگامی‌که ما صحبت می‌کنیم مغز نمادهایی را -حروف و کلمات فکرمان- را به رشته‌ای از حرکات تبدیل می‌کند که توسط زبان و لب‌هایمان ارائه می‌شوند. باربارا در این فکر هم رهرو لوریا است که بخشی از مغز که این حرکات را به دنبال هم ردیف می‌کند کورتکس پیش‌حرکتی چپ است. من چند نفر را که عملکرد این بخش از مغز آن‌ها دچار اشکال بود به مدرسه‌ی باربارا فرستادم. پسری بود که دچار این مشکل بود و از آن خسته شده بود، زیرا افکارش همیشه سریع‌تر از آن از ذهنش می‌گذشتند که او بتواند آن‌ها را به گفتار تبدیل کند. به همین علت او که در یافتن کلمات دچار مشکل بود؛ اغلب بخش‌هایی از افکارش را ناگفته باقی می‌گذاشت و پرت‌وپلا می‌گفت. او فردی بسیار اجتماعی بود، اما به دلیل این‌که نمی‌توانست ابراز وجود کند بیشتر مواقع ساکت بود. هنگامی‌که سر کلاس از وی سؤالی پرسیده می‌شد با این‌که جواب آن‌را می‌دانست اما دردمندانه زمان طولانی را صرف می‌کرد تا بتواند آن جواب را بیان کند. همین باعث می‌شد که کم‌هوش‌تر از آنچه که بود به نظر آید و این امر کم‌کم بر خودش هم مشتبه شده بود.
هنگامی‌که ما فکرمان را می‌نویسیم مغزمان کلمات را -که نمادها هستند- به حرکات دست و قلم تبدیل می‌کنند. همان پسر بسیار نامنظم می‌نوشت؛ زیرا در وی ظرفیت پردازش در جهت تبدیل نمادها به حرکات به سهولت سرریز می‌کرد و همین باعث می‌شد به‌جای این‌که به‌صورت جریانی پایدار بنویسد با حرکاتی مقطع و کوتاه بنویسد. گرچه سرهم‌نویسی به او آموزش داده شده بود، اما وی کلمات را نه به‌صورت سرهم، بلکه با حروف جدا می‌نوشت. (این مشکل در بزرگ‌سالانی دیده می‌شود که مایل‌اند یا به‌صورت جدانویسی مطلب خود را بنویسند و یا این‌که آن‌را تایپ کنند. هنگامی‌که کلمات را با حروف جدا می‌نویسیم، این‌کار را با چند حرکت قلم انجام می‌دهیم که کمتر برای مغز طاقت‌فرساست؛ اما در سرهم‌نویسی ما چند حرف را درآن‌واحد می‌نویسم که مغز باید برای آن حرکات پیچیده‌تری را پردازش کند). برای این پسر نوشتن، عملی خاصه دردناک بود؛ چون او جواب اغلب سؤالات آزمون‌ها را می‌دانست اما در نوشتن آن‌قدر کند بود که نمی‌توانست همه را بر روی کاغذ بیاورد. یا اینکه هنگام نوشتن به یک کلمه، حرف و یا عدد فکر می‌کرد، اما چیز دیگری را به روی کاغذ می‌نوشت. این کودکان غالباً به بی‌توجهی متهم می‌شوند، اما مشکل آن‌ها درواقع این است که مغزهای سرریزکرده‌ی آن‌ها فرمان انجام حرکات مکانیکی اشتباه می‌دهد.
دانش‌آموزانی که دچار این ناتوانی هستند در خواندن هم مشکل دارند. معمولاً هنگامی‌که ما مطلبی را می‌خوانیم، مغز بخشی از جمله را می‌خواند بعد چشم‌ها را بر روی صفحه با فاصله‌ای مناسب حرکت می‌دهد تا بخش بعدی جمله را ببیند، این عمل به جریانی از حرکات چشمی دقیق نیاز دارد.

Telegram @eat_book

اما خواندن این پسر بسیار کند بود؛ زیرا در طی خواندن بعضی واژه‌ها را از قلم می‌انداخت، جایی از صفحه را که در حال خواندن آن بود گم می‌کرد و به‌این‌ترتیب تمرکزش را از دست می‌داد. برای او خواندن کاری خسته‌کننده و طاقت‌فرسا بود. هنگام امتحان غالباً سؤالات را اشتباهی می‌خواند و هنگامی‌که برای غلطیابی جواب‌ها را دوباره می‌خواند بعضی بخش‌ها را به‌کلی از قلم می‌انداخت.
تمرینات ذهنی این پسر در مدرسه‌ی ارواسمیت شامل دنبال کردن خطوط درهم‌پیچیده بود تا باعث تحریک اعصاب وی در بخش تضعیف‌شده‌ی پیش‌حرکتی شود. باربارا دریافته بود که تمرینات ردیابی باعث پیشرفت کودکان در هر سه حوزه می‌شود – تکلم، نوشتن و خواندن. زمانی‌که دوره‌ی آموزشی این پسر در مدرسه تمام شد، خواندن وی به سطحی بالاتر از کلاس رسیده بود و او برای اولین بار با لذت چیزی را می‌خواند. او به هنگام صحبت خودبه‌خود طولانی‌تر صحبت می‌کرد و جملات کامل‌تری را به‌کار می‌برد، در ضمن آن‌که نوشتنش هم پیشرفت کرده بود.
در مدرسه بعضی کودکان به سی‌دی گوش می‌دهند و شعر حفظ می‌کنند تا حافظه‌ی شنیداری ضعیف خود را تقویت کنند. این‌ها کودکانی هستند که غالباً درس‌ها را فراموش می‌کنند و در مورد آن‌ها تصور این است که بی‌مسئولیت و یا تنبل هستند؛ ولی حقیقت این است که دچار مشکل مغزی هستند. درحالی‌که افراد باهوش متوسط می‌توانند ۷ مورد غیر مرتبط با هم را در ذهن خود نگاه دارند (مانند یک تلفن ۷ رقمی) این افراد دو یا سه مورد را در خاطر نگاه می‌دارند. بعضی به‌اجبار یادداشت برمی‌دارند که این امر باعث می‌شود موارد را از یاد نبرند. در موارد شدید افراد نمی‌توانند یک ترانه را از ابتدا تا انتها دنبال کنند و مغز آنان چنان سرریز می‌کند که توجه خود را از دست می‌دهد. بعضی نه‌تنها مشکلاتی در به‌خاطر سپردن صحبت‌ها دارند، بلکه افکار خود را نیز نمی‌توانند به‌خاطر بسپارند، زیرا تفکر زبانی کاری تدریجی است. این نقیصه را می‌توان با تمرینات حفظ کردنی طوطی‌وار درمان کرد.
علاوه بر این، باربارا تمرینات ذهنی برای کسانی طراحی کرده که پختگی اجتماعی ندارند. این نقص در آنان به دلیل ضعف در عملکرد بخشی از مغز است که به انسان اجازه می‌دهد نشانه‌های غیرکلامی را دریابند. تمریناتی هم برای کسانی وجود دارد که در عملکرد لوب‌های پیشانی خود دچار مشکل هستند؛ کسانی که تکانشی هستند و یا در برنامه‌ریزی، تعیین استراتژی، تفکیک موارد مرتبط با موضوع، تعیین هدف و دنبال کردن آن مشکل دارند. این افراد غالباً آدم‌هایی بی‌نظم و دمدمی‌مزاج به نظر می‌آیند و کسانی هستند که نمی‌توانند از اشتباهات خود درس بگیرند. باربارا معتقد است بسیاری از افرادی که لقب «هیستریک» و یا «ضداجتماعی» را یدک می‌کشند، در این بخش از مغز دچار مشکل هستند.
تمرینات مغزی زندگی افراد را ازاین‌رو به آن رو می‌کند. یک آمریکایی که از این

مدرسه فارغ‌التحصیل شده به‌من گفت که در سیزده‌سالگی به این مدرسه مراجعه کرده، در آن هنگام مهارت خواندن و ریاضیات او در سطح کلاس سوم ابتدایی بوده است. قبل از آن وی در دانشگاه تافتز تحت آزمایش‌های فیزیولوژی اعصاب قرار گرفته بود و به او گفته بودند که هیچ‌گاه پیشرفت نمی‌کند. مادرش او را به ده مدرسه‌ی مختلف مخصوص ناتوانان در یادگیری فرستاده بود، اما هیچ‌یک مؤثر نبودند. بعد از سه‌سال تحصیل در مدرسه‌ی ارواسمیت، او قادر بود در سطح کلاس دهم بخواند و اعمال ریاضی را انجام دهد. در حال حاضر وی تحصیل در کالج را به اتمام رسانده و در یک مرکز اقتصادی در پایتخت مشغول به کار است. فرد دیگری هم در شانزده‌سالگی به مدرسه‌ی ارواسمیت آمد درحالی‌که در حد کلاس اول می‌توانست بخواند. والدین او که هر دو معلم بودند، تمام راهبردهای جبرانی استاندارد را در مورد او به کار گرفته بودند؛ اما بعد از چهارده ماه تحصیل در مدرسه‌ی ارواسمیت او حالا در سطح کلاس هفتم می‌خواند.
همه‌ی ما دارای ضعف‌هایی در عملکرد مغزی‌مان هستیم و استفاده از چنین تکنیک‌های مبتنی بر نوروپلاستیسیتی با پتانسیل بالقوه‌ای که دارند، می‌توانند به ما کمک کنند. ازآنجاکه تمام شاغلان در حرفه‌های مختلف نیاز دارند از عملکرد چندگانه‌ی مغز خود استفاده کنند، این نقاط ضعف می‌تواند تأثیری عمیق بر موفقیت حرفه‌ای‌شان داشته باشد.
باربارا از تمرین‌های مغزی برای کمک به هنرمندی استفاده کرد که دارای توانایی درجه‌ی یکی در طراحی و تشخیص رنگ‌ها بود، اما توانایی‌اش در تشخیص شکل اشیاء ضعیف بود. (توانایی تشخیص شکل اشیاء به عملکردی از مغز بستگی دارد که کاملاً متفاوت است از عملکردی که برای طراحی و تشخیص رنگ‌ها به‌کار می‌رود. این همان مهارتی است که فرد توسط آن می‌تواند بفهمد در بازی‌هایی مانند والدو کجاست؟ عالی عمل کند. در این بازی خانم‌ها معمولاً بهتر از مردان عمل می‌کنند که می‌تواند دلیلی بر این باشد که چرا مردان برای یافتن بعضی چیزها در یخچال دچار مشکل می‌شوند).
باربارا به یک وکیل هم کمک کرد؛ وکیلی با آینده‌ای درخشان که به‌علت نقصی که در قسمت تلفظی ناحیه‌ی بروکا داشت، نمی‌توانست در دادگاه خوب صحبت کند. صرف تلاش ذهنی بیشتر برای کمک به عملکرد ضعیف، ظاهراً بخش‌های قوی‌تر ذهن را معطوف به آن می‌کند. به همین دلیل ممکن است از دیدگاه شخصی که در بخش بروکا دچار مشکل است، فکر کردن در حین صحبت کردن بسیار سخت‌تر به نظر آید تا از دیدگاه یک انسان معمولی. بعد از انجام تمرین‌های مربوط به بخش بروکا، وکیل به حرفه‌اش در دادگاه به شکلی موفقیت‌آمیز ادامه داد.
شیوه‌ی مدرسه‌ی ارواسمیت و استفاده از تمرین‌های مغزی، برای آموزش دستاوردهای بزرگی را به همراه داشته است. بسیاری از کودکان می‌توانند به طریقی شفاف از ارزیابی بخش‌های مغزی خود منتفع شده، عملکردهای

ضعیف مغزی خود را تشخیص داده و از برنامه‌هایی برای تقویت آن‌ها استفاده کنند. شیوه‌ای بسیار پربارتر از شیوه‌ی آموزشی که در آن صرفاً درس تکرار شده و باعث خستگی بی‌پایان در کودک می‌شود. هنگامی‌که «ارتباطات ضعیف در یک زنجیره» تقویت می‌شوند، افراد به مهارت‌هایی دست می‌یابند که در گذشته امکان رشد آن‌ها وجود نداشت و در این زمان است که احساس آزادی می‌کنند.
یکی از بیماران من قبل از آن‌که شروع به انجام این تمرینات مغزی کند، این حس را داشت که خیلی باهوش است، اما نمی‌تواند از تمامی ظرفیت هوشمندی خود استفاده کند. مدتی طولانی من به‌طور اشتباه فکر می‌کردم که مشکل او در ابتدا ناشی از تعارضات روان‌شناسانه‌ای چون ترس از رقابت و تعارضاتی درباره‌ی بهتر بودن از والدین و خواهران و برادرانش است. چنین تعارضاتی وجود داشت و باعث عقب نگه‌داشتن او می‌شد؛ اما دریافتم که اساس تعارضات او در یادگیری -که از یادگیری اجتناب می‌کرد- بیشتر ناشی از خستگی سالیان دراز است و ترس از شکست که از محدودیت‌های ذهنی او نشأت می‌گرفت. هنگامی‌که با انجام دادن تمرین‌های مدرسه‌ی ارواسمیت از مشکلاتش رها شد، عشق درونی او برای یادگیری با تمام نیرو آشکار گشت.
طنز نهفته در این کشف جدید این است که ظاهراً در طول قرن‌های متمادی معلمان متوجه این نکته شده بودند که مغز کودکان باید توسط عمل به تمریناتی ساخته شود که به‌تدریج سخت و سخت‌تر شده و به‌این‌ترتیب عملکرد مغز را تقویت می‌کنند. تا قرن نوزده و اوایل قرن بیستم، آموزش سنتی شامل تکرار و از این طریق حفظ کردن اشعاری طولانی به زبان‌های خارجی بود که حافظه‌ی شنیداری را تقویت می‌کرد (ازاین‌رو باعث فکر کردن در آن زبان هم می‌شد). علاوه بر این توجه کمابیش متعصبانه به چگونگی دست‌خط، احتمالاً ظرفیت‌های مکانیکی مغز را تقویت کرده و به‌این‌ترتیب نه‌تنها به دستخط کمک می‌شد بلکه سریع و روان‌خوانی و صحبت کردن هم تقویت می‌شد. غالباً توجه زیادی هم صرف سخنوری درست و تعالی تلفظ کلمات می‌شد؛ اما در دهه‌ی ۱۹۶ آموزش‌دهندگان، این روش سنتی تمرین را از برنامه‌ی درسی حذف کردند. دلیل آن‌ها این بود که چنین تمرین‌هایی سخت، خسته‌کننده و «نامربوط» هستند؛ اما کنار نهادن چنین تمرین‌هایی هزینه‌هایی را در پی داشت؛ شاید آن‌ها تنها روش‌هایی بودند که از طریق انجامشان بسیاری از کودکان می‌توانستند به‌صورت سیستماتیک عملکرد مغزی را تمرین دهند، که به آن‌ها ظرافت و روانی در استفاده از نمادها را اعطاء می‌کرد. حذف آن‌ها از سیستم آموزشی ممکن است برای اکثریتی از ما به نزول عمومی در سخنوری‌مان منتهی شده باشد؛ توانایی که نیاز به حافظه و سطحی از قوای مغزی شنیداری دارد که امروزه برای ما چندان آشنا نیست. در مناظراتی که در بین لینکلن و داگلاس در سال ۱۸۵۸ انجام شد هردو طرف توانستند بدون استفاده از هیچ یادداشتی و صرفاً با استفاده از پاراگراف‌هایی طولانی که به ذهن

سپرده بودند، به مدت یک‌ساعت و یا بیشتر به‌راحتی صحبت کنند. امروزه بسیاری از فرهیختگان ما که از دهه‌ی ۱۹۶۰ به بعد در برگزیده‌ترین مدارس تحصیل کرده‌اند ترجیح می‌دهند که در سخنرانی‌های خود از ابزار همه‌جا حاضر پاورپوینت استفاده کنند؛ جبرانی غایی برای کورتکس پیش‌حرکتی که تضعیف شده است.
کار باربارا ارواسمیت یانگ ما را به این رؤیا می‌کشاند که چقدر خوب بود اگر هر کودکی از نظر مغزی مورد ارزشیابی قرار می‌گرفت و اگر در این رابطه مشکلی پیدا می‌شد برنامه‌ای متناسب با آن طراحی می‌شد تا در همان سال‌های اولیه‌ی زندگی کودک بخش‌های اساسی مغز وی تقویت شود؛ همان سال‌هایی که نوروپلاستیسیتی بیشترین اثر را دارد. خیلی بهتر است اگر بتوانیم در همان دوران نوشکفتگی از رشد مشکلات مغزی جلوگیری کنیم، تا این‌که بگذاریم کودک این موضوع را در مغز خود جا بیندازد که او آدم «کودنی» است و به‌این‌ترتیب از درس و مدرسه بیزار شود و کار کردن روی بخش‌های ضعیف مغز را متوقف کرده و هرگونه توانایی قابل کسب را به این طریق از دست بدهد.
کودکان کم سن‌وسال‌تر غالباً از طریق انجام تمرینات مغزی پیشرفت بیشتری دارند تا بزرگ‌سالان. شاید علت این باشد که تعداد ارتباطات بین سلول‌های عصبی و یا سیناپس‌ها در مغزهای نابالغ ۵۰ درصد بیشتر از مغز انسان‌های بالغ است. هنگامی‌که ما به بزرگ‌سالی می‌رسیم نوعی عملیات «شاخه و برگ چینی» حجیم در مغز اتفاق می‌افتد و ارتباطات سیناپسی و عصبی که به‌طور گسترده مورد استفاده واقع نشده‌اند ناگهان از بین می‌روند؛ مدلی کلاسیک از گفته‌ی «یا از آنچه که داری استفاده کن یا آن‌را از دست می‌دهی».
احتمالاً بهترین راه‌حل برای تقویت کردن بخش‌های ضعیف مغزی این است که از تمامی این دارایی‌های اضافه‌ی غشایی تا زمانی‌که در اختیار ما هستند استفاده کنیم. بااین‌وجود انجام ارزیابی مغزی در تمام دوران مدرسه و حتی در دوران کالج و دانشگاه می‌تواند مفید باشد. به‌عنوان نمونه برای دانش‌آموزانی که در دبیرستان موفق بوده‌اند اما درنتیجه‌ی کارهای زیاد دانشگاه عملکرد ضعیف مغزشان سرریز کرده و نمی‌توانند درس‌ها را با موفقیت پشت سر بگذارند. حتی بدون وجود این بحران‌ها، هر بزرگ‌سالی می‌تواند از نتایج ارزیابی شناختی مغز خودش بهره‌مند شود؛ یک آزمون قابلیت شناختی که به آن‌ها کمک می‌کند مغز خود را بهتر بشناسند.
اکنون سال‌ها از انجام آزمایشی می‌گذرد که مارک روزن‌تسوایگ برای اولین بار بر روی خرگوش‌ها انجام داد. آزمایشی که برای باربارا الهام‌بخش بود و به او نشان داد که محیط غنی و دارای محرک باعث رشد مغز می‌شود. در گذر سال‌ها آزمایش‌های او و دیگران نشان داده‌اند که تحریک مغز باعث رشد در هر زمینه‌ی ممکنی می‌شود. یادگیری در حیواناتی که در محیطی پربار و محرک رشد کرده‌اند -محیطی که در آن جانوران دیگر، اشیایی برای کاوش،

اسباب‌بازی‌هایی برای غلتاندن، نردبان‌هایی برای بالا رفتن و چرخ‌هایی گردان وجود دارد- بهتر از حیواناتی است که از نظر ژنتیکی همسان آن‌ها هستند اما در محیطی فقیر از این نظر پرورش پیدا کرده‌اند. ماده‌ی شیمیایی مغزی استیل کولین(۳۴)، که وجود آن برای یادگیری لازم است، در موش‌هایی که با مسائل فضایی دشوار آموزش دیده‌اند بالاتر است تا موش‌هایی که همان آموزش را اما در مورد مسائل ساده‌تر دیده‌اند. آموزش مغزی حیوانات در محیطی پربارتر، برای آن‌ها افزایش ۵ درصدی وزن کورتکس مغز و تا ۹ درصدی بخش‌هایی که آموزش مستقیماً باعث تحریک آن‌ها می‌شود را در پی دارد. عصب‌های تحریک‌شده یا تربیت‌یافته می‌توانند تا ۲۵ درصد انشعاب بیشتر پیدا کنند، از نظر اندازه بزرگ‌تر شوند، تعداد ارتباط‌هایشان برای هر نورون را افزایش دهند و دریافت خون بیشتری داشته باشند. این تغییرات می‌توانند در مرحله‌ی بزرگ‌سالی هم روی دهند، گرچه که به همان سرعتی که در حیوانات جوان‌تر روی می‌دهد در حیوانات پیرتر اتفاق نمی‌افتد. آموزش و پربارسازی محیط بر روی آناتومی مغز انواع حیواناتی که تا به امروز مورد آزمایش قرار گرفته‌اند تأثیرات مشابهی باقی گذاشته است.
آزمایش‌های کالبدشکافی که بر روی مغز انسان پس از مرگ انجام شده نشان می‌دهد، آموزش تعداد رشته‌های میان عصبی را افزایش می‌دهد. افزایش تعداد رشته‌ها باعث می‌شود که سلول‌های عصبی از هم فاصله‌ی بیشتری بگیرند و به‌این‌ترتیب افزایشی در حجم و ضخامت مغز به‌وجود آید. به‌این‌ترتیب اینکه می‌گویند می‌توان مغز را با تمرین مانند یک ماهیچه پرورش داد صرفاً یک استعاره نیست. بعضی چیزها را نمی‌توان هرگز کنار هم قرار داد. ازجمله یادداشت‌های روزانه‌ی زازتکسی که تا آخر به‌صورت یک‌رشته افکار متلاشی باقی ماند. آلکساندر لوریا که معنای این اجزاء را درمی‌یافت نتوانست به او کمک کند؛ اما داستان زندگی زازتسکی به باربارا ارواسمیت یانگ کمک کرد تا خود و حالا دیگران را درمان کند.
این روزها باربارا ارواسمیت یانگ بدون هیچ‌گونه گره بارز در فرایند پردازش مغزی‌اش، انسانی زیرک و بامزه است. او که مهارت‌های زیادی کسب کرده از سر یک فعالیت به فعالیت دیگر و از یک کودک به کودک دیگر می‌پردازد.
باربارا نشان داد کودکانی که دچار ناتوانی در یادگیری هستند اغلب می‌توانند به بسیار فراتر از برنامه‌های جبرانی دست یابند و مشکلات اساسی خود را حل کنند؛ مانند تمامی برنامه‌های تمرین مغزی دیگر، کار وی هم برای افرادی دارای بهترین و سریع‌ترین بازده است که در تعداد معدودی از بخش‌های مغزی دچار مشکل هستند؛ اما ازآنجاکه وی تمرین‌ها را برای معلولیت‌های مغزی زیادی توسعه داده، غالباً این توانایی را دارد که به کودکانی با ناتوانی‌های چندگانه در یادگیری کمک کند؛ کودکانی که وضعیتی مانند خودش دارند، قبل از آن‌که وضعیت مغزی‌اش را بهبود ببخشد.

فصل سه: طراحی دوباره‌ای برای مغز

یک دانشمند مغز را تغییر می‌دهد تا عملکرد حافظه و ادراک را بهتر کند، سرعت تفکر را افزایش دهد و مشکلات یادگیری را درمان کند

مایکل مرتزنیچ(۳۵) نیروی محرکه‌ای است برای ابداعات در زمینه‌ی نوروپلاستیسیتی و اختراعات عملی که در این رشته صورت گرفته است. من اکنون در مسیر شهر سانتا روزا در ایالت کالیفرنیا هستم تا او را بیابم. نام مرتزنیچ بیشتر از تمام کسانی که در این رشته فعالیت کرده‌اند مورد ستایش دیگر نوروپلاستیست‌ها قرار گرفته و وی تاکنون سرسخت‌ترین فرد در ادامه‌ی این مسیر بوده است. هنگامی‌که فهمیدم قرار است او در یک کنفرانس در تگزاس حضور داشته باشد با رفتن به آنجا و نشستن در کنار او بود که سرانجام توانستم قرار یک ملاقات در سانفرانسیسکو را با وی بگذارم. مرتزنیچ به‌من می‌گوید: «از این آدرس ایمیل استفاده کن». و «اگر دوباره به ایمیل جواب ندادی؟» جواب می‌دهد: «سماجت کن». در لحظه‌ی آخر محل ملاقات را از سانفرانسیسکو به ویلای خود در سانتا روزا تغییر می‌دهد. مرتزنیچ ارزش این‌همه تلاش برای یافتنش را دارد.

ایان روبرتسون(۳۶) دانشمند ایرلندی رشته‌ی اعصاب او را چنین توصیف می‌کند: «محقق سردمدار جهانی در زمینه‌ی پلاستیسیتی مغز». تخصص مرتزنیچ در ارتقاء توانایی ادراک و تفکر در افراد توسط طراحی دوباره‌ی مغز است. این‌کار توسط پرورش دادن بخش‌های خاص پردازش‌گر مغز صورت می‌گیرد که به آن نقشه‌های مغزی می‌گویند. به‌این‌ترتیب آن‌ها می‌توانند کارهای ذهنی بیشتری انجام دهند. شاید بیشتر از هر دانشمند دیگری او بوده که با شرحی علمی و پربار نشان داده که چگونه بخش‌های پردازشگر مغز ما تغییر می‌کنند.

ویلای مرتزنیچ در سانتا روزا، جایی است که او در آن از شدت کار علمی خود می‌کاهد و تجدیدقوا می‌کند. این آب‌وهوا، این درختان، این تاکستان‌ها؛ مانند این است که بخشی از سرزمین توسکانی را به آمریکای شمالی انتقال داده باشند. من شب را در این ویلا به همراه وی و خانواده‌اش می‌گذرانم و فردا صبح به‌اتفاق او به آزمایشگاهش در سانفرانسیسکو می‌رویم.

کسانی که با او کار می‌کنند وی را «مرتز» می‌نامند. درحالی‌که مرتزنیچ در حال راندن اتومبیل کروکی خود است تا به محل قرارهایش برود -وقت او برای تمام طول بعدازظهر به این قرارها اختصاص یافته- و موهای خاکستری‌اش در جریان باد قرار دارد به‌من می‌گوید که قسمت اعظمی از ذهنیات بسیار شفافش در این مرحله که نیمه‌ی دوم عمرش است -او شصت‌ویک‌ساله است- مربوط به گفتگوهایش درباره‌ی نظریه‌های علمی است. من به صدای او گوش می‌کنم که

با هیجان در حال توضیح آن‌ها در گوشی موبایل خود است. هنگامی‌که در حال عبور از روی یکی از پل‌های باشکوه شهر سانفرانسیسکو هستیم، آن‌چنان غرق در توضیح مفاهیم مورد بحث ما هست که اشتباهی عوارض عبوری را پرداخت می‌کند که لازم نیست پرداخت کند. او یک دوجین پروژه‌های مشترک و آزمایش‌های تجربی دارد که همه را با هم به‌پیش می‌برد و چندین مؤسسه را در این زمینه راه‌اندازی کرده است. مرتزنیچ در توصیف خود می‌گوید: «تا این حد دیوانه!». گرچه این چیزی که عنوان می‌کند نیست، اما ترکیب جالبی است از شوروشوق و بی‌پیرایگی. او که تباری آلمانی دارد در شهر لبنان ایالت اورگون متولد شده و گرچه که نامش توتونیک(۳۷) است و رفتار حرفه‌ای‌اش همراه با سرسختی است اما زبان گفتاریش مربوط به سواحل غربی آمریکا و انسانی آسان‌گیر و متواضع است.
از میان نوروپلاستیست‌ها که دارای مدارک بسیار معتبر علمی در این زمینه هستند این مرتزنیچ است که جاه‌طلبانه‌ترین ادعاها را در این زمینه کرده است: این‌که تمرینات مغزی می‌تواند مانند دارو بر بیماری‌های صعب‌العلاج مانند شیزوفرنی تأثیر داشته باشد، اینکه انعطاف‌پذیری مغز از گهواره تا گور وجود دارد و این‌که پیشرفت‌های اساسی در عملکرد شناختی مغز -مانند چگونگی یادگیری، تفکر، ادراک و به‌یاد آوردن– حتی در سنین کهن‌سالی امکان‌پذیر است. اختراعات ثبت‌شده‌ی اخیر مرتزنیچ بر اساس تکنیک‌هایی است که به سالمندان کمک می‌کند تا بدون تلاش در جهت حفظ کردن مطالب، مهارت‌های یادگیری زبان را کسب کنند. او معتقد است تمرین در جهت کسب یک مهارت جدید تحت شرایط درست می‌تواند باعث تغییر ارتباط بین صدها میلیون‌ها و شاید میلیاردها سلول عصبی در نقشه‌های مغزی ما شود.
اگر شما درباره‌ی چنین ادعاهای جالبی تردید دارید، به این نکته توجه داشته باشید که این ادعاها از طرف شخصی صورت گرفته که به درمان بسیاری از اختلالات کمک کرده؛ اختلالاتی که زمانی درمان‌ناپذیر به نظر می‌رسیدند. در همان آغاز به‌کار، مرتزنیچ به همراه تیمش پرکاربردترین طرح کاشت حلزون را ارائه کرد که برای کودکان ناشنوای مادرزاد امکان شنیدن را فراهم می‌کرد. کار پلاستیسیتی فعلی وی به دانش‌آموزانی که در یادگیری ناتوان هستند کمک می‌کند تا درک و شناخت خود را ارتقاء دهند. این تکنیک‌ها -دوره‌های پلاستیسیتی وی- بر اساس برنامه‌های کامپیوتری است و تاکنون به صدها هزار نفر در این زمینه کمک کرده است.
این برنامه که «سریع به دنبال کلمه(۳۸)» نام دارد ظاهراً شبیه به یک بازی کودکانه است، اما شگفت‌انگیز این است که به کمک آن چقدر زود تغییرات در افراد ظاهر می‌شود. در بعضی موارد افرادی که یک‌عمر دچار مشکلات شناختی بوده‌اند با دریافت تنها سی تا شصت ساعت درمان، بهبود پیدا کرده‌اند. این برنامه حتی به‌طور باورنکردنی به کودکان مبتلا به اوتیسم کمک کرده است.

مرتزنیچ مدعی است هنگامی‌که یادگیری مطابق با قوانین پلاستیسیتی مغز انجام شود، می‌تواند باعث ارتقاء عملکرد «ماشین» ذهنی مغز شود. در آن حالت ما با دقت و سرعت بیشتر می‌فهمیم و یاد می‌گیریم و محفوظاتمان بیشتر در ذهنمان می‌مانند.
کاملاً آشکار است که ما با یادگیری میزان دانسته‌های خود را افزایش می‌دهیم، اما مرتزنیچ مدعی است که ما قادریم خود ساختار مغز را نیز تغییر داده و ظرفیت آن برای یادگیری را افزایش دهیم. برخلاف کامپیوتر، مغز انسان می‌تواند به‌طور مداوم خود را با شرایط جدید تطبیق دهد.
مرتزنیچ در اشاره به لایه‌ی نازک بیرونی مغز می‌گوید: «در حقیقت کورتکس مغزی به‌صورت آگاهانه اقدام به تصحیح ظرفیت‌های پردازشی خود می‌کند تا خود را با هر وظیفه‌ای که باید آن‌را انجام دهد، متناسب نماید». کورتکس مغز صرفاً یاد نمی‌گیرد بلکه همیشه «یاد می‌گیرد که چگونه یاد بگیرد». مغزی که مرتزنیچ تعریف می‌کند، ابزاری غیرزنده نیست که ما صرفاً پُرش کنیم، بیشتر شبیه به موجود زنده‌ای است که دارای میل و رغبت ذاتی است، بخشی که می‌تواند با تغذیه و تمرینات درست خود را تغییر و رشد دهد. قبل از مطرح‌شدن ایده‌ی مرتزنیچ، دانشمندان فکر می‌کردند مغز یک ماشین پیچیده است با محدودیت‌هایی غیرقابل تغییر در حافظه، سرعت پردازش و هوش. مرتزنیچ نشان داده هریک از تصورات گذشته درباره‌ی مغز نادرست بوده است. برنامه‌ی مرتزنیچ این نبود که بفهمد مغز چگونه تغییر می‌کند.
او صرفاً اتفاقی دریافت که مغز می‌تواند نقشه‌های خود را مورد آرایش مجدد قرار دهد و گرچه وی اولین دانشمندی نبود که موضوع نوروپلاستیسیتی را مطرح کرد، اما تجربیات آزمایشگاهی‌اش در اوایل کار باعث شد بخش عمده‌ای از دانشمندان رشته‌ی اعصاب، پلاستیسیتی مغز را قبول کنند.
برای این‌که متوجه شویم نقشه‌های مغزی چگونه تغییر می‌کنند، در ابتدا باید تصویری از آن‌ها را داشته باشیم. این جراح مغز دکتر ویلدر پن‌فیلد(۳۹) بود که برای اولین بار در دهه‌ی ۱۹۳۰ در انستیتو عصب‌شناسی مونترال تصویری از نقشه‌های مغز انسان را به رؤیت همگان رساند. برای پن‌فیلد «نقشه‌کشی» از مغز بیمار به معنای این بود که دریابد عملکرد هریک از اجزای بدن در کجای مغز ارائه شده، فعالیت‌هایشان پردازش می‌شود؛ یک پروژه‌ی ناب برای کسی که به موضعی بودن مغز اعتقاد داشت. طرفداران موضعی بودن مغز دریافته بودند که لوب‌های پیشانی محل قرارگیری سیستم حرکتی مغز هستند و وظیفه‌ی راه‌اندازی و هماهنگی حرکات ماهیچه‌ها را بر عهده دارند. سه لوبی که پشت لوب پیشانی قرار گرفته‌اند -یعنی لوب‌های گیجگاهی، آهیانه و پس‌سری- سیستم حسی مغز را تشکیل می‌دهند و سیگنال‌هایی که از گیرنده‌های حسی –چشم‌ها، گوش‌ها، و گیرنده‌های پوستی و غیره- به مغز می‌رسد را پردازش می‌کنند.
پن‌فیلد سال‌هایی از عمر خود را صرف نقشه‌برداری از اجزاء حرکتی و حسی

مغز کرد، درعین‌حال به انجام جراحی‌های مغزی بر روی بیمارانی پرداخت که به سرطان و صرع مبتلا بودند. آن‌ها در هنگام انجام عمل بر روی تخت به‌هوش بودند. دلیل این‌که بیماران را بی‌هوش نمی‌کردند این بود که در مغز هیچ‌گونه گیرنده‌ی دردی وجود ندارد. نقشه‌ی هر دو قسمت موتوری و حسی شامل قسمت‌هایی از کورتکس است که بر روی سطح مغز قرار دارد و به همین دلیل به‌راحتی توسط یک میل پزشکی می‌توان به آن‌ها دسترسی داشت. پن‌فیلد دریافت هرگاه با میل الکتریکی محدوده‌ی حسی مغز بیمار را لمس می‌کند، احساسی به‌وجود می‌آید که بیمار آن‌را در بدن خود حس می‌کند. او از این میل الکتریکی برای تشخیص بافت‌های سالمی استفاده می‌کرد که در صدد بود آن‌ها را حفظ کند و همین‌طور برای تشخیص بافت دچار تومور و یا بافت آسیب‌دیده که لازم بود آن‌ها را بردارد.
به‌طور طبیعی هنگامی‌که دست شما لمس می‌شود، از طریق ستون فقرات یک سیگنال الکتریکی به مغز می‌رود و در آنجا سلول‌های نقشه مغز را روشن می‌کند که باعث می‌شوند دست احساس لمس‌شدگی پیدا کند. پن‌فیلد دریافت که می‌تواند به‌صورت الکتریکی ناحیه‌ی مربوط به‌دست در نقشه‌ی مغز را روشن کند و به‌این‌ترتیب این احساس را در بیمار به‌وجود آورد که دستش لمس شده است. هنگامی‌که قسمت دیگری از نقشه را تحریک می‌کرد بیمار احساس می‌کرد که بازویش لمس شده، و بخش دیگر همین حس را در مورد صورتش داشت. هر بار که بخشی را تحریک می‌کرد برای این‌که مطمئن شود بافت‌های سالم را قطع نکرده، از بیمارانش می‌پرسید که چه احساسی دارند. بعد از انجام بسیاری از چنین عمل‌هایی او قادر بود نشان دهد که کدام منطقه از نقشه‌ی حسی مغز، مربوط به کدام سطح از هر عضو بدن است.
او همین‌کار را در مورد نقشه‌ی حرکتی مغز انجام داد. نقشه‌ی حرکتی بخشی از مغز است که حرکات را کنترل می‌کند. با لمس قسمت‌های مختلف این نقشه، او می‌توانست باعث ایجاد حرکت در پا، دست، صورت و دیگر بخش‌ها شود.
یکی از کشف‌های مهم پن‌فیلد این بود که متوجه شد نقشه‌ی حسی و موتوری مغز مانند هر نقشه‌ی جغرافیایی دارای ویژگی توپوگرافی هستند؛ به این معنا که مناطقی که در سطح بدن با یکدیگر همجوار هستند عموماً در نقشه‌های مغزی هم همجوار می‌باشند. همچنین کشف کرد که هنگامی‌که بخش‌های خاصی از مغز بیمار را لمس می‌کند در وی باعث یادآوری خاطرات کودکی می‌شود که برای مدت‌های مدید فراموش شده بودند و همین مورد درباره‌ی صحنه‌هایی رؤیاگونه نیز مصداق داشت؛ که این محتوای ضمنی را در خود داشت که فعالیت‌های ذهنی عالی‌تر هم بر روی نقشه‌ی مغزی قرار دارند.
نقشه‌های مغزی پن‌فیلد، دیدگاه چند نسل را شکل داد؛ اما به دلیل اعتقاد دانشمندان به این‌که مغز نمی‌تواند تغییر کند، تصور و آموزش آن‌ها چنین بود که این نقشه‌ها ثابت، غیر قابل‌تغییر و همگانی است -همگانی به معنای این‌که

برای همه‌ی ما به یک‌گونه است- البته خود پن‌فیلد هرگز چنین مطلبی را ادعا نکرد.
مرتزنیچ کشف کرد که از نظر فردی این نقشه‌ها غیرقابل تغییر نیستند و از نظر جمعی همه به یک‌گونه نیستند؛ بلکه از نظر اندازه و مرزبندی در افراد مختلف فرق می‌کنند. در طی یک دوره آزمایش‌های موفق او نشان داد که شکل نقشه‌ی مغزی ما تغییر می‌کند و این تغییر بستگی به این دارد که در طول زندگی چه کارهایی را انجام می‌دهیم؛ اما برای اثبات این نکته به ابزاری بسیار ظریف‌تر از الکترودهای پن‌فیلد نیاز داشت؛ وسیله‌ای که توسط آن بتواند تغییرات روی‌داده در صرفاً چند سلول عصبی را در یک‌زمان تشخیص دهد.
هنگام تحصیل در دوره‌ی کارشناسی در دانشگاه پرتلند، مرتزنیچ و دوستش از ابزار الکترونیکی آزمایشگاهی استفاده کردند تا به‌وسیله‌ی آن طوفان فعالیت‌های الکتریکی در سلول‌های عصبی حشرات را نشان دهند. این آزمایش‌ها باعث جلب شدن توجه یک پروفسور دانشگاه شد که همیشه استعداد و کنجکاوی مرتزنیچ را تحسین می‌کرد و به همین دلیل او را برای طی دوره‌ی کارشناسی ارشد به دو دانشگاه هاروارد و جونز هاپ‌کینگز معرفی کرد. هر دو دانشگاه وی را پذیرفتند. او دانشگاه هاپ‌کینگز را انتخاب کرد تا دوره‌ی دکترای خود در رشته‌ی فیزیولوژی را تحت نظر یکی از بزرگ‌ترین دانشمندان علم اعصاب آن دوران به نام ورنون مونت‌کسِل(۴۰) بگذراند. مونت‌کسل در دهه‌ی ۱۹۵۰ نشان داده بود که ظرافت‌های ساختار مغز را می‌توان با مطالعه‌ی فعالیت‌های الکتریکی سلول‌های عصبی با استفاده از یک تکنینک جدید کشف کرد: نقشه‌برداری میکرو از مغز با استفاده از میکروالکترودهای سوزن‌مانند.
میکروالکترودها چنان کوچک‌اند و حساس که می‌توانند به داخل یک سلول عصبی وارد و یا در کنار آن قرار داده شوند تا نمایان کنند چه وقت این سلول عصبی خاص سیگنال‌های الکتریکی را به دیگر سلول‌ها می‌فرستد. سیگنال‌هایی که سلول عصبی می‌فرستد از طریق میکروالکترود به یک آمپلی‌فایر رفته و سپس به یک صفحه‌ی نمایشگر نوسان‌نگار می‌رود و به‌صورت افزایش ناگهانی ولتاژ در یک پالس الکتریکی نشان داده می‌شود. مرتزنیچ بیشتر اکتشافات خود را توسط همین میکروالکترودها انجام داده است.
این اختراع مهم این امکان را برای دانشمندان رشته‌ی اعصاب فراهم کرد که بتوانند ارتباطات بین نورون‌ها را رمزگشایی کنند؛ نورون‌هایی که تعدادشان در مغز یک فرد بالغ تقریباً به یک‌صد میلیارد می‌رسد. استفاده ازا الکترودهای بزرگ، مانند کاری که پن‌فیلد انجام داد، به دانشمندان این امکان را می‌دهد که بتوانند در یک‌لحظه فرستادن سیگنال از هزاران نورون را مشاهده کنند. با استفاده از میکروالکترودها دانشمندان می‌توانند در یک‌زمان پیغام یک یا چند نورون، در وضعیتی که در حال برقرار کردن ارتباط میان خود هستند، را «استراق سمع» کنند. نقشه‌برداری میکرو در حدود هزاربار دقیق‌تر از نسل‌های فعلی اسکن مغزی است که انفجار فعالیت‌های یک‌ثانیه‌ای که در هزاران سلول

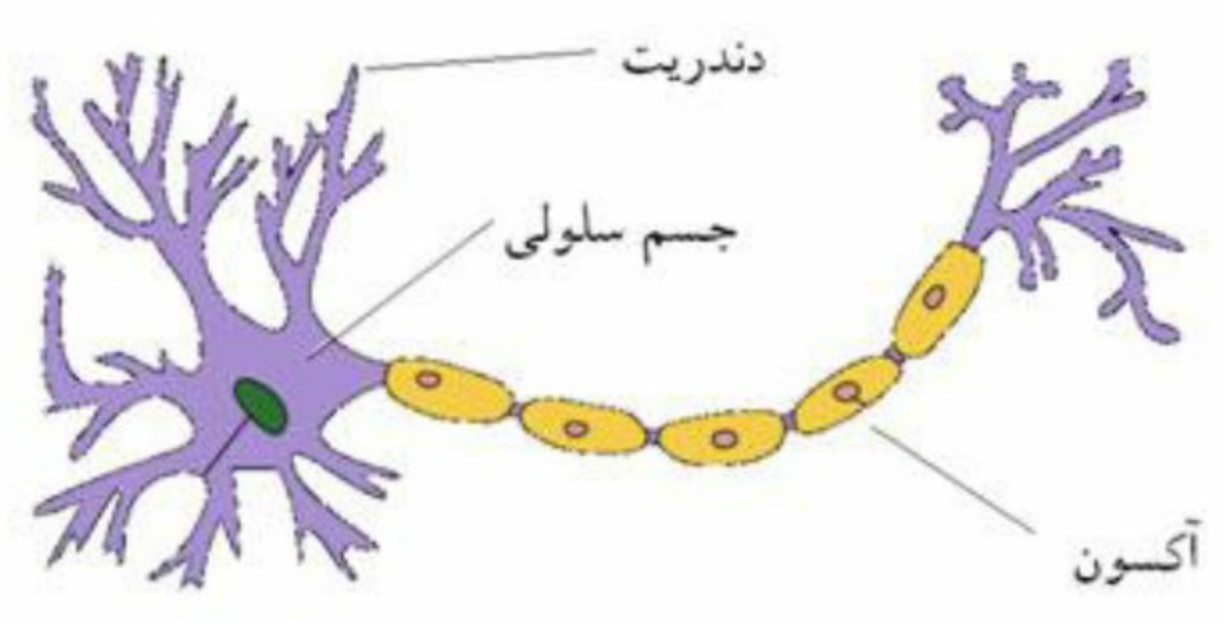
عصبی روی می‌دهد را نمایان می‌سازد. مدت‌زمان ارسال سیگنال الکتریکی توسط یک نورون غالباً یک‌هزارم ثانیه طول می‌کشد، به همین دلیل اسکن مغزی میزان فوق‌العاده زیادی از اطلاعات را از دست می‌دهد. بااین‌وجود نقشه‌برداری میکرو نتوانسته جایگزین اسکن مغزی شود، زیرا برای انجام آن نیاز به یک جراحی واقعاً ملال‌آور هست که در زیر یک میکروسکوپ و توسط ابزار جراحی در اندازه‌های میکرو صورت می‌گیرد.
مرتزنیچ این تکنولوژی را فوراً به کار گرفت. برای نقشه‌برداری بخشی از مغز که احساس دست را پردازش می‌کند، او تکه‌ای از جمجمه‌ی یک میمون در بخش کورتکس مغزی که شامل محدوده‌ای به‌اندازه‌ی یک نوار یک تا دو میلی‌متری می‌شود را جدا کرده و سپس یک میکروالکترود را در کنار یک سلول عصبی حسی از آن وارد کرد. پس‌ازآن شروع به ضربه زدن به‌دست میمون کرد. ضربه زدن به یک قسمت- مثلاً نوک انگشت دست- باعث می‌شد آن سلول عصبی یک سیگنال الکتریکی را به میکروالکترود بفرستد. سپس او موقعیت مکانی یاخته‌ی عصبی که مربوط به نوک انگشت بود را ثبت می‌کرد و به‌این‌ترتیب اولین نقطه در نقشه مشخص می‌شد. سپس جای میکروالکترود را عوض می‌کرد و آن‌را در نزدیک سلول عصبی جدیدی می‌گذاشت و بر روی قسمت‌های مختلف دست ضربه می‌زد تا موقعی‌که به قسمتی می‌رسید که آن سلول عصب را تحریک می‌کرد. او این‌کار را آن‌قدر تکرار کرد تا توانست کل دست را نقشه‌یابی کند. برای نقشه‌برداری یک بخش ممکن بود نیاز به پانصد بار وارد کردن میکروالکترود باشد و چندین روز طول بکشد. مرتزنیچ و همکارانش این اعمال دشوار را هزاران بار انجام دادند تا به اکتشافات خود دست یابند.
در همان محدوده‌ی زمانی، کشف بسیار مهم دیگری صورت گرفت که برای همیشه کار تحقیق مرتزنیچ را تحت تأثیر قرار داد. در دهه‌ی ۱۹۶۰، درست همان زمانی‌که مرتزنیچ شروع به استفاده از میکروالکترودها کرده بود، دو دانشمند دیگر، که آن‌ها نیز با مونت‌کسل در آزمایشگاه دانشگاه هاپ‌کینز کار می‌کردند، کشف کردند که مغز حیوانات بسیار جوان، قابلیت تغییرپذیری دارد. دیوید هابل(۴۱) و تورستن ویسل(۴۲) در حال نقشه‌برداری میکرو از کورتکس بصری بودند تا دریابند که چگونه بینایی پردازش می‌شود. بدین منظور آن‌ها میکروالکترودها را در کورتکس بینایی بچه‌گربه‌ها وارد می‌کردند. آن‌ها کشف کردند بخش‌های مختلفی در کورتکس بصری وظیفه‌ی پردازش خطوط، تعیین موقعیت و حرکات اشیاء که به‌صورت بصری درک می‌شوند را بر عهده دارند. آن‌ها همچنین دریافتند که برای رشد طبیعی یک بچه‌گربه یک «دوره‌ی حساس(۴۳)» از هفته‌ی سوم تا هشتم تولد وجود دارد که در طی آن او باید اولین محرک‌های بصری را دریافت کند. در طی یک آزمایش بسیار سخت، هابل و ویسل یکی از دو پلک یک بچه‌گربه را در طول این دوره‌ی حساس به هم دوختند که باعث شد چشم هیچ‌گونه محرکی را دریافت نکند. با باز کردن پلک آن‌ها متوجه شدند بخش‌های بصری نقشه‌ی مغزی که به‌طورمعمول وظیفه‌ی

پردازش سیگنال‌های مربوط به چشم بسته شده را بر عهده دارند به‌خوبی رشد نکرده و باعث شده‌اند که آن چشم بچه‌گربه کور شود. کاملاً مشهود است که در طول این دوره‌ی حساس، مغز بچه‌گربه‌ها قابل‌تغییر بوده و ساختار آن با تجارب بصری که بدان می‌رسیده، شکل گرفته است.
هنگامی‌که هابل و ویسل نقشه‌ی مغزی را برای آن چشم کور شده بررسی می‌کردند، موفق به کشف غیرمنتظره‌ی دیگری در زمینه‌ی پلاستیسیتی شدند؛ آن بخش از مغز بچه‌گربه که از رسیدن اطلاعات بصری چشم بسته شده محروم شده بود، بیکار نمانده بود؛ ازآنجاکه مغز مایل نبود «مایملک بخش کورتکس» خود را از دست بدهد شروع به پردازش پیام‌های بصری کرده بود که از چشم دیگر می‌رسید و به‌این‌ترتیب راهی را یافته بود که دوباره خود را سیم‌پیچی کند؛ نشانه‌ای دیگر از این‌که مغز در «دوره‌ی حساس» خاصیت تغییرپذیری دارد. هابل و ویسل برای انجام این تحقیق جایزه‌ی نوبل را دریافت کردند. گرچه کشف آن‌ها نشان داده بود که مغز انسان در دوران نوزادی خاصیت تغییرپذیری دارد اما آن‌ها طرفدار نظریه‌ی موضعی بودن مغز باقی ماندند، به این دلیل که با پایان دوره‌ی نوزادی، مغز انسان بزرگ‌سال به‌صورت سخت‌افزاری درمی‌آید که به وظایف خود از طریق مکان‌هایی ثابت عمل می‌کند.
کشف «دوره‌ی حساس» یکی از مهم‌ترین اکتشافات در زمینه‌ی بیولوژی (زیست‌شناسی) در نیمه‌ی دوم قرن بیستم بود. به‌زودی دانشمندان نشان دادند که دیگر سیستم‌های مغزی نیز برای رشد نیاز به محرک‌های محیطی دارند. از ظاهر قضیه چنین برمی‌آمد که هر سیستم عصبی برای خود یک «دوره‌ی حساس» یا یک دریچه‌ی زمانی دارد که در طول آن به‌طور خاصی انعطاف‌پذیر و به عوامل محیطی حساس است. هر سیستم در طول این دوره رشدی سریع و سازنده دارد. برای مثال پیشرفت زبان در انسان یک «دوره‌ی حساس» دارد که از نوزادی آغاز شده و در سنین مابین هشت‌سالگی تا بلوغ خاتمه می‌پذیرد. بعدازاین‌که این دوره طی شد، امکان یادگیری زبان خارجی با لهجه‌ی بومی محدود می‌شود. در حقیقت زبانی که بعد از طی شدن این دوره‌ی حساس آموخته می‌شود در همان بخشی از مغز پردازش نمی‌شود که در شخصی با همان زبان مادری پردازش شده است.
مفهوم «دوره‌ی حساس» همچنین به‌منزله‌ی مهر تأییدی بود بر مشاهدات کردارشناس کنراد لورنتس(۴۴) که اگر جوجه‌غازها برای دوران کوتاهی به مدت ساعت تا سه روز بعد از تولد در کنار انسان قرار گیرند، به‌جای مادر با آن شخص پیوند پیدا می‌کنند و هرجا که او برود به دنبال وی به‌راه می‌افتند. برای اثبات، او چند جوجه غاز را به هنگام تولد از مادر جدا کرد، آن‌ها به او وابسته شده و همه‌جا به دنبالش راه می‌افتادند. او نام این دوره را «نقش‌پذیری(۴۵)» گذاشت.
در حقیقت شرحی که روانشناسی از «دوره‌ی حساس» ارائه می‌دهد به نظریات فروید بازمی‌گردد که می‌گفت ما از مراحل رشدی عبور می‌کنیم که دریچه‌های کوتاهی از زمان هستند، که در طول آن‌ها ما برای سالم ماندن باید

تجارب خاصی را کسب کنیم، این دوران سازنده بوده و به ما برای ادامه‌ی زندگی شکل می‌دهند.
تغییرپذیری در «دوره‌ی حساس» باعث تغییر تکنیک‌های پزشکی شد. به‌خاطر کشف هابل و ویسل بود که کودکانی که با آب‌مروارید مادرزاد به دنیا می‌آمدند، دیگر دچار نابینایی نمی‌شدند. حالا آن‌ها در طی همان «دوره‌ی حساس» نوزادی تحت عمل جراحی ترمیمی قرار می‌گیرند که در نتیجه‌ی آن مغز آن‌ها به نوری دست می‌یابد که برای ایجاد ارتباطات حیاتی لازم دارد.
میکروالکترودها نشان داده‌اند که پلاستیسیتی یک حقیقت غیرقابل‌انکار دوران کودکی است. علاوه بر این ظاهراً نشان داده‌اند که مانند خود کودکی، این دوران نرمی مغز هم عمر کوتاهی دارد.

***

اولین نظریه اجمالی مرتزنیچ در مورد پلاستیسیتی بزرگ‌سالان در اثر رویدادی اتفاقی شکل گرفت. در سال ۱۹۶۸ بعد از اتمام دوره‌ی دکترا، برای گذراندن دوره‌ی فوق دکترا در کنار محققی به‌نام کلینتون وولسی(۴۶) در مدیسون ایالت وینکانسین قرار گرفت. وولسی از مرتزنیچ خواست که نظارت بر کار دو جراح اعصاب، یعنی رُن پل و هربرت گودمن، را بر عهده بگیرد. این سه نفر باهم تصمیم گرفتند این موضوع را مورد بررسی قرار دهند که اگر یکی از اعصاب پیرامونی دست قطع شده و دوباره شروع به احیاء کند، چه اتفاقی در مغز می‌افتد.
دانستن این نکته مهم است که سیستم عصبی به دو بخش تقسیم شده است؛ اولین بخش سیستم اعصاب مرکزی است (مغز و نخاع) که مرکز کنترل و فرمانده سیستم هستند. تصور این بود که این دو فاقد پلاستیسیتی هستند. دومین بخش سیستم اعصاب محیطی(۴۷) است که پیغام‌ها را از گیرنده‌های حسی گرفته و به نخاع و مغز می‌رساند و همین‌طور پیغام‌ها را از مغز و نخاع به ماهیچه‌ها و غدد می‌رساند. مدت‌هاست دانشمندان باور دارند که سیستم اعصاب محیطی دارای خاصیت پلاستیسیتی است. اگر عصبی در دست شما بریده شود می‌تواند خود را «احیاء» کرده یا به معنای دیگر التیام دهد.
هر سلول عصبی دارای سه قسمت است: دندریت‌ها(۴۸) که شبیه به شاخه‌های درخت می‌مانند و از سلول‌های دیگر اطلاعات دریافت می‌کنند. در امتداد دندریت‌ها جسم سلولی(۴۹) قرار دارد که عامل زنده بودن سلول است و دی‌ان‌ای در آن قرار دارد. سرانجام آکسون(۵۰) است که رشته‌ای زنده است که درازای مختلفی دارد (از اندازه‌های میکروسکوپی درون مغز گرفته تا بعضی که در پاها امتداد دارند و طول آن‌ها به شش فوت می‌رسد). غالباً اکسون‌ها را به سیم تشبیه می‌کنند؛ چراکه تکانه‌های الکتریکی را با سرعت بسیار بالا (از ۲ تا ۲۰۰ مایل در هر ساعت) به سمت دندریت‌هایی که در سلول‌های عصبی مجاور قرار دارند انتقال می‌دهند.



یک سلول عصبی می‌تواند دو نوع سیگنال دریافت کند. سیگنال‌هایی که آن‌را تحریک می‌کنند و سیگنال‌هایی که بازدارنده هستند. اگر یک سلول عصبی به‌اندازه‌ی کافی از دیگر سلول‌ها سیگنال‌های تحریکی(۵۱) دریافت کند خودش شروع به فرستادن سیگنال می‌کند؛ اما هنگامی‌که به‌اندازه‌ی کافی سیگنال بازدارنده(۵۲) دریافت کند، کمتر احتمال دارد که سیگنالی بفرستد. آکسون‌ها کاملاً در تماس با دندریت‌های سلول‌های مجاور نیستند. آن‌ها توسط یک فضای میکروسکوپی که به آن سیناپس(۵۳) می‌گویند از هم جدا شده‌اند. هنگامی‌که سیگنال الکتریکی به انتهای آکسون می‌رسد، باعث آزاد شدن یک حامل شیمیایی پیغام به داخل سیناپس می‌شود که به آن انتقال‌دهنده‌ی عصبی(۵۴) می‌گویند. این حامل شیمیایی پیغام به سمت دندریت‌های سلول مجاور روان شده، یا آن‌را تحریک می‌کند و یا بازمی‌دارد.

هنگامی‌که ما می‌گوییم نورون‌ها خود را «دوباره سیم‌پیچی(۵۵)» می‌کنند منظورمان این است که دگرگونی در سیناپس‌ها روی می‌دهد که به‌صورت افزایش و تحکیم و یا تضعیف و کاهش ارتباطات بین سلول‌های عصبی است.

مرتزنیچ، پل و گودمن در پی آن بودند که تعامل شناخته‌شده اما مرموز بین سیستم‌های عصبی اصلی و محیطی را مورد بررسی قرار دهند. هنگامی‌که یک عصب محیطی عمده (که دربردارنده‌ی تعداد زیادی آکسون است) قطع می‌شود گاهی در فرآیند ترمیم آن «سیم‌ها دچار اختلال می‌شوند». زمانی‌که آکسون‌ها به آکسون‌های سلول اشتباهی وصل شوند، شخص ممکن است

دچار «تشخیص اشتباهی موضع(۵۶)» شود به این‌صورت که لمس انگشت اشاره‌ی او ممکن است در انگشت شستش احساس شود. تصور دانشمندان این بود که این اشتباه در موضع اتفاق می‌افتد، زیرا روند ترمیم باعث «به هم آمیختن» عصب‌ها شده و به‌این‌ترتیب سیگنال از انگشت اشاره به موقعیت انگشت شست در نقشه‌ی مغز می‌رسد.
مدلی که دانشمندان از مغز و سیستم عصبی داشتند به این‌صورت بود که هر نقطه از سطح بدن دارای عصبی است که سیگنال‌هایی را به یک مکان مشخص بر روی نقشه‌ی مغز می‌فرستد که از نظر آناتومی از زمان تولد در انسان سیم‌پیچی شده است؛ بنابراین رشته‌ی عصبی انگشت شست همیشه سیگنال‌هایش را مستقیماً به یک مکان از نقشه‌ی حسی مغز می‌فرستد که مربوط به انگشت شست است. مرتزنیچ و گروهش این مدل «مکان به مکان(۵۷)» نقشه‌ی مغز را قبول داشتند و بدون هیچ غرض‌ورزی در پی آن بودند تا معلوم کنند که در روند به‌هم‌آمیختن عصب‌ها چه اتفاقی در مغز می‌افتد.
آن‌ها با استفاده از نقشه‌برداری میکرو نقشه‌ی مکان به مکان دست و مغز چند میمون بزرگ‌سال را تعیین کردند. سپس عصب محیطی دست یک میمون را قطع کرده و بلافاصله انتهای دو قسمت را به هم دوختند درحالی‌که نزدیک به یکدیگر بود، اما در تماس با هم نبودند. تیم امیدوار بود درحالی‌که عصب، خود را ترمیم می‌کند در کار بسیاری از رشته‌های سیم‌مانند آکسون‌ها اختلال به‌وجود آید. پس از هفت ماه، دوباره از مغز نقشه‌برداری کردند. مرتزنیچ منتظر بود که یک نقشه‌ی مغزی بسیار آشفته و به‌هم‌ریخته را ملاحظه کند. اگر در عصب‌های انگشت شست و انگشت میانی اختلال به‌وجود آمده بود آنگاه می‌شد انتظار داشت که لمس انگشت اشاره باعث به‌وجود آمدن فعالیتی در نقشه‌ی مغزی انگشت شست شود؛ اما چنین چیزی ملاحظه نشد. نقشه کاملاً طبیعی بود.
مرتزنیچ می‌گوید: «چیزی که ما دیدیم واقعاً فوق‌العاده بود و من قادر به درک آن نبودم». از نظر توپوگرافی نقشه به‌صورتی بود مثل این‌که مغز سیگنال‌هایی که از سلول‌های عصبی به هم اتصال یافته می‌رسید را با هم نیامیخته بود.
این هفته‌ی نفس‌گیر، زندگی مرتزنیچ را برای همیشه تغییر داد. او فهمید که خود وی و تعداد زیادی از دانشمندان علم اعصاب اساساً تفسیر اشتباهی از این موضوع داشتند که مغز در واکنش به اعمال درونی بدن و اطلاعات بیرونی چگونه نقشه‌هایی را شکل می‌دهد. اگر نقشه‌ی مغزی می‌توانست ساختار خود را تغییر داده و در پاسخ به ورودی‌های غیرمعمول به‌صورت طبیعی واکنش نشان دهد، ایده‌ی غالب آن زمان درباره‌ی این‌که ما با یک سیستم سخت‌افزار به دنیا می‌آییم غلط بود. مغز می‌بایست تغییرپذیر باشد.
اما مغز چگونه می‌توانست چنین کاری را بکند؟ علاوه‌براین مرتزنیچ ملاحظه کرد که نقشه‌های جدید توپوگرافی در نقاطی شکل گرفته‌اند که کمی با موقعیت مکانی قبلی آن‌ها فرق دارد. ایده‌ی موضعی بودن مغز که اظهار می‌کرد هر یک

از فعالیت‌های مغزی همیشه در یک مکان از مغز پردازش می‌شود یا باید غلط و یا از بیخ‌وبن ناقص می‌بود. مرتزنیچ برای حل این معما چه کرد؟
او به کتابخانه بازگشت تا شواهدی را پیدا کند که نظریه‌ی موضعی بودن مغز را نقض کنند. او دریافت در سال ۱۹۱۲ گراهام براون(۵۸) و چارلز شرینگتون(۵۹) نشان داده بودند که تحریک کردن یک نقطه از کورتکس حرکتی یک حیوان ممکن است باعث شود او یک‌بار پایش را خم و بار دیگر آن‌را به‌صورت کشیده درآورد. معنای این آزمایش که در مستندات علمی به آن اشاره‌ای نشده بود این بود که هیچ تناظر نقطه‌به‌نقطه‌ای بین نقشه‌ی حرکتی مغز و حرکت ارائه شده وجود ندارد.
در سال ۱۹۲۳ کارل لَشلی(۶۰)، کورتکس حرکتی یک میمون را در معرض دستگاهی قرار داد که بسیار ساده‌تر از میکروالکترودها بود. او مکان خاصی در این بخش از مغز میمون را تحریک کرد و نتیجه‌ی حرکتی ناشی از آن‌را مورد ملاحظه قرار داد. سپس آن قسمت از سر میمون را بخیه زد. بعد از چند وقت همان آزمایش را تکرار کرده و همان قسمت را مورد تحریک قرار داد تا کشف کند که غالباً حرکت ناشی از تحریک موضع، ثابت نیست و تغییر می‌کند. ادوین جی بورینگ(۶۱) به‌عنوان پیشینه‌نگار بزرگ روانشناسی زمان خود از دانشگاه هاروارد نوشت: «نقشه‌ی مغزی که امروز به این شکل است برای فردا اعتبار ندارد»؛ حقیقت این بود که نقشه‌ها متحرک بودند.
مرتزنیچ بلافاصله شاهد تبعات انقلابی ناشی از این آزمایش‌ها بود. او درباره‌ی آزمایش لشلی با ورنون مونت‌کسل بحث کرد؛ مونت‌کسل به نظریه‌ی موضعی بودن مغز اعتقاد داشت. مرتزنیچ دراین‌باره می‌گوید: «نتیجه‌ی آزمایش لشلی حقیقتاً او را دچار دردسر کرده بود. مونت‌کسل نمی‌خواست ایده‌ی تغییرپذیری مغز را قبول کند. او می‌خواست همه‌ی چیزها برای همیشه در جای خود باقی بمانند و می‌دانست که این آزمایش چالشی بزرگ بر سر راه طرز تفکر ما درباره‌ی مغز به‌وجود آورده است. مونت‌کسل فکر می‌کرد لشلی یک مبالغه‌گوی بزرگ است».
دانشمندان علم اعصاب تمایل داشتند کشف هابل و ویسل در مورد وجود پلاستیسیتی در دوران نوزادی را بپذیرند، زیرا قبول داشتند که مغز دوران نوزادی در نیمه‌ی راه رشد خود است؛ اما آن‌ها با کشف مرتزنیچ مبنی بر این‌که پلاستیسیتی در دوران سالمندی هم ادامه پیدا می‌کند، مخالفت کردند.
مرتزنیچ در پشتی صندلی خود فرو می‌رود و با بیانی دردمند می‌گوید: «من همه‌ی دلایل مربوط به این‌که چرا باور دارم پلاستیسیتی تنها مربوط به دوران نوزادی نیست را در دست داشتم، اما همه‌ی آن‌ها در عرض یک هفته کنار گذاشته شدند».
حالا مرتزنیچ مجبور بود از میان ارواح دانشمندان درگذشته مانند شرینگتون و لشلی برای خود استادانی را بیابد. او درباره‌ی آزمایش عصب‌های به هم‌آمیخته مقاله‌ای نوشت و در بخش تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در چند صفحه این موضوع را

مورد بحث قرار داد که مغز سالمندان نیز خاصیت پلاستیسیتی دارد؛ گرچه که از این واژه به‌طور مستقیم استفاده نکرد.
اما بخش تجزیه‌وتحلیل داده‌های این مقاله هیچ‌گاه چاپ نشد. کلینتون وولسی، استاد راهنمای وی یک ضربدر بزرگ روی آن کشید با این توجیه که مرتزنیچ در نگارش آن زیاده از حد بر حدسیات متکی بوده و این‌که از حد داده‌ها فراتر رفته است. هنگامی‌که بقیه‌ی مقاله چاپ شد در آن از پلاستیسیتی ذکری به میان نیامده بود و صرفاً تأکیدات مختصری بر روی ساختار جدید توپوگرافی صورت گرفته بود. مرتزنیچ از مخالفت با وی، حداقل در مورد مقاله، دست کشید. هرچه باشد او هنوز دانشجوی فوق دکترایی بود که در آزمایشگاه یک نفر دیگر کار می‌کرد.
اما مرتزنیچ عصبانی و ذهنش متلاطم بود. او به این فکر افتاده بود که ممکن است پلاستیسیتی یک ویژگی اساسی مغز انسان باشد که پرورش یافته تا مزیت رقابت‌جویی را اعطاء کند و اینکه ممکن است این «چیزی شگفت‌آور» باشد.
در سال ۱۹۷۱ مرتزنیچ استاد دانشگاه سانفرانسیسکوی کالیفرنیا در دپارتمان گوش و حلق و بینی و فیزیولوژی شد. او در آنجا تحقیقاتی درباره‌ی گوش انجام می‌داد. حالا که رئیس خودش شده بود، شروع به انجام یک دوره از تحقیقات کرد که وجود پلاستیسیتی را بدون هیچ شکی اثبات می‌کرد. به دلیل این‌که هنوز این حوزه‌ی تحقیق بحث‌برانگیز بود او آزمایش‌های پلاستیسیتی خود را در پوشش تحقیقات قابل‌قبول‌تری انجام می‌داد؛ بنابراین او قسمت اعظمی از اوایل دهه‌ی ۱۹۷۰ را صرف نقشه‌کشی کورتکس شنوایی انواع گونه‌های حیوانی کرد و به‌این‌ترتیب به دیگران کمک کرد تا کاشت حلزونی را ابداع و تکمیل کنند.
بخش حلزونی میکروفون درون گوش ماست. این بخش در کنار دستگاه دهلیزی قرار گرفته است. دستگاه دهلیزی با ادراک موقعیتی بیمار در ارتباط است وهمان بخشی است که در بیمار باخی ریتا، چریل آسیب دیده بود. هنگامی‌که دنیای بیرونی تولید صدا می‌کند، فرکانس‌های مختلف صدا سلول‌های ریز مویی درون بخش حلزونی گوش ما را به لرزه درمی‌آورد. در بخش حلزونی گوش، سه هزار سلول مویی وجود دارد که صدا را تبدیل به سیگنال‌های الکتریکی می‌کنند؛ این سیگنال‌ها از طریق عصب شنوایی به کورتکس شنوایی می‌روند. نقشه‌بردارهای میکرو نشان داده‌اند که در کورتکس شنوایی، نقشه‌ی فرکانس‌های صوتی «موقعیتی آهنگین» دارند؛ یعنی مانند شاسی‌های پیانو نظم یافته‌اند: فرکانس‌های صوتی پایین‌تر در یک‌طرف و آن‌هایی که دارای فرکانسی بالاترند در گوشه‌ای دیگر قرار گرفته‌اند.
کاشت حلزون یک وسیله‌ی کمک شنوایی نیست. افرادی هستند که به دلیل عملکرد نسبی بخش حلزونی، بخشی از شنوایی خود را از دست داده‌اند، اما حلزون گوش این افراد می‌تواند تا اندازه‌ای بخشی از صداها را تشخیص دهد.

وسایل کمک شنوایی صداها را برای این افراد تقویت می‌کنند. کاشت حلزونی برای کسانی صورت می‌گیرد که به دلیل آسیب شدید به بخش حلزونی ناشنوا شده‌اند. در این افراد کاشت حلزون جایگزین بخش حلزونی طبیعی گوش آن‌ها می‌شود. این وسیله اصوات را به تکانه‌های الکتریکی تبدیل کرده و آن‌ها را به مغز می‌فرستد. مرتزنیچ و تیمش هیچ‌گاه نمی‌توانستند پیچیدگی یک عضو طبیعی با سه هزار سلول مویی را در دستگاه مصنوعی خود ایجاد کنند. مغز به‌گونه‌ای پرورش یافته که می‌تواند سیگنال‌های پیچیده‌ای که از طرف آن‌همه سلول مویی می‌آید را رمزگشایی کند. حالا سؤال این بود که آیا مغز می‌تواند تکانه‌هایی که از سوی دستگاهی بسیار ساده‌تر می‌آمد را هم رمزگشایی کند؟ اگر می‌توانست به این معنا بود که کورتکس شنوایی قابلیت تغییر دارد و می‌تواند خود را تعدیل کرده و به ورودی‌های مصنوعی نیز جواب دهد. این دستگاه شامل یک وسیله‌ی دریافت‌کننده‌ی صوت، یک مُبَدل که اصوات را به تکانه‌های الکتریکی تبدیل می‌کرد و الکترودی بود که توسط جراح در عصب جاسازی می‌شد و از گوش به مغز می‌رفت.
در اواسط دهه‌ی ۱۹۶۰ بعضی از دانشمندان مخالف هر ایده‌ای بودند که درباره‌ی کاشت حلزونی بود. بعضی از آنان عقیده داشتند این پروژه‌ای غیرممکن است. بقیه هم معتقد بودند که انجام آن بیماران ناشنوا را در خطر آسیب‌های بیشتر قرار می‌دهد. علیرغم وجود این خطرات، بیمارانی داوطلب انجام این عمل شدند. بعد از کاشت، در ابتدا بعضی از آن‌ها صرفاً سروصدای مزاحمی را شنیدند و بعضی‌های دیگر صوت‌ها، صداها و هیس‌هایی به‌صورت بریده‌بریده.
کمک مرتزنیچ به این پروژه با استفاده از اطلاعاتی میسر می‌شد که از طریق نقشه‌کشی کورتکس مغز بدان‌ها دست یافته بود. او با استفاده از این اطلاعات نوع ورودی‌هایی را تعیین می‌کرد که بیمار نیاز داشت از کاشت دریافت کند تا بتواند صداها را رمزگشایی کند. علاوه بر این او مکان کاشت الکترود را هم تعیین می‌کرد. در همکاری با مهندسان ارتباطات، آن‌ها وسیله‌ای را طراحی کردند که می‌توانست درحالی‌که هنوز اصوات قابل شنیدن بودند، آن‌ها را به تعداد کمی از پهنای باند کانال‌ها تبدیل کند. آن‌ها کاشتی با چندین کانال و با عملکردی با دقت بالا ساختند که به افراد ناشنوا این توانایی را می‌داد که بشنوند. طرح آنان اساس کار یکی از دو نوع کاشت حلزونی شد که امروز مورد استفاده قرار دارد.
اما بیش از همه مرتزنیچ به دنبال این بود که پلاستیسیتی مغز را مورد بررسی قرار دهد. سرانجام تصمیم گرفت دست به یک آزمایش ساده و بنیادین بزند. در طی انجام این آزمایش تمام ورودی‌های احساسی به یک نقشه‌ی مغزی را قطع می‌کرد و می‌دید که عکس‌العمل مغز نسبت به آن چیست.
او نزد دانشمند و دوست همکارش جان کاس([۶۲]) رفت. جان کاس در دانشگاه وندربیلت شهر نشویل به انجام تحقیق بر روی میمون‌های بزرگ‌سال مشغول بود. دست یک میمون مانند دست انسان دارای سه عصب اصلی است: رادیال،

مدیان و اولنار. عصب مدیان بیشتر احساس بخش میانی دست را به مغز منتقل می‌کند و دو عصب دیگر انتقال احساس دو بخش دیگر دست را بر عهده دارند. مرتزنیچ عصب مدیان یک میمون را قطع کرد تا ببیند زمانی‌که رسیدن اطلاعات ورودی به نقشه‌ی مغزی مرتبط با عصب مدیان قطع شود عکس‌العمل این بخش از مغز چیست. سپس به سانفرانسیسکو بازگشت و منتظر ماند.
دو ماه بعد به نشویل بازگشت. با نقشه‌برداری از مغز میمون متوجه شد هنگامی‌که بخش میانی دست میمون را لمس می‌کند، بخشی از مغز که در ارتباط با عصب مدیان است هیچ فعالیتی را نشان نمی‌دهد و این همان چیزی بود که انتظارش را داشت، اما با دیدن چیز دیگری شوکه شد.
او متوجه شد هنگامی‌که به بخش خارجی دست میمون ضربه می‌زند - بخش‌هایی از دست که پیغام‌هایشان را از طریق اعصاب رادیال و اولنار می‌فرستند- در نقشه‌ی مغزی میمون این بخش مربوط به عصب مدیان است که تحریک می‌شود! واقعیت این بود که نقشه‌های مغزی دو عصب رادیال و اولنار در میمون از نظر اندازه تقریباً دو برابر شده و نقشه‌ی جایی که سابقاً عصب مدیان بود را هم غصب کرده بودند. این نقشه‌های جدید به‌صورت توپوگرافی بودند. این‌بار او و کاس با هم درباره‌ی این یافته‌ها نوشتند و تغییرات را «شگفت‌انگیز» نامیدند. آن‌ها در توضیح این تغییرات از واژه‌ی پلاستیسیتی استفاده کردند؛ گرچه که آن‌را در گیومه گذاشتند.
آزمایش نشان داد اگر عصب مدیان قطع شود، اعصاب دیگر که هنوز با سیگنال‌های الکتریکی انباشته می‌شوند برای پردازش اطلاعات ورودی خود فضای نقشه‌ای مربوط به عصب قطع‌شده را اشغال می‌کنند. هنگامی‌که نوبت به قدرت پردازش ذهنی می‌رسد نقشه‌های مغزی تابع قانون رقابت بر سر منابع ارزشمند خود هستند و قاعده‌ای که می‌گوید «یا از آنچه که داری استفاده کن یا آن‌را از دست می‌دهی».

ماهیت رقابت‌جویانه‌ی پلاستیسیتی بر همه‌ی ما تأثیر دارد. در مغز هر یک از ما جنگی بی‌پایان میان عصب‌ها در جریان است. اگر ما دیگر بر روی مهارت‌های ذهنی خود تمرین نکنیم، موضوع این نیست که صرفاً آن‌ها را فراموش می‌کنیم: فضای نقشه‌ی مغزی که مربوط به انجام آن مهارت‌هاست توسط مهارت‌هایی اشغال می‌شود که در عوض به انجام آن‌ها مبادرت می‌کنیم. اگر تابه‌حال از خود پرسیده باشید: «من چقدر باید بر روی زبان فرانسه، نواختن گیتار یا حساب تمرین کنم تا مهارتم را در این زمینه‌ها حفظ کنم»؟ سؤال شما در زمینه‌های رقابتی پلاستیسیتی است. درواقع شما می‌پرسید چقدر باید روی انجام این فعالیت تمرین کنید تا در نقشه‌ی مغزی شما جای خود را به فعالیتی دیگر ندهد. ماهیت رقابتی پلاستیسیتی می‌تواند حتی بعضی از محدودیت‌های ما در زمان سالمندی را حل کند. به مشکلاتی فکر کنید که سالمندان در هنگام یادگرفتن زبان دوم دارند. نگاه سنتی به این مقوله این است که یادگیری زبان سخت است، زیرا «دوره‌ی حساس» برای یادگیری آن پایان یافته است. در نتیجه دوران سالمندی برای ما مغزی باقی می‌گذارد که برای تغییر ساختار زیاده از حد سخت و انعطاف‌ناپذیر است؛ اما کشف زمینه‌های رقابت‌جویانه در پلاستیسیتی به ما می‌گوید امکانات بیشتری در این زمینه وجود دارد. با افزایش سن هرچه بیشتر از زبان مادری خود استفاده کنیم، این زبان بیشتر بر فضای نقشه‌ای زبانی مغز ما غالب می‌شود. به‌دلیل همین قابلیت تغییر مغز -و ماهیت رقابتی پلاستیسیتی آن- است که پایان دادن به سلطه‌ی زبان مادری و یادگرفتن زبان دیگر، چنین مشکل است.
اما اگر این مطلب واقعیت دارد، چرا یادگیری زبان دوم در هنگام جوانی آسان‌تر است؟ آیا در آن موقع نقشه‌ی مغز ویژگی رقابت‌جویانه ندارد؟ حقیقت این است که ندارد. اگر در «دوره‌ی حساس»، دو زبان با هم یاد گرفته شوند هر دو جایی ثابت را در نقشه زبانی مغز کسب می‌کنند. مرتزنیچ می‌گوید اسکن مغزی نشان می‌دهد در یک کودک دوزبانه، همه‌ی صداهای دو زبان در نقشه‌ای بزرگ جاگیر می‌شوند؛ گنجینه‌ای که شامل صداهای هر دو زبان است.

ماهیت رقابت‌جویانه‌ی پلاستیسیتی این مورد را هم توضیح می‌دهد که چرا ترک کردن و یا «فراموشی» بعضی عادت‌های بد چنین سخت است. تصوری که همه‌ی ما از مغز داریم به‌صورت یک محفظه است و یادگیری یعنی گذاشتن چیزی در دل آن. هنگامی‌که ما سعی در ترک عادت بدی داریم، فکر می‌کنیم راه‌حل این است که به‌جای آن چیز جدیدی را در این محفظه بگذاریم؛ اما موضوع این است وقتی ما عادت بدی را کسب می‌کنیم این عادت بد بر نقشه‌ی مغزی ما تسلط پیدا می‌کند و با تکرار آن کنترل بیشتری بر نقشه‌ی مغزی ما پیدا می‌کند و نمی‌گذارد آن فضای مغزی برای یک عادت «خوب» مورد استفاده قرار گیرد. همین دلیلی است بر این‌که چرا «فراموشی» غالباً بسیار سخت‌تر از یادگیری است و این‌که چرا آموزش در اوایل کودکی به این اندازه اهمیت دارد؛

بهتر است عادات خوب را در اوایل کودکی کسب کنیم، قبل از آن‌که «عادات بد» دارای ماهیت رقابتی شوند.
آزمایش بعدی مرتزنیچ که مبتکرانه ساده طراحی شده بود، پلاستیسیتی را در میان دانشمندان علم اعصاب جا انداخت و بیش از هر آزمایش دیگر در زمینه‌ی پلاستیسیتی که تا آن موقع انجام شده بود باعث غلبه بر تردیدها شد.
او نقشه‌ی دست یک میمون را در مغز آن جانور موقعیت‌یابی کرد، سپس انگشت میانی میمون را قطع کرد. بعد از گذشت چندماه دوباره مغز میمون را مورد نقشه‌کشی قرار داد و متوجه شد که نقشه‌ی مغزی آن انگشت قطع‌شده کاملاً محو شده و نقشه‌های مغزی مربوط به انگشتان مجاور به فضایی کشیده شده که قبلاً اختصاص به این انگشت میانی داشت. این بارزترین گواه ممکن بود که نشان می‌داد نقشه‌های مغزی پویا هستند؛ این‌که رقابتی بر سر اشغال فضاهای کورتکس وجود دارد و این‌که بر طبق اصل «یا از آنچه که داری استفاده کن یا آن‌را از دست می‌دهی»؛ منابع مغزی به انجام فعالیت‌ها تخصیص پیدا می‌کنند.
علاوه بر این مرتزنیچ دریافت حیوانات مربوط به هر گونه‌ی جانوری ممکن است دارای نقشه‌های مغزی مشابهی باشند، اما این نقشه‌ها به‌هیچ‌وجه یکی نیستند. مرتزنیچ با استفاده از میکروالکترودها توانست تفاوت‌هایی را دریابد که پن‌فیلد با استفاده از الکترودهای بزرگ متوجه آن‌ها نشده بود. او همچنین دریافت که نقشه‌های مغزی مربوط به اعضاء بدن در حالت طبیعی هرچند هفته یک‌بار تغییر پیدا می‌کنند. هر بار که او صورت طبیعی یک میمون را نقشه‌یابی می‌کرد، متوجه می‌شد که بدون هیچ تردیدی نقشه‌ی مغزی آن فرق کرده است. برای پلاستیسیتی نیاز به عامل محرکی مانند بریدن عصب یا قطع یک عضو نیست؛ پلاستیسیتی پدیده‌ای است که به‌طورمعمول در بدن اتفاق می‌افتد و به همین علت نقشه‌های مغزی دائم در حال تغییر هستند.
هنگامی‌که مرتزنیچ درباره‌ی این آزمایش جدید مقاله نوشت، سرانجام واژه‌ی «پلاستیسیتی» را از درون گیومه درآورد. با وجود شفافیت یافته‌ها در این آزمایش، مخالفت‌ها با ایده‌ی او طی یک‌شب از میان برداشته نشد.
مرتزنیچ می‌گوید: «بگذار برایت بگویم چه اتفاقی افتاد؛ وقتی‌که شروع به ابراز عقیده‌ام درباره‌ی قابلیت مغز برای تغییر کردم، با رفتاری خصمانه مواجه شدم. نمی‌دانم چه کلمه‌ی دیگری را می‌توانم به‌جای خصمانه بگذارم. من با اظهارنظرهایی مواجه شدم که مثلاً می‌گفتند چقدر جالب می‌شد اگر این موضوع صحت داشت اما متأسفانه ندارد؛ مثل این بود که دارند چیزی را رد می‌کنند که من آن‌را ساخته‌ام»؛ و هنگام بیان این مطلب می‌خندد.
ازآنجاکه مرتزنیچ این ایده را مطرح می‌کرد که در زمان سالمندی هم به‌خوبی امکان تغییر در موقعیت و حدود و ثغور نقشه‌های مغزی وجود دارد، طرفداران نظریه‌ی موضعی بودن مغز با وی مخالفت کردند. او دراین‌باره می‌گوید: «تقریباً تمام کسانی که من به‌عنوان جریانات اصلی در علوم اعصاب می‌شناختم

اعتقاد داشتند که این موضوع را نباید چندان جدی گرفت، این‌که آزمایش‌ها چندان دقیق و منظم نبوده‌اند و این‌که قطعیتی در نتایجی که شرح داده شده، وجود ندارد؛ اما حقیقت این بود که آزمایش‌ها آن‌قدر به‌دفعات کافی تکرار شده بود که من بفهمم مخالفت تعداد عمده‌ای از آن‌ها که از سر نخوت بوده، قابل دفاع نیست».
یکی از افراد سرشناسی که در این مورد تردید خود را ابراز می‌داشت تورستن ویسل بود. علیرغم این واقعیت که خود وی نشان داده بود که در «دوره‌ی حساس» پلاستیسیتی وجود دارد، با این ایده که این عامل در دوران سالخوردگی نیز وجود دارد مخالفت می‌کرد. به همین دلیل نوشت که او و هابل سرسختانه معتقدند «هنگامی‌که ارتباطات کورتکس به‌حالت رشدیافته‌ی خود شکل بگیرند، دیگر به‌طور دائم در جای خود باقی مانده و دچار تغییر نمی‌شوند». درواقع او جایزه‌ی نوبل را برده بود، به این دلیل که اثبات کرده بود کجا پردازش بصری صورت می‌گیرد؛ کشفی که یکی از بزرگ‌ترین موفقیت‌ها در نظریه‌ی موضعی بودن مغز بود. ویسل اکنون پلاستیسیتی در سالخوردگان را قبول دارد و در کارهای چاپی خود با وقار تمام تصدیق می‌کند که برای مدتی طولانی اشتباه می‌کرده و این‌که سرانجام این آزمایش‌های پیشگامانه‌ی مرتزنیچ بوده که باعث شده وی و همکارانش عقیده‌ی خود را تغییر دهند. طرفداران سرسخت نظریه‌ی موضعی بودن مغز، هنگامی به موردی توجه می‌کنند که مردی با مقام ویسل طرز تفکر خود را مطابق با آن تغییر می‌دهد.
مرتزنیچ می‌گوید: «آزاردهنده‌ترین وجه قضیه این بود که من می‌دیدم نوروپلاستیسیتی انواع توانایی‌های بالقوه برای درمان‌های پزشکی را دارد - برای تمام تعابیری که در زمینه‌های آسیب‌شناسی عصبی در انسان و روانشناسی کاربردی داشت- اما هیچ‌کس توجهی به آن نمی‌کرد».
ازآنجاکه تغییر پلاستیک مغز یک فرآیند است، مرتزنیچ فهمید تنها در صورتی قادر به درک آن خواهد بود که آن‌را به‌صورت آشکار و تدریجی در یک مغز ملاحظه کند؛ او عصب مدیان را در دست یک میمون قطع کرد، سپس در طول چند ماه چند بار از مغز وی نقشه‌برداری کرد.
اولین نقشه‌برداری که بلافاصله بعد از قطع عصب صورت گرفت، همان‌طور که او انتظار داشت، نشان داد هنگام ضربه زدن به قسمت میانی دست، نقشه‌ی مغزی عصب مدیان هیچ‌گونه تحریکی را نشان نمی‌دهد؛ اما هنگامی‌که به بخشی از دست ضربه زده می‌شد که مربوط به دو عصب دیگر بود قسمت خاموش مربوط به عصب مدیان در نقشه‌ی مغز بلافاصله تحریک می‌شد. نقشه‌های دو عصب رادیال و اولنار، اکنون در فضای نقشه‌ی مربوط به عصب مدیان ظاهرشده بودند. این نقشه‌ها چنان سریع ظاهر شده بودند که به نظر می‌آمد از همان مراحل رشد اولیه تاکنون در آنجا به‌صورت مخفی بوده و حالا «ظاهر شده‌اند».
در روز بیست‌ودوم، مرتزنیچ دوباره مغز میمون را مورد نقشه‌برداری قرار داد.

نقشه‌های رادیال و اولنار که در نقشه‌برداری اول مبسوط نبودند اصلاح شده و دارای جزییات بیشتری شده بودند و حالا چنان گسترش یافته بودند که در حال تصرف تقریباً تمامی نقشه‌ی عصب مدیان بودند. (نقشه‌ی اولیه دارای جزییات نیست، نقشه‌ی مغزی اصلاح‌شده دارای جزییات زیاد و در نتیجه حاوی اطلاعات زیادی است).
تا روز یک‌صد و چهل‌وچهارم کل نقشه در هر جزء مانند یک نقشه‌ی نرمال کامل شده بود. با نقشه‌برداری چندباره در طول زمان، مرتزنیچ مشاهده کرد که نقشه‌های جدید حدود خود را تغییر می‌دهند، مبسوطتر شده و حتی در اطراف مغز تحرک دارند. در یک مورد او حتی نقشه‌ای را دید که مانند شهر آتلانتیس، درکل ناپدید شد.
به نظر منطقی می‌رسد که فکر کنیم درحالی‌که نقشه‌های جدید در حال شکل‌گیری بوده‌اند، باید ارتباطات جدیدی هم بین سلول‌های عصبی به‌وجود آمده باشد. برای کمک به درک این فرایند، مرتزنیچ به ایده‌ی دونالد او. هب(۶۳) استناد کرد. هب یک روانشناس رفتاری کانادایی بود که با پن‌فیلد همکاری کرده بود. در سال ۱۹۴۹ هب این ایده را مطرح کرد که یادگیری باعث ارتباط سلول‌های عصبی به طریقی جدید می‌شود. او عقیده داشت هنگامی‌که دو سلول عصبی در یک‌زمان مکرراً پیغام می‌فرستند (یا وقتی‌که فرستادن پیغام توسط یکی باعث می‌شود که دیگری هم پیغام بفرستد) در هر دو تغییرات شیمیایی اتفاق می‌افتد؛ بنابراین این دو سلول تمایل پیدا می‌کنند که با هم ارتباط قوی‌تری پیدا کنند. مفهوم آنچه هب مطرح کرد -درواقع همان بود که توسط فروید شصت‌سال پیش مطرح شده بود- به‌سادگی توسط دانشمند علوم اعصاب کارلا شاتز(۶۴) چنین خلاصه مطرح شد: سلول‌های عصبی که با هم پیغام می‌فرستند به هم سیم‌پیچی می‌شوند.

پس تئوری هب این موضوع را مطرح می‌کرد که ساختار عصبی با تمرین می‌تواند تغییر کند. تئوری تازه‌ی مرتزنیچ، به تبعیت از هب این بود که سلول‌های عصبی هنگامی‌که در یک‌لحظه از زمان فعال شوند بر روی نقشه‌های مغزی ارتباط محکمی با هم پیدا می‌کنند. تصور مرتزنیچ این بود که اگر نقشه‌ها می‌توانند تغییر کنند، دلایل امیدوارکننده‌ای وجود دارد که ممکن است افراد دچار مشکلات مادرزاد در مناطق پردازشگر نقشه‌ی مغزی – افراد دچار مشکلات یادگیری، مشکلات روانی، افرادی که دچار سکته یا آسیب‌های مغزی شده‌اند- بتوانند نقشه‌های جدید مغزی بسازند. نقشه‌های جدید مغزی در صورتی ساخته می‌شود که این افراد بتوانند در جهت ایجاد ارتباطات جدید در بین سلول‌های عصبی خود کمک کنند. ارتباطات جدید در بین سلول‌های عصبی از طریق فرستادن پیغام با یکدیگر و سیم‌پیچی به هم ایجاد می‌شود.

در اواخر دهه‌ی ۱۹۸۰، مرتزنیچ در طراحی و یا اجرای تحقیقات بسیار

ارزشمندی مشارکت کرد. این تحقیقات دراین‌باره بود که آیا نقشه‌های مغزی پایه‌ای زمانی دارند و این‌که آیا «بازی» با زمان‌بندی اطلاعات ورودی به آن‌ها می‌تواند در حدود و یا عملکرد آن‌ها تغییر به‌وجود آورد؟
در یک آزمایش مبتکرانه، مرتزنیچ دست یک میمون معمولی را مورد نقشه‌کشی مغزی قرار داد. سپس دو انگشت دست او را به هم دوخت به‌صورتی که دو انگشت با هم و به‌صورت یک انگشت حرکت می‌کردند. بعد از گذشت چند ماه که در طی آن‌ها میمون از انگشتان به‌هم دوخته شده استفاده می‌کرد، دوباره نقشه‌ی مغزی میمون را تهیه کردند. دو نقشه‌ای که مربوط به دو انگشت جدا از هم میمون بود درهم ادغام شده و اکنون به‌صورت یک نقشه‌ی واحد در آمده بودند. هنگامی‌که یک نقطه ازهر یک از این دو انگشت لمس می‌شد، این نقشه‌ی واحد مربوط به هر دو انگشت بود که روشن می‌شد. به دلیل این‌که حرکت و احساس در هر دو انگشت همیشه با هم و در یک‌زمان روی می‌داد، آن‌ها تشکیل یک نقشه‌ی مغزی واحد را داده بودند. آزمایش نشان داد این زمان‌بندی اطلاعات ورودی به نورون‌ها بوده که باعث تشکیل این نقشه‌ی مغزی واحد شده است؛ به این معنی که نورون‌هایی که با هم و در یک‌زمان پیغام می‌فرستادند به هم سیم‌پیچی شده و تشکیل یک نقشه را داده بودند.
دانشمندان دیگر یافته‌های مرتزنیچ را بر روی انسان مورد آزمایش قرار دادند. بعضی از افراد با انگشتان به‌هم چسبیده به‌دنیا می‌آیند، وضعیتی که به آن سینداکتلی(۶۵) و یا سندرم انگشتان پرده‌دار(۶۶) می‌گویند. اسکن مغزی از دو نفر که دارای این سندرم بودند نشان داد که هریک از آن‌ها به‌جای دو نقشه‌ی جدا دارای یک نقشه‌ی بزرگ برای انگشتان به‌هم چسبیده‌ی خود است.
بعدازآنکه جراحان دو انگشت را از هم جدا کردند، دوباره مغز این دو نفر مورد نقشه‌برداری قرار گرفت و برای دو انگشت جداشده دو نقشه‌ی متمایز ظاهر شد. چون انگشتان به‌صورت مستقل می‌توانستند حرکت کنند، دیگر نورون‌ها در یک‌زمان پیغام نمی‌فرستادند که نشانه‌ی قاعده‌ای دیگر از پلاستیسیتی بود: اگر سیگنال‌های ارسالی به نورون‌ها از نظر زمانی متفاوت باشند، آنگاه نقشه‌های مغزی جداگانه تشکیل می‌شود. در علوم اعصاب این کشف به این‌صورت خلاصه بیان شده است: نورون‌هایی که جدا از هم پیغام می‌فرستند سیم‌پیچی‌شان از هم جداست یا به زبان دیگر نورون‌هایی که همزمان عمل نمی‌کنند به هم متصل نمی‌شوند.
در آزمایش بعدی، مرتزنیچ نقشه‌ی مغزی را ایجاد کرد که می‌شد آن‌را نقشه برای یک انگشت ناموجود نامید که به‌صورت عمود بر انگشتان دیگر عمل می‌کرد. در طی این آزمایش، تیم تحقیق به مدت یک‌ماه و هر روز پانصد بار، هر پنج نوک انگشت میمون را به‌صورت همزمان تحریک می‌کردند و اجازه نمی‌دادند میمون از انگشتان خود به‌صورت جداگانه استفاده کند. به‌زودی میمون دارای نقشه‌ای مغزی برای یک انگشت کشیده و جدید شد که پنج انگشتش در آن و

با هم ادغام شده بودند. این نقشه‌ی جدید به‌صورت قائم نسبت به انگشتان دیگر عمل می‌کرد و هر پنج سرانگشت میمون به‌جای اینکه جزئی از نقشه‌ی مغزی مربوط به انگشت خود باشند، بخشی از آن بودند. پنج انگشتی که در اثر عدم استفاده‌ی جداگانه در حال ادغام شدن در هم بودند.
در آزمایش نهایی که درخشان‌ترین آن‌ها هم بود، مرتزنیچ و تیمش ثابت کردند نقشه‌های مغزی پایه و اساس آناتومی ندارند. آن‌ها یک تکه از پوست یک انگشت را برداشتند -نکته‌ی بعدی در این قضیه کلیدی است- و درحالی‌که سلول عصبی آن در نقشه‌ی مغزی هنوز به آن متصل بود با یک عمل جراحی به یک انگشت مجاور پیوند زدند. اکنون وضعیت به این‌صورت درآمده بود که هر وقت انگشتی که پوست به آن پیوند زده شده بود در نتیجه‌ی کاربرد روزانه حرکت می‌کرد یا لمس می‌شد، آن تکه پوست و سلول عصبی مرتبط با آن هم تحریک می‌شدند. تعریف آناتومی که مغز مدل سخت‌افزاری ارائه می‌دهد این است که سیگنال‌ها هنوز باید از تکه پوست و از طریق عصب به نقشه‌ی مغزی انگشتی فرستاده می‌شدند که از آن جدا شده بودند؛ اما هنگامی‌که تیم آن تکه پوست پیوند زده شده به انگشت را تحریک کردند متوجه شدند که این نقشه‌ی مغزی انگشت جدید بود که تحریک می‌شد. نقشه‌ی آن تکه پوست از نقشه‌ی مغزی انگشت سابق به نقشه‌ی مغزی انگشت جدید نقل‌مکان کرده بود و دلیل آن هم این بود که آن تکه پوست و انگشت جدید به‌طور هم‌زمان و با هم تحریک می‌شدند.
دریک بازه‌ی زمانی کوتاه چندساله، مرتزنیچ کشف کرده بود که مغز بزرگ‌سالان قابلیت تغییر دارد و این‌که توانسته بود جمع دانشمندان را در این مورد متقاعد کند، مهم بود. علاوه بر این نشان داده بود که تمرین باعث تغییر مغز می‌شود؛ اما او هنوز یک معمای بسیار مهم را پاسخ نداده بود: چگونه نقشه‌های مغزی خود را سازمان‌دهی می‌کنند تا قابلیت توپوگرافی پیدا کنند و به طریقی عمل کنند که برای ما سودمند باشد.

هنگامی‌که ما می‌گوییم نقشه‌ی مغزی به‌صورت توپوگرافی آرایش یافته منظورمان این است که نقشه‌ی مغزی همان آرایشی را دارد که خود بدن دارای آن است. برای مثال در دست ما، انگشت میانی بین انگشت اشاره و انگشت حلقه قرار گرفته است، همین حالت هم درباره‌ی نقشه‌ی مغزی صدق می‌کند: نقشه‌ی انگشت میانی بین نقشه‌ی انگشت اشاره و نقشه‌ی مربوط به انگشت حلقه قرار دارد. ساختار توپوگرافیکی عاملی مؤثر است، زیرا معنایش این است که بخش‌هایی از مغز که اغلب با هم کار می‌کنند در نقشه‌ی مغزی در نزدیکی هم قرار دارند، در نتیجه سیگنال‌ها در مغز با فاصله‌ی زیاد جابه‌جا نمی‌شوند.
سؤال مرتزنیچ این بود که چرا این نظم توپوگرافیکی در نقشه‌ی مغزی نمود پیدا می‌کند؟ جوابی که او و تیمش به آن رسیدند مبتکرانه بود. آرایش توپوگرافیکی

به‌این‌علت تظاهر پیدا می‌کند که بسیاری از فعالیت‌های روزانه‌ی ما شامل زنجیره‌ای از کارهای تکراری با نظمی ثابت است.

هنگامی‌که ما شیء‌ای به‌اندازه‌ی یک سیب یا توپ بیسبال را برمی‌داریم، معمولاً در ابتدا آن‌را با دو انگشت شست و اشاره گرفته و بعد انگشتان دیگر را یکی‌یکی به دور آن حلقه می‌کنیم. ازآنجاکه انگشتان اشاره و شست در یک‌زمان جسم را لمس می‌کنند در نتیجه پیغام‌هایی که از سوی آن‌ها به مغز فرستاده می‌شود همزمان است. همین باعث می‌شود که نقشه‌ی انگشت اشاره و شست در مغز نزدیک به هم باشد (همان قاعده‌ای که می‌گوید نورون‌هایی که با هم پیغام می‌فرستند به هم سیم‌پیچی می‌شوند). همان‌طور که دیگر انگشتانمان به دور شیء حلقه می‌شوند، در ابتدا این انگشت میانی است که آن‌را لمس می‌کند به همین دلیل نقشه‌ی مغزی آن در کنار انگشت اشاره و دورتر از انگشت شست قرار می‌گیرد. ازآنجاکه این زنجیره‌ی اعمال در گرفتن اشیاء -اول شست، دوم انگشت اشاره، سوم انگشت میانی- هزاران بار تکرار می‌شود نتیجه‌ی آن نقشه‌ی مغزی است که در آن نقشه‌ی مغزی انگشت شست در کنار نقشه‌ی مغزی انگشت اشاره و انگشت اشاره در کنار انگشت میانی است و این ترتیب در مورد نقشه‌ی مغزی انگشتان دیگر هم ادامه می‌یابد. سیگنال‌هایی که با اختلاف زمانی وارد می‌شوند، مثلاً از انگشت شست و انگشت کوچک، دارای بیشترین فاصله در نقشه‌های مغزی هستند زیرا سلول‌های عصبی که جداگانه تحریک می‌شوند سیم‌پیچی‌شان هم از هم جداست.
اگر نگوییم همه، اما عملکرد بسیاری از نقشه‌های مغزی توسط وقایعی است که همگی از نظر مکانی با هم دسته‌بندی شده و با هم اتفاق می‌افتند. همان‌طور که گفتیم نقشه‌ی مغزی شنوایی مانند یک پیانو می‌ماند با موقعیت‌های مکانی که در آن نت‌های پایین در یک‌سو و نت‌های بالا در سوی دیگر واقع شده‌اند. خوب چرا این نقشه به این اندازه منظم است؟ زیرا آفرینش به‌گونه‌ای است که در آن همه‌ی صداهای با فرکانس پایین با هم می‌آیند. وقتی‌که به صدای کسی گوش می‌دهیم که نوایی بَم دارد بیشتر فرکانس‌های صدای او پایین هستند و به همین دلیل با هم دسته‌بندی می‌شوند.
ورود بیل جنکینز([۶۷]) به آزمایشگاه مرتزنیچ طلیعه‌ی دوره‌ای جدید از تحقیقات بود که به مرتزنیچ کمک کرد تا از کشفیات خود به‌صورت عملی استفاده کند. جنکینز که یک روانشناس رفتاری است، علاقه‌ی خاصی به چگونگی فرآیند یادگیری در انسان داشت. او پیشنهاد کرد به حیوانات مهارت‌های جدید آموزش دهند تا ببینند که چگونه یادگیری بر نورون‌ها و نقشه‌های مغزی آن‌ها تأثیر می‌گذارد.
طی یک آزمایش مهم، آن‌ها از کورتکس حسی یک میمون نقشه‌برداری کردند؛ سپس به او یاد دادند برای دریافت یک‌تکه موز به‌عنوان جایزه، چگونه به مدت

ده‌ثانیه با نوک انگشت خود بر روی یک دیسک در حال چرخش فشاری به‌اندازه‌ی معین بیاورد. برای انجام درست عمل، لازم بود که میمون حواس خود را کاملاً جمع کند تا دیسک را به‌ملایمت و به مدت‌زمان دقیق لمس کند. بعد از هزاران بار تکرار این تمرین، مرتزنیچ و جنکینز دوباره مغز میمون را مورد نقشه‌برداری قرار دادند. آن‌ها ملاحظه کردند کسب مهارت فشار بر دیسک به میزان مناسب باعث شده که بخش مربوط به نوک انگشت میمون در نقشه‌ی مغزی‌اش گسترش پیدا کند. این آزمایش نشان داد هنگامی‌که حیوان برای یادگیری انگیزه دارد، مغز او نیز آماده‌ی تغییر (پلاستیسیتی) است.
آزمایش نشان داد در همان حال که نقشه‌ی مغزی در حال گسترش است، خود نورون‌ها هم در دو مرحله کارایی بیشتری پیدا می‌کنند. مرحله‌ی اول هنگامی‌که میمون در حال آموزش است، نقشه‌ی نوک انگشت در مغز شروع به اشغال فضای بیشتر می‌کند؛ اما بعد از مدتی خود نورون‌های مغزی هم دارای کارایی بیشتر شده و به‌این‌ترتیب در نهایت نورون‌های کمتری برای انجام آن وظیفه به‌کار گرفته می‌شوند.
وقتی‌که یک کودک نواختن پیانو را برای اولین بار یاد می‌گیرد، برای نواختن یک نت از تمام بدنش استفاده می‌کند -مچ دست، بازو و شانه- حتی ماهیچه‌های صورتش هم شکلک‌هایی از خود می‌سازند. با تمرین بیشتر پیانیست تازه‌کار استفاده از ماهیچه‌های غیر مرتبط را متوقف کرده و صرفاً از انگشتان درست برای نواختن نت‌ها استفاده می‌کند. کم‌کم او بر روی کلیدها «فشار کمتری» وارد می‌کند و اگر در این‌کار مهارت کسب کند در هنگام نواختن آرامش داشته و با «وقار» می‌نوازد. این اتفاقات به این دلیل می‌افتد که او استفاده از تعداد بسیار زیادی از نورون‌ها را به تعدادی معدود و مناسب کاهش می‌دهد که به‌خوبی مناسب انجام این‌کار هستند. این استفاده‌ی کاراتر از نورون‌ها وقتی اتفاق می‌افتد که ما مهارتی را در حد تخصص فراگرفته باشیم و این دلیلی است برای این‌که چرا با تمرین و اضافه کردن مهارت‌های جدید به مجموعه‌ی مهارت‌هایمان، فضای نقشه‌های مغزی ما به‌سرعت تمام نمی‌شود.
مرتزنیچ و جنکینز نشان دادند که با آموزش، نورون‌ها گزیده‌تر عمل می‌کنند. هر نورون نقشه‌ی مغزی حس بساوایی دارای یک «بخش پذیرا» است. این بخش پذیرا جزئی از سطح پوست است که لمس را به نورون «گزارش» می‌دهد. درحالی‌که میمون‌ها آموزش می‌بینند تا دیسک را با حس بساوایی لمس کنند، بخش‌های پذیرای مربوط به نورون‌ها کوچک‌تر شده و صرفاً هنگامی به فرستادن پیغام مبادرت می‌کنند که نوک انگشتان دیسک را لمس کند؛ بنابراین علیرغم این حقیقت که اندازه‌ی نقشه‌ی مغزی مربوط به نوک انگشتان بزرگ‌تر می‌شود، هر نورون متعلق به این نقشه، مسئول بخش کوچک‌تری از سطح پوست می‌شود. این تغییر برای حیوان این امکان را فراهم می‌کند که تشخیص بهتری در لمس داشته باشد؛ و به‌این‌ترتیب از نظر کلی نقشه‌ی مغزی دقیق‌تر می‌شود.

مرتزنیچ و جنکینز همچنین دریافتند که همان‌طور که نورون‌ها آموزش دیده و کاراتر می‌شوند، سرعت پردازش بیشتری هم پیدا می‌کنند. این نکته نشان می‌دهد که سرعت فکر کردن هم قابلیت تغییر دارد. سرعت فکر کردن یکی از مواردی است که برای ادامه‌ی بقای ما ضروری است. حوادث به‌سرعت روی می‌دهند و اگر مغز آهسته عمل کند ممکن است اطلاعات مهمی را از دست بدهد. در طی یکی از آزمایش‌ها مرتزنیچ و جنکینز با موفقیت میمون‌ها را آموزش دادند تا صداها را در وقفه‌های زمانی کوتاه و کوتاه‌تر تشخیص دهند. نورون‌های آموزش‌دیده بسیار سریع‌تر به صداها واکنش نشان می‌دادند، در بازه‌ی زمانی کمتری آن‌ها را پردازش می‌کردند و در بین فرستادن پیغام‌ها نیاز به زمان کمتری برای «آسودن» داشتند. نورون‌هایی که سریع‌تر عمل می‌کنند، در نهایت باعث تفکر سریع‌تر می‌شوند و سرعت در تفکر یکی از اجزاء مهم هوش است. آزمون‌هایی که بهره‌ی هوشی را می‌سنجد، مانند زندگی واقعی، نه‌تنها جواب درست شما را در نظر می‌گیرد بلکه می‌سنجد چقدر طول می‌کشد تا شما این جواب درست را بیابید.
بعلاوه آن‌ها کشف کردند هنگامی‌که مهارتی را به یک حیوان می‌آموزند، نه‌تنها نورون‌های مغزی حیوان سریع‌تر پیغام می‌فرستند، بلکه به‌خاطر این سرعت، پیغام آن‌ها از شفافیت بیشتری برخوردار است. نورون‌های سریع‌تر بیشتر امکان دارد هم‌زمان با هم پیغام بفرستند -تبدیل به بازیکن‌های گروهی بهتری شوند- به‌این‌ترتیب بیشتر به‌هم سیم‌پیچی شده، و تشکیل گروه‌هایی از نورون‌ها را می‌دهند که پیغام‌های شفاف‌تر و قدرتمندتری را می‌فرستند. این نکته‌ای بسیار مهم است؛ زیرا پیغام قوی‌تر اثر بیشتری بر روی مغز دارد. هنگامی‌که ما می‌خواهیم چیزی که شنیده‌ایم را به‌یاد بیاوریم، باید قبلاً آن‌را به‌خوبی گوش کرده باشیم؛ زیرا حافظه تنها می‌تواند به شفافیت همان سیگنال‌هایی باشد که وارد آن شده‌اند.

و سرانجام مرتزنیچ کشف کرد که انجام تغییرات درازمدت در مغز، نیاز مبرم به توجه دقیق دارد. در آزمایش بر روی نورون‌ها او دریافت که تغییرات پایدار فقط هنگامی روی می‌دهند که میمون‌ها به موردی کاملاً توجه دارند. گاهی که حیوانات کارهایی را بدون توجه و صرفاً به‌صورت خودکار انجام می‌دهند، نقشه‌های مغزی آن‌ها تغییر می‌کند، اما این تغییرات پایدار نیست. ما اغلب «توانایی انجام چند کار باهم» را تحسین می‌کنیم. هنگامی‌که شما یاد می‌گیرید توجه خود را معطوف به چند چیز کنید، توجه شما چندپاره شده، باعث ماندگاری تغییر در نقشه‌های مغزی شما نمی‌شود.

هنگامی‌که مرتزنیچ کودکی بیش نبود، دخترعموی بزرگ مادرش که معلم مدرسه‌ای در وینسکانسین بود به‌عنوان معلم برتر آن‌سال در سراسر ایالات متحده انتخاب شد. بعد از شرکت در مراسم تقدیر در کاخ سفید، او به اورگان

محل زندگی خانواده‌ی مرتزنیچ آمد. مرتزنیچ با یادآوری این خاطره می‌گوید: «مادرم از او سؤال بیهوده‌ای کرد که در گفتگو معمولاً پرسیده می‌شود: ‘روش اصلی تو در آموزش کودکان چگونه است’ و دخترعمو چنین جواب داد ‘خوب در ابتدا که بچه‌ها به مدرسه می‌آیند ما آن‌ها را مورد آزمون قرار می‌دهیم و به‌این‌ترتیب می‌فهمیم که آیا آنان کودکان مستعدی هستند یا نه. اگر بچه‌های با استعدادی بودند، کاملاً توجهمان را معطوف به آن‌ها می‌کنیم و وقت خود را با توجه به کسانی که ارزشش را ندارند به هدر نمی‌دهیم’. این چیزی هست که دخترعموی مادرم گفت و توهم می‌دانی که این قاعده روشی پایدار است که مردم به انحاء گوناگون، آن‌را در مورد کودکانی که متفاوت هستند به‌کار می‌برند. چقدر این موضوع مخرب است که همه فکر کنند منابع مغزی آن‌ها وضعیتی پایدار و غیر قابل‌تغییر دارد و این‌که نمی‌توان آن‌ها را ارتقاء و یا تغییر داد».
در ادامه مرتزنیچ از انجام تحقیقی توسط پائولا تلال(۶۸) در روتگرز مطلع شد که در حال تحلیل این موضوع بود که چرا کودکان در یادگیری روخوانی دچار مشکل می‌شوند. چیزی در حدود ۵ تا ۱۰ درصد از کودکان پیش‌دبستانی ناتوانی‌های زبانی دارند که باعث می‌شود در خواندن، نوشتن و حتی فهمیدن درس دچار مشکل شوند. بعضی وقت‌ها به این کودکان خوانش پریش(۶۹) (دیسلکسیک) می‌گویند.
کودکان با تمرین‌های گفتاری بر روی ترکیبات صامت-صدادار مانند «دا، دا، دا» و «با با با» شروع به حرف زدن می‌کنند. کلمات در بسیاری از زبان‌های دنیا با چنین ترکیباتی شروع می‌شود. اولین کلماتی که کودکان انگلیسی با آن‌ها آغاز به سخن گفتن می‌کنند چیزهایی است مانند «ماما»، «دادا» «پی‌پی» و چیزهای دیگر. تحقیق تلال نشان داد کودکانی که دچار ناتوانی در آموختن هستند، در پردازش شنوایی خود مشکل دارند. مشکل آن‌ها در پردازش ترکیبات معمول صامت- مصوتی است که سریع ادا می‌شوند و به آن‌ها «بخش‌های سریع گفتار(۷۰)» می‌گویند. این کودکان در شنیدن درست و دقیق این بخش‌ها مشکل دارند و در نتیجه نمی‌توانند آن‌ها را به‌طرز صحیح ارائه کنند.
به اعتقاد مرتزنیچ، نورون‌ها در کورتکس شنوایی این کودکان بسیار کند پیغام می‌فرستند؛ به همین دلیل آن‌ها دو صدای بسیار شبیه به‌هم را از هم تشخیص نمی‌دهند و یا اگر دو صدا بدون فاصله با هم ادا شوند نمی‌توانند تشخیص دهند کدام‌یک اول و کدام‌یک بعد آمده است. اغلب آن‌ها قادر نیستند صدای آغازین سیلاب‌ها، که در سیلاب‌های مختلف تغییر می‌کند، را بشنوند. معمولاً نورون‌ها، ۳۰ هزارم ثانیه بعد از پردازش یک صدا آماده می‌شوند که دوباره پیغام ارسال کنند. برای هشت درصد از کودکانی که از نظر زبانی دچار ناتوانی هستند، این مدت‌زمان به سه‌برابر افزایش می‌یابد و به همین دلیل آن‌ها میزان زیادی از اطلاعات زبانی را از دست می‌دهند. هنگامی‌که شکل‌های ارسال پیغام نورون‌ها در این کودکان مورد آزمایش قرار گرفت، معلوم شد پیغام‌ها کاملاً روشن و شفاف نبوده‌اند.

مرتزنیچ دراین‌باره می‌گوید: «در این افراد پیغام‌ها چه در دریافت و چه در ارسال مغشوش هستند». نقص در شنیدن، باعث ضعف در تمام عملکردهای مربوط به زبان می‌شود؛ در نتیجه این افراد در زمینه‌ی واژگان، درک مطلب، گفتار، خواندن و نوشتن ضعف دارند. این افراد انرژی بسیار زیادی را صرف رمزگشایی کلمات می‌کنند، به همین دلیل تمایل آنان در جهت استفاده از جملاتی کوتاه‌تر است و در تمرین حافظه به‌منظور ساختن جملات طولانی شکست می‌خورند.
پردازش زبانی در آن‌ها بیشتر شبیه به کودکان بوده و با «تأخیر» همراه است و آن‌ها برای تشخیص «دا، دا، دا» از «با با با» نیاز به تمرین دارند.
هنگامی‌که تلال به ریشه‌ی مشکلات این کودکان پی برد، بیم داشت که «این کودکان به تحلیل رفته باشند» و کسی نتواند کاری برای کاستی اساسی مغز آن‌ها انجام دهد؛ اما این افکار متعلق به قبل از زمانی بود که او و مرتزنیچ نیروهای خود را متشکل کنند.
در سال ۱۹۹۹۶ مرتزنیچ، پائولا تلال، بیل جنکینز و یکی از همکاران روانشناس پائولا به‌نام استیو میلر هسته ی مرکزی گروهی با نام «آموزش علمی(۷۱)» را تشکیل دادند و تمام فعالیت خود را وقف استفاده از تحقیقات نوروپلاستیسیتی برای کمک به افراد کردند تا دوباره مغز خود را سیم‌پیچی کنند.
دفتر مرکزی این گروه در رُتوندا است، شاهکار معماری بیوکس آرتز در مرکز شهر اکلند ایالت کالیفرنیا؛ با گنبد شیشه‌ای بیضی‌شکل به بلندی ۱۲۰ فوت و لبه‌هایی که با لایه‌ای از طلای ۲۴ عیار رنگ‌آمیزی شده‌اند. با ورود به این بنا، به دنیای دیگری قدم می‌گذارید. کارکنان این مرکز آموزش علمی شامل روانشناسان کودک، محققان در زمینه‌ی پلاستیسیتی، متخصصان در زمینه‌ی انگیزش انسانی، آسیب‌شناسان گفتاری، مهندسان، برنامه‌ریزان و پویانماها هستند. این محققان از پشت میزهای کارشان که سراپا غرق در نور طبیعی آفتاب است می‌توانند به بالا و گنبد زیبای این بنا نگاه کنند.
«سریع به دنبال کلمه» نام برنامه‌ی آموزشی است که آن‌ها برای کودکان ناتوان در یادگیری و با دچار ضایعات زبانی طراحی کرده‌اند. این برنامه تمامی عملکردهای اساسی مغز که مربوط به زبان هستند از رمزگشایی صداها گرفته تا درک مطلب را مورد تمرین قرار می‌دهد؛ نوعی پیوند بین آموزش و مغز.
این برنامه شامل هفت تمرین مغزی است. در یکی از آن‌ها کودکان آموزش می‌بینند تا توانایی خود را در تشخیص صداهای بلند از کوتاه، ارتقاء بخشند. یک گاو بر روی صفحه‌ی کامپیوتر از این‌سو به آن‌سو پرواز کرده و ماغ می‌کشد. کودک باید گاو را با نشانه‌گر کامپیوتر بگیرد و با فشار دادن دگمه‌ی موس آن‌را نگه دارد. سپس ناگهان صدای طولانی ماغ گاو به نحو نامحسوسی تغییر می‌کند. در این لحظه باید کودک گاو را رها کند و اجازه دهد که دوباره پرواز کند. کودکی که بلافاصله بعد از تغییرات صدا، گاو را رها می‌کند امتیاز می‌گیرد. در بازی دیگری، کودکان سعی می‌کنند تا ترکیبات آواهای صدادار- بی‌صدا که می‌تواند هر کسی را به‌آسانی گیج کند -مانند «با» و «دا»- را تشخیص دهند؛

در ابتدا با سرعتی کمتر از آنچه که در صحبت‌های معمولی ادا می‌شوند و بعد با سرعت‌هایی که دائم افزایش پیدا می‌کنند. بازی دیگر به کودکان آموزش می‌دهد که به غلت‌هایی با فرکانس‌های سریع و سریع‌تر گوش کنند (صداهایی مانند ووووووپ که جمع می‌شود). بازی دیگر به آن‌ها یاد می‌دهد که صداها را به‌خاطر بیاورند و آن‌ها را با هم جفت کنند. قسمت‌های «سریع صحبت» در سرتاسر تمرینات مورد استفاده قرار می‌گیرد اما بخش‌هایی هم هست که با کمک کامپیوتر آهسته شده‌اند، به همین دلیل کودکان با ناتوانی‌های زبانی می‌توانند به آن‌ها گوش کرده و برای آن‌ها نقشه‌های واضحی در مغز خود ایجاد کنند، سپس به‌تدریج در طی دوره‌ی تمرینات سرعت آن‌ها زیاد می‌شود. هنگامی‌که کودکان به هر یک از اهداف تعیین شده دست می‌یابند اتفاق جالبی می‌افتد؛ مانند این‌که کاراکتر انیمیشن جواب را می‌خورد، سوءهاضمه پیدا می‌کند، قیافه‌ی بامزه‌ای به‌خود می‌گیرد و یا اینکه حرکات بامزه و شلوغی را به نمایش می‌گذارد که به‌اندازه‌ی کافی غیرمنتظره هستند که توجه کودک را به‌خود جلب کند.
این «جوایز» وجه تعیین‌کننده‌ی این برنامه‌ی کامپیوتری است؛ زیرا هر بار که به کودک جایزه‌ای داده می‌شود، مغز وی انتقال‌دهنده‌های مغزی مانند دوپامین و استیل‌کولین را ترشح می‌کند که به او کمک می‌کنند تا نقشه‌های ایجاد شده برای صداها را در ذهن خود تثبیت کند. (دوپامین باعث اثربخشی بیشتر جایزه‌ها در ذهن کودک می‌شود و استیل‌کولین مغز را «مطلع کرده» و ذهنیات پایدارتری را ایجاد می‌کند).
کودکان با مشکلات ملایم‌تر معمولاً به مدت چند هفته، هر هفته پنج روز و هر روز یک ساعت و چهل دقیقه با برنامه‌ی سریع به دنبال کلمه کار می‌کنند؛ و آن‌هایی که مشکلات حادتری دارند به مدت هشت‌تا دوازده هفته با این برنامه کار می‌کنند.
نتایج اولیه‌ی تحقیق در ژانویه‌ی سال ۱۹۹۶ در نشریه‌ی علم ارائه شد و بسیار قابل‌توجه بود. در طول آزمایش، کودکانی که دچار مشکلات زبانی بودند به دو گروه تقسیم شده بودند. گروه اصلی که با برنامه‌ی سریع به دنبال کلمه کار می‌کرد و گروه کنترل که با برنامه‌ی کامپیوتری مشابهی کار می‌کرد، با این تفاوت که این برنامه پردازش گیجگاهی را آموزش نمی‌داد و از صداهای تغییر یافته استفاده نمی‌کرد. هر دو گروه از نظر وضعیت سنی، هوشی و مهارت‌های پردازش زبانی در یک سطح بودند. نتایج آزمایش نشان می‌داد، کودکانی که از برنامه‌ی سریع به دنبال کلمه استفاده کرده بودند در زمینه‌ی آزمون‌های استاندارد گفتاری، زبانی و پردازش شنوایی پیشرفت شایانی کرده بودند. آن‌ها دوره را با نمره‌های زبانی در حد متعارف و یا حتی بالاتر از متعارف به پایان بردند و هنگامی‌که شش هفته بعد از آموزش مورد آزمون مجدد قرار گرفتند، نتایج بهتری در ذهنشان باقی مانده بود. ارتقاء زبانی در آن‌ها خیلی بیشتر از کودکان گروه کنترل بود. تحقیقات بیشتری بر روی پانصد کودک در سی‌وپنج مرکز

بیمارستانی، کلینیکی و خانه صورت گرفت. همه‌ی آن‌ها قبل و بعد از آموزش توسط برنامه‌ی سریع به دنبال کلمه، توسط تست‌های استاندارد زبان مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج نشان داد که در زمینه‌ی درک زبان، توانایی اکثر کودکان پس از آموزش به حد متعارف رسیده و در مورد درک مطلب این میزان در بسیاری از موردهای تحقیق حتی به میزانی بالاتر از حد متعارف رسیده بود.
کودکی که از نظر زبانی در سطح متوسطی بود، تحت آموزش با این برنامه قرار گرفت و در عرض شش هفته به‌اندازه‌ی ۸/۱ سال از نظر زبانی جلو افتاد که از نظر سرعت در پیشرفت قابل توجه بود. یک گروه از دانشگاه استنفورد، کار اسکن مغزی بیست کودک مبتلا به خوانش‌پریشی را قبل و بعد از آموزش با برنامه‌ی کامپیوتری سریع به دنبال کلمه انجام داد. عکس‌های قبل از آموزش نشان می‌داد که کودکان مبتلا نسبت به کودکان معمولی، از قسمت‌های بیشتری از مغز خود برای خواندن استفاده می‌کنند؛ اما عکس‌های پس از آموزش نشان می‌داد که مغز آنان به سمت طبیعی شدن گام برداشته است. (برای مثال کورتکس آهیانه- گیجگاهی سمت چپ آن‌ها به‌طور متوسط فعالیت بیشتری کرده بود و نمرات آن‌ها دارای الگوهایی شبیه به کودکانی بود که در خواندن مشکلی نداشتند).
ویلی آربور کودکی هفت‌ساله از ویرجینیای غربی است. او موهایی قرمز و صورتی پر از کک‌ومک دارد، علاقه‌مند به رفتن به مراکز خرید است و با این‌که به‌زحمت قدش به چهار فوت می‌رسد عاشق کشتی‌گرفتن است. او به‌تازگی دوره‌ی آموزشی سریع به دنبال کلمه را شروع کرده و وضعیتش عوض شده است.
مادرش در توضیح وضعیت او می‌گوید: «مشکل عمده‌ی ویلی این بود که صحبت‌های دیگران را به‌طور واضح نمی‌شنید. من به او می‌گفتم ‘کاپ’ و او می‌شنید ‘کاف’. به‌خصوص، سروصدای اضافه در محیط کار شنیدن را برای او سخت می‌کرد. رفتن به کودکستان مایه‌ی دل‌تنگی او بود. کاملاً آشکار بود که چقدر در آنجا احساس ناامنی می‌کند. او رفتارهای اضطرابی داشت، مانند این‌که آستین لباسش را می‌جوید، زیرا همه می‌توانستند جواب پرسش‌ها را درست بگویند اما او نمی‌توانست. در واقع معلمش هم به ما گفته بود که باید به کلاسی پایین‌تر برود». ویلی در روخوانی مشکل داشت؛ چه برای خودش و چه برای دیگران.
مادرش در ادامه می‌گوید: «ویلی تغییر آهنگ صدا را نمی‌شنید. به همین دلیل نمی‌توانست بفهمد که چه زمان شخص با هیجان عباراتی را به زبان می‌راند و کِی دارد معمولی سخن می‌گوید. او آهنگ صدا را نمی‌گرفت، به همین دلیل درک احساسات دیگران از روی آهنگ صدایشان برای او دشوار بود. با درک نکردن آهنگ بالا و پایین صدا، او نمی‌شنید که مردم در هنگام هیجان می‌گویند ‘ای وای!’. برای او همه‌ی سخنان مثل هم بود».
ویلی را پیش یک متخصص شنوایی بردند. او تشخیص داد «مشکل

شنوایی»اش ناشی از اختلال در پردازش شنوایی وی است که از مغزش نشأت می‌گیرد. ویلی در به‌خاطر سپردن زنجیره‌ی کلمات مشکل داشت، زیرا سیستم شنوایی او به‌آسانی سرریز می‌کرد. «اگر شما به او سه فرمان می‌دادید، مانند این‌که ‘لطفاً کفش‌هایت را به طبقه‌ی بالا ببر -آن‌ها را در کمد بگذار- بعد برای شام خوردن بیا پایین’ او هر سه را فراموش می‌کرد. او کفش‌هایش را از پا درمی‌آورد، از پله‌ها بالا می‌رفت و بعد می‌پرسید ‘مامان گفتی چه‌کار کنم’؟ آموزگاران مجبور بودند مدام فرمان‌های خود را برای او تکرار کنند». گرچه که او کودک بااستعدادی بود -در زمینه‌ی ریاضی- اما مشکلاتش باعث شده بود در این زمینه هم پیشرفت نکند.
مادر نسبت به این‌که در مدرسه ویلی باید همان سطح آموزشی را دوباره تکرار کند معترض بود و در تعطیلات تابستان به مدت هشت‌هفته او را تحت آموزش برنامه‌ی سریع به دنبال کلمه قرار داد.
مادر او به یاد می‌آورد: «قبل از این‌که ویلی تحت آموزش با برنامه‌ی سریع به دنبال کلمه قرار گیرد، هنگام کار با کامپیوتر کاملاً استرس داشت. با این برنامه او به مدت هشت‌هفته و هر روز صددقیقه پشت کامپیوتر می‌نشست. وی از انجام فعالیت‌های آن لذت می‌برد و عاشق سیستم نمره‌دهی‌اش بود؛ زیرا می‌توانست ببیند که هر روز نمراتش بالا و بالاتر می‌رود». با طی کردن مراحل پیشرفت، ویلی توانایی پیدا کرد که آهنگ صدا را تشخیص داده، احساسات دیگران را بهتر بفهمد و به‌این‌ترتیب احساس اضطراب کمتری کند. «این تغییرات برای او بسیار زیاد بود. هنگامی‌که نمرات آزمون‌های میان‌ترم را به خانه آورد، گفت ‘مامان نمراتم بهتر از سال پیش شده’. نمراتی که او بیشتر مواقع به خانه می‌آورد کم‌کم تبدیل شد به نمرات آ و ب، که تغییر قابل‌توجهی بود. حالا دیگر این حرف‌ها سر زبانش بود ‘من می‌توانم این‌را انجام بدهم، این نمره‌ی من هست و من می‌توانم آن‌را بهتر کنم’. احساس می‌کردم که دارم جواب دعاهایم را می‌گیرم. این برنامه برای او خیلی کار کرده بود. واقعاً شگفت‌انگیز بود»؛ و بعد از یک‌سال او هنوز در حال پیشرفت است.
کم‌کم خبرهایی درباره‌ی تأثیرات جنبی استفاده از این برنامه به گوش مرتزنیچ و تیمش می‌رسید. این‌که دستخط کودکان هم پیشرفت کرده بود. والدین گزارش می‌دادند که بسیاری از دانش‌آموزانی که از این برنامه استفاده کرده بودند، اکنون تمرکز و توجه مداومی دارند. به نظر مرتزنیچ وقوع این نتایج شگفت‌آور به این دلیل بوده که این برنامه باعث بعضی پیشرفت‌ها در فرایند پردازش مغزی شده است.
یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های مغزی -یکی از آن‌هایی که ما اغلب درباره‌اش فکر هم نمی‌کنیم- مشخص کردن طول زمان انجام هر عمل است که همان پردازش گیجگاهی است. اگر شما نتوانید تعیین کنید که هر رویداد چقدر طول می‌کشد، نمی‌توانید حرکت درستی انجام دهید و نمی‌توانید درک درست و یا پیش‌بینی دقیقی داشته باشید. مرتزنیچ کشف کرد هنگامی‌که افرادی تمرین می‌کنند تا

لرزش‌های بسیار سریع پوستی به مدت ۷۵ هزارم ثانیه را احساس کنند، همین افراد می‌توانند صداهای ۷۵ هزارم ثانیه‌ای را هم تشخیص دهند. ظاهراً برنامه‌ی سریع به دنبال کلمه توانایی کلی ذهن در مدیریت زمان را ارتقاء می‌دهد. گاهی این ارتقاء حتی به پردازش بصری هم کشیده می‌شود. قبل از آغاز آموزش با برنامه‌ی سریع به دنبال کلمه هنگامی‌که به ویلی بازی کامپیوتری داده شد و از او سؤال شد چند مورد در جای خود قرار نگرفته‌اند – قایقی که در بالای یک درخت قرار گرفته بود و یا قوطی کنسروی که بر بالای سقف گذاشته شده بود- چشمان او برای یافتن این موارد از این‌سو به آن‌سوی صفحه می‌پرید. به‌جای اینکه هر بار بخش کوچکی از صفحه را مورد جستجو قرار دهد، سعی او بر این بود که همه‌ی صفحه را مدنظر قرار دهد. در مدرسه هم به هنگام خواندن مطالب خطوط را جا می‌انداخت؛ اما پس‌ازآنکه تحت آموزش این برنامه قرار گرفت دیگر چشمانش در همه‌ی صفحه به گردش در نمی‌آمد و می‌توانست بر روی توجه بصری خود تمرکز کند.
تعدادی از کودکان که تحت آموزش برنامه‌ی سریع به دنبال کلمه قرار گرفته بودند و بلافاصله بعد از تکمیل دوره تحت آزمایش‌هایی واقع شده بودند نه‌تنها در زبان، تکلم و خواندن پیشرفت کرده بودند، بلکه ریاضی، علوم و مطالعات اجتماعی آن‌ها هم پیشرفت کرده بود. شاید دلیلش این بود که حالا کودکان بهتر به آنچه که در کلاس در جریان بود گوش می‌دادند و یا بهتر می‌توانستند بخوانند؛ اما نظر مرتزنیچ این بود که ممکن است دلیل آن پیچیده‌تر از این حرف‌ها باشد.
او می‌گوید: «می‌دانی، قضیه این است که با استفاده از این برنامه ضریب هوشی بالا می‌رود. ما تست ماتریکس که سنجشی بصری برای هوش است را مورد استفاده قرار دادیم؛ که نشان داد ضریب هوشی بالا می‌رود».
این حقیقت که یک مؤلفه‌ی بصری از ضریب هوشی بالا رفته به این معنا نیست که ارتقاء ضریب هوشی صرفاً به این خاطر تحقق یافته که برنامه‌ی سریع به دنبال کلمه توانایی کودک را در خواندن سؤالات آزمون شفاهی افزایش داده است؛ بلکه به این معناست که پردازش مغزی آن‌ها به‌صورت کلی ارتقاء پیدا کرده؛ شاید به این دلیل که پردازش گیجگاهی آن‌ها پیشرفت کرده است. استفاده از این برنامه مزایای غیرمنتظره‌ی دیگری هم داشته است؛ از جمله این‌که استفاده از آن برای بعضی کودکان دچار اوتیسم، پیشرفت‌های کلی به‌بار آورده است.

***

معمای اوتیسم- مغزی که از درک مغزهای دیگر عاجز است- یکی از تلخ‌ترین و گیج‌کننده‌ترین زمینه‌ها در روانشناسی و یکی از شدیدترین اختلالات رشدی در زمان کودکی است. به آن «اختلال رشدی فراگیرنده» هم می‌گویند؛ برای این‌که بسیاری از جنبه‌های رشدی کودک را در برمی‌گیرد: هوش، ادراک، مهارت‌های اجتماعی، زبان و احساسات.
ضریب هوشی بیشتر کودکان مبتلا به اوتیسم، پایین‌تر از ۷۰ است. آن‌ها مشکلاتی در برقراری روابط اجتماعی دارند و در موارد شدید با دیگر انسان‌ها به‌گونه‌ای رفتار می‌کنند مثل این‌که آن‌ها اشیایی بی‌جان هستند، نه با آن‌ها سلام و علیک می‌کنند و نه این‌که هویت انسانی آن‌ها تأیید می‌کنند. گاهی وقت‌ها چنین به نظر می‌آید که بیمار مبتلا به اوتیسم درک نمی‌کند که «انسان‌های دیگری» هم در این دنیا وجود دارند. آن‌ها در پردازش ادراکی خویش نیز دچار مشکل هستند، به همین دلیل غالباً به صدا و تماس زیاده از حد حساس‌اند و محرک‌ها به‌آسانی باعث سرریزی آن‌ها می‌شوند. (این ممکن است یکی از دلایلی باشد که به سبب آن کودکان مبتلا به اوتیسم از تماس چشمی پرهیز می‌کنند: محرک‌هایی که از جانب افراد می‌آید به‌خصوص هنگامی‌که درآن‌واحد از جانب چندین حس باشد، زیاده از حد شدید است). به نظر می‌آید که شبکه‌ی عصبی آن‌ها زیاده از حد فعال است؛ بسیاری از این کودکان دچار صرع نیز هستند.
تعداد بسیار زیادی از کودکان مبتلا به اوتیسم دچار اختلالات زبانی هستند، به همین دلیل متخصصان استفاده از برنامه‌ی سریع به‌دنبال کلمه را برای آنان پیشنهاد کردند. آن‌ها نمی‌توانستند حدس بزنند که با استفاده از این برنامه چه چیز ممکن است پیش بیاید. والدین کودکان مبتلا به اوتیسم که این برنامه را در مورد آن‌ها به‌کار برده بودند، به مرتزنیچ گفتند که کودکان آن‌ها از نظر اجتماعی وضعیت بهتری پیدا کرده‌اند. او والدین را مورد این پرسش قرار داد که آیا هدف از تحت آموزش قرار دادن کودکان این بوده که صرفاً آن‌ها را تبدیل به شنونده‌هایی بادقت‌تر کنند؟ و او مجذوب این واقعیت شد که برنامه‌ی سریع به دنبال کلمه مشکلات زبانی و اوتیسم، هر دو را با هم به انحطاط برده است. آیا به‌این‌ترتیب می‌شد نتیجه گرفت که مشکلات زبانی و اوتیسم شرحی متفاوت از یک مشکل واحد هستند؟
دو تحقیقی که بر روی کودکان مبتلا به اوتیسم انجام شد همه‌ی شنیده‌های مرتزنیچ را تأیید کرد. یکی از این دو تحقیق در مورد زبان بود که نشان داد استفاده از برنامه‌ی سریع به دنبال کلمه باعث پیشرفت سریع کودکان مبتلا به اوتیسم از وضعیت اختلال زبانی شدید به سطح نرمال شده است؛ اما تحقیق دیگری که بر روی یک‌صد کودک مبتلا به اوتیسم انجام شد، نشان داد که استفاده از این برنامه در بهبود نشانه‌های اوتیسم نیز تأثیر به‌سزایی داشته است. اکنون محدوده‌ی توجه این کودکان گسترش یافته بود. حس شوخ‌طبعی در آن‌ها بیشتر ملاحظه می‌شد. بیشتر با دیگران ارتباط برقرار می‌کردند. حالا

ارتباط چشمی بهتری با دیگران برقرار می‌کردند، شروع به سلام و علیک با دیگران و مورد خطاب قرار دادن آن‌ها با اسمشان کرده بودند، با آن‌ها صحبت می‌کردند و در پایان از آن‌ها خداحافظی می‌کردند. در ظاهر چنین به نظر می‌آمد که این کودکان شروع به کسب تجربه از دنیایی کرده بودند که اکنون برایشان پر از آدم‌های دیگر بود.
لورالی یک دختر هشت‌ساله است که در سه‌سالگی بیماری اوتیسم با درجه متوسط در او تشخیص داده شد. حتی در هشت‌سالگی به‌ندرت از زبان استفاده می‌کرد. هنگامی‌که او را به اسم صدا می‌زدند، جواب نمی‌داد و واکنشی هم نسبت به والدینش نشان نمی‌داد؛ مثل این‌که اصلاً صدای آن‌ها را نمی‌شنود.
گاهی حرف می‌زد اما این‌کار را با «زبان مخصوص به‌خودش» انجام می‌داد. این چیزی است که مادرش می‌گوید و در ادامه اضافه می‌کند: «که زبانش در اغلب موارد غیرقابل‌فهم بود». اگر آب‌میوه می‌خواست آن‌را نه به کمک زبان بلکه با اداواطوار نشان می‌داد و پدر و مادرش را به سمت کابینت آشپزخانه می‌کشاند تا آن‌را به او بدهند.
او نشانه‌های دیگر اوتیسم را هم داشت، که از جمله‌ی آن‌ها حرکات تکراری است که کودکان مبتلا به اوتیسم دارند و توسط انجام آن‌ها سعی می‌کنند تا خود را از غرق شدن در احساساتشان بازدارند.
بر اساس گفته‌های مادرش «لورا همه کار می‌کرد؛ دستانش را به‌هم می‌زد، روی انگشتان پا راه می‌رفت، با انرژی زیاد، گاز می‌گرفت اما نمی‌توانست چیزی درباره‌ی احساسش به‌من بگوید».
او خیلی دل‌بسته‌ی درختان بود. هنگامی‌که والدین لورالی به‌منظور تخلیه‌ی انرژی‌اش او را به پیاده‌روی عصرگاهی می‌بردند، اغلب در کنار درختان توقف و آن‌ها را نوازش و بغل می‌کرد و با آن‌ها حرف می‌زد.
لورالی به‌طرزی غیرطبیعی نسبت به صدا حساس بود. مادرش می‌گوید: «او گوش‌های بیونیکی(۷۲) داشت. وقتی‌که سنش کم بود، اغلب با دستانش روی گوش‌های خود را می‌پوشاند. او نمی‌توانست موسیقی‌های خاصی که از رادیوپخش می‌شد، چیزهایی مانند موسیقی‌های آرام و کلاسیک، را تحمل کند». یک‌بار که نزد یک دکتر متخصص اطفال رفته بودند، نوای موسیقی را از طبقه‌ی بالا می‌شنید که دیگران قادر به شنیدن آن نبودند. وقتی در خانه بود به کنار سینک ظرفشویی می‌رفت، آن‌را با آب پر می‌کرد، بعد لوله‌های زیر ظرفشویی را بغل می‌کرد، و به نوای آبی که از آن تخلیه می‌شد گوش می‌کرد.
پدر لورالی در نیروی دریایی کار می‌کند و در جنگ سال ۲۰۰۳ در عراق حضور داشت. هنگامی‌که خانواده‌ی لورالی به کالیفرنیا انتقال پیدا کردند، او را در یک مدرسه‌ی دولتی ثبت‌نام کردند. در این مدرسه کلاس خاصی وجود داشت که در آن از برنامه‌ی سریع به دنبال کلمه استفاده می‌شد. او هشت‌هفته و هر روز به مدت دوساعت توسط این برنامه تحت آموزش قرار گرفت.

مادرش می‌گوید: «وقتی‌که دوره‌ی او تمام شد، در استفاده از زبان کولاک می‌کرد. شروع به صحبت بیشتر و به‌کار بردن جملات کامل کرد. حتی قبل از این‌که از او بپرسیم ‘امروز در مدرسه چگونه گذشت’خودش درباره‌ی اوقاتش در مدرسه می‌گفت. حالا می‌توانست از کارهایی که در مدرسه انجام می‌داد بگوید؛ کارهایی که حتی جزییات آن‌ها را هم به‌یاد داشت. اگر دچار موقعیت بدی می‌شد، می‌توانست آن‌را برایم توضیح دهد و من مجبور نبودم او را تحریک کنم تا چیزی از او بیرون بکشم. علاوه بر این خود او متوجه شده بود که به‌خاطر سپردن همه‌چیز برایش سهل‌تر شده است». لورالی همیشه عاشق خواندن کتاب بوده، اما حالا او می‌تواند کتاب‌های طولانی‌تر، غیرداستانی و دائره‌المعارف‌ها را بخواند. مادرش می‌گوید: «حالا او به صداهای آهسته‌تر گوش می‌کند و تحمل شنیدن انواع صداها از رادیو را دارد. این زندگی دوباره‌ای است که به او داده شده و با ارتباط بهتری که او حالا می‌تواند برقرار کند، زندگی دوباره‌ای است که به ما داده شده، رحمتی از سوی پروردگار».
مرتزنیچ تصمیم گرفت برای درکی دقیق‌تر از اوتیسم و تأخیراتی که در مسیر رشد به‌وجود می‌آورد، دوباره به آزمایشگاهش بازگردد. او فکر کرد بهترین روشی که می‌تواند توسط آن این بیماری را بررسی کند، این است که در ابتدا «حیوانی دچار اوتیسم» را به‌وجود بیاورد؛ حیوانی که در مسیر رشد خود دچار تأخیرات چندگانه است؛ یعنی همان‌چیزی که در کودکان اوتیستیک مشاهده می‌شود. به‌این‌ترتیب می‌تواند این حیوان را مطالعه و آن‌را درمان کند.
همان‌طور که مرتزنیچ داشت درباره‌ی این «بلای دوران کودکی»، عبارتی که او برای اوتیسم به‌کار می‌برد، فکر می‌کرد به این حدس رسید که شاید در همان دوران کودکی چیزی اشتباه در این کودکان روی می‌دهد. هنگامی‌که «دوره‌ی حساس» فرامی‌رسد، پلاستیسیتی مغز در اوج خود است و حجم زیادی از تغییرات باید روی دهد؛ اما اوتیسم تا حد زیادی دارای شرایط ارثی است. اگر یکی از دوقلوهای یک‌تخمکی دچار اوتیسم باشد، در ۸۰ تا ۹۰ درصد موارد، آن‌یکی هم دچار این بیماری است؛ اما در مورد دوقلوهای دیگر، اگر یکی از آن‌ها دچار اوتیسم باشد، غالباً قُل غیراوتیستیک در استفاده از زبان و روابط اجتماعی مشکل دارد.
بااین‌وجود شیوع اوتیسم با چنان میزانی در حال صعود است که نمی‌توان آن‌را فقط با علم ژنتیک توضیح داد. چهل‌سال پیش هنگامی‌که این بیماری شناخته شد، میزان شیوع آن‌یک نفر در بین هر پنج‌هزار نفر بود که اکنون به پانزده نفر در هر پنج‌هزار نفر رسیده است. تعداد مبتلایان به این بیماری افزایش یافته؛ یکی به این دلیل که اکنون اوتیسم غالباً قابل تشخیص است و دیگری این‌که با استفاده از برچسب کودک مبتلا به اوتیسم خانواده‌ی وی می‌توانند از هزینه‌ی دولتی برای درمان وی استفاده کنند. مرتزنیچ می‌گوید: «اما اکنون باوجود تمام تلاش‌هایی که از طرف اپیدمولوژیست‌های کمال‌گرا در جهت اصلاح این آمار صورت گرفته، به‌نظر می‌رسد که در طی پانزده‌سال اخیر این بیماری به حدود

سه برابر افزایش پیدا کرده باشد. اکنون به‌علت فاکتورهای ریسک ابتلا به اوتیسم، در جهان نسبت به آن‌یک حالت اضطرار وجود دارد».
مرتزنیچ به این ایده رسیده که یک عامل محیطی وجود دارد که بر مدارهای نورونی این کودکان تأثیر گذاشته و باعث می‌شود تا «دوره‌ی حساس» در آنان پیش از موقع برچیده شود؛ یعنی پیش از آن‌که نقشه‌های مغزی کاملاً تفکیک شده باشند. هنگامی‌که ما متولد می‌شویم نقشه‌های مغزی ما به‌صورت طرحی خام و «چرک‌نویسی ناخوانا» هستند. آن‌ها تفکیک‌نشده و بدون هیچ‌گونه جزییات می‌باشند. در «دوره‌ی حساس»، هنگامی‌که ساختار نقشه‌های مغزی ما با اولین تجارب این دنیایی‌مان شکل می‌گیرد، آن چرک‌نویس ناخوانا به‌طور طبیعی به‌جزییات آمیخته و تفکیک می‌شود. مرتزنیچ و تیمش از نقشه‌برداری میکرو استفاده کردند تا نشان دهند چگونه در «دوره‌ی حساس» نقشه‌های مغزی موش‌های تازه متولد شده شکل می‌گیرد. در شروع دوره‌ی حساس، درست بعد از تولد، نقشه‌های شنوایی مغز با تنها دو منطقه‌ی عریض در کورتکس، تفکیک شده نیستند. نیمی از این نقشه به هر صدای با فرکانس بالا واکنش نشان می‌دهد و نیم دیگر به هر صدا با فرکانس پایین.
هنگامی‌که این موش‌ها در طی «دوره‌ی حساس» در معرض صداهایی با فرکانس خاص قرار گرفتند، این ساختار ساده به‌هم ریخت. اگر حیوان به‌طور مکرر در معرض صدایی با فرکانس بالای C قرار می‌گرفت، پس از چند لحظه فقط چند نورون مغزی موش روشن شده و به‌این‌ترتیب نسبت به این فرکانس C گزینشی می‌شد. هنگامی‌که حیوان در معرض فرکانس‌های D، E، F و غیره قرار می‌گرفت، همین اتفاق تکرار می‌شد. اکنون نقشه‌ی مغزی به‌جای داشتن دو منطقه‌ی وسیع، دارای مناطق مختلفی بود که هرکدام به صداهای متفاوتی پاسخ‌گو بودند. اکنون این نقشه‌ی مغزی تفکیک شده بود.
نکته‌ی جالب‌توجه در مورد کورتکس این است که در «دوره‌ی حساس» دارای چنان خاصیت تغییرپذیری (پلاستیسیتی) زیادی است که با در معرض صرفاً یک محرک جدید قرار گرفتن، ساختار آن تغییر پیدا می‌کند. این حساسیت برای نوزادان و کودکان کوچک این امکان را فراهم می‌کند تا در «دوره‌ی حساس» زبان‌آموزی، صرفاً با گوش دادن به صدای والدین و اطرافیان و بدون هیچ‌گونه تلاشی صداها و کلمات جدید را دریافت کنند. قرار گرفتن در معرض این صداها کافی است تا باعث شود که نقشه‌های مغزی آن‌ها با حضور این تغییرات سیم‌پیچی شود. البته پس از «دوره‌ی حساس» هم جوانان و بزرگ‌سالان می‌توانند زبان بیاموزند، اما باید کاملاً بر روی توجه و تمرکز خود کار کنند. از نظر مرتزنیچ تفاوت بین پلاستیسیتی مربوط به «دوره‌ی حساس» و پلاستیسیتی مربوط به دوران بزرگ‌سالی در این نکته است که صرفاً واقع شدن در برابر محرک‌های این جهانی در «دوره‌ی حساس» می‌تواند نقشه‌های مغزی را تغییر می‌دهد، به این دلیل که «ماشین یادگیری کودک پیوسته روشن است».

این حس بیولوژیکی خوبی است برای این «ماشین» که پیوسته روشن باشد، زیرا کودکان که احتمالاً نمی‌توانند درک کنند چه چیزی در زندگی آنان دارای اهمیت است، به همه‌چیز توجه می‌کنند. صرفاً مغزی که تا حدی نظام خود را پیدا کرده، می‌تواند چیزهایی که ارزش توجه دارند را تفکیک کند.
برای درک کامل اوتیسم، مرتزنیچ دومین سرنخ را از یک‌رشته تحقیقات گرفت که اساس آن در زمان جنگ جهانی دوم و در ایتالیای فاشیستی توسط یک زن یهودی به نام ریتا لوی مونتالچینی(۷۳) انجام شده بود. او این تحقیقات را به‌صورت مخفیانه انجام داده بود. لوی مونتالچینی در سال ۱۹۰۹ در تورین ایتالیا به‌دنیا آمد و در دانشگاه پزشکی تورین تحصیل کرد. در سال ۱۹۳۸ هنگامی‌که موسولینی یهودیان را از شرکت در امور پزشکی و انجام تحقیقات محروم کرد، او برای ادامه‌ی تحقیقاتش به بروکسل فرار کرد. هنگامی‌که بلژیک در معرض تهدید آلمان‌ها قرار گرفت، او به تورین بازگشت و یک آزمایشگاه مخفی در اتاق‌خواب خود به راه انداخت. وی با استفاده از سوزن خیاطی ابزار بسیار کوچک جراحی را ساخت و به تحقیق دراین‌باره پرداخت که سلول‌های عصبی چگونه شکل می‌گیرند. هنگامی‌که در سال ۱۹۴۰، متحدین تورین را بمباران کردند، وی به پیدمونت گریخت. در یکی از روزهای سال ۱۹۴۰ او در یک قطار باری در حال سفر به دهکده‌ای کوچک در شمال ایتالیا بود که مقاله‌ای در زمینه‌ی موردعلاقه‌اش یافت. بر روی کف قطار نشست و شروع به خواندن مقاله کرد. این مقاله‌ی علمی توسط ویکتور هامبرگر(۷۴) نوشته شده بود که با تحقیق بر روی رویان جوجه، کاری ابداعانه در زمینه‌ی رشد نورون‌ها انجام داده بود. مونتالچینی تصمیم گرفت آزمایش او را تکرار و آن‌را را تعمیم دهد. او این آزمایش را در یک خانه‌ی کوهستانی، بر روی یک میز و با تعدادی تخم‌مرغ که از یک کشاورز گرفته بود انجام می‌داد. در پایان آزمایش بر روی هر تخم‌مرغ، آن‌را می‌خورد. بعد از پایان جنگ هامبرگر از مونتالچینی دعوت کرد تا به او و محققان دیگر همکار وی در سنت لوئیس ملحق شود. قرار بود آن‌ها بر روی کشف خود کار کنند؛ این‌که فیبرهای عصبی جوجه در حضور غددی از موش رشد سریع‌تری دارند. مونتالچینی فکر می‌کرد که ممکن است غده ماده‌ای را ترشح می‌کند که باعث تحریک سلول برای رشد می‌شود. با همکاری بیوشیمیدان استنلی کوهن(۷۵) وی توانست پروتئینی که باعث این امر می‌شد را جدا کند. اواین پروتئین را عامل یا فاکتور رشد عصب (صصبه اختصار انجی‌اف)(۷۶) نامید. در سال ۱۹۸۶ لوی مونتالچینی و کوهن، به‌خاطر انجام این تحقیقات جایزه‌ی نوبل را دریافت کردند.
کار لوی مونتالچینی باعث کشف تعدادی دیگر از فاکتورهای رشد رشته‌های عصبی شد که یکی از آن‌ها فاکتور نوروترفیک اشتقاق مغزی است که به آن بی‌دی‌ان‌اف(۷۷) می‌گویند. این فاکتور مورد توجه مرتزنیچ قرار گرفت.
در تغییرات شکل‌پذیری مغز که در طول «دوره‌ی حساس» روی می‌دهد، بی‌دی‌ان‌اف نقش مهمی را ایفا می‌کند. بر اساس گفته‌های مرتزنیچ

بی‌دی‌ان‌اف این‌کار را به چهار طریق انجام می‌دهد.
به هنگام عملی که برای انجام آن لازم است نورون‌های خاصی با هم پیغام بفرستند، نورون‌ها از خود بی‌دی‌ان‌اف آزاد می‌کنند. این فاکتور رشد ارتباط بین آن نورون‌ها را محکم کرده، کمک می‌کند به هم سیم‌پیچی شوند؛ در نتیجه آن‌ها در آینده به شکلی مطمئن پیغام را باهم خواهند فرستاد. بی‌دی‌ان‌اف همچنین به رشد پوشش‌های کم‌چربی کمک می‌کند که دور سلول‌ها را فراگرفته و انتقال سیگنال‌های الکتریکی را بر عهده دارند.
د ر «دوره‌ی حساس»، بی‌دی‌ان‌اف باعث فعال شدن بخشی از مغز به نام هسته‌ی قاعده(۷۸) می‌شود و در سراسر این دوره آن‌را آماده و فعال نگاه می‌دارد. هسته‌ی قاعده بخشی از مغز است که به ما امکان می‌دهد تا توجهمان را متمرکز کنیم. هنگامی‌که هسته‌ی قاعده فعال شود نه‌تنها کمک می‌کند تا حواسمان را متمرکز کنیم، بلکه باعث می‌شود بتوانیم هر چیز را که تجربه می‌کنیم به‌خاطر بسپاریم. علاوه بر این امکان تفکیک نقشه‌های مغزی را فراهم کرده و باعث می‌شود تغییرات به‌آسانی اتفاق بیفتند. مرتزنیچ به‌من گفت: «این بخش مانند معلمی است در مغز که دائم به آن می‌گوید ‘حالا به این توجه کن که خیلی مهم است و تو باید برای گذراندن امتحان زندگی آن‌را بدانی». مرتزنیچ به مجموع هسته‌ی قاعده و سیستم حواس ما نام «سیستم کنترل تلفیق‌گری پلاستیسیتی»(۷۹) را گذارده است. سیستم نورونی-شیمیایی که وقتی فعال می‌شود، مغز را در حالتی به‌شدت شکل‌پذیر قرار می‌دهد. چهارمین و آخرین خدمتی که بی‌دی‌ان‌اف به بدن می‌کند -هنگامی‌که کار تقویت ارتباطات کلیدی را انجام داده است- کمک به پایان دادن به «دوره‌ی حساس» است. هنگامی‌که ارتباطات نورونی مهم مشخص شدند، نیاز به ثبات و در نتیجه میزان کمتری از پلاستیسیتی به‌وجود می‌آید. هنگامی‌که بی‌دی‌ان‌اف به میزان لازم آزاد شود، فعالیت هسته‌ی قاعده را متوقف کرده، به آن دوره‌ی یادگیری سهل و آسان پایان می‌دهد؛ بنابراین پس‌ازآن هسته‌ی قاعده فقط هنگامی فعال می‌شود که چیزی مهم، تعجب‌برانگیز و بدیع روی دهد و یا هنگامی‌که ما تلاش می‌کنیم که توجهی کامل به چیزی داشته باشیم.
نتایج کار مرتزنیچ بر روی «دوره‌ی حساس» و بی‌دی‌ان‌اف کمک کرد تا او نظریه‌ای را ارائه کند که توضیح می‌داد چگونه این‌همه مشکلات متفاوت می‌تواند زاییده‌ی اوتیسم باشد. او نظریه‌ی خود را چنین توضیح می‌دهد که در «دوره‌ی حساس» بعضی شرایط باعث تحریک بیش از اندازه‌ی نورون‌ها در کودکانی می‌شود که ژن‌هایی دارند که آن‌ها را مستعد مبتلا شدن به اوتیسم می‌کند. وقوع این تحریک باعث می‌شود در آن‌ها پیش از موعد مقرر بی‌دی‌ان‌اف با حجمی زیاد آزاد شود. در نتیجه به‌جای این‌که ارتباطات نورونی مهم تقویت شوند، همه‌ی ارتباطات تقویت می‌شوند. ترشح فاکتور نوروترفیک اشتقاق مغزی، آن‌قدر زیاد است که «دوره‌ی حساس» قبل از موعد مقرر به پایان

می‌رسد و با مهروموم شدن این ارتباطات، کودکی با اختلالات رشدی فراگیر باقی می‌ماند که نقشه‌های مغزی‌اش تفکیک نشده‌اند. مغزهای آنان مغزهایی به‌شدت تحریک‌پذیر و حساس است، به‌صورتی که اگر مثلاً صدایی با یک فرکانس را بشنود تمام کورتکس شنوایی آن‌ها شروع به فرستادن پیغام می‌کند. این ظاهراً همان چیزی بود که در لورالی اتفاق می‌افتاد؛ هنگامی‌که با شنیدن موسیقی مجبور بود دست‌هایش را بر روی گوش‌های بیونیکی خود بگذارد. کودکان اوتیستیک نسبت به تماس به‌شدت حساس‌اند و هنگامی‌که برچسب لباسشان با پوستشان تماس پیدا می‌کند، احساس عذاب می‌کنند.
نظریه‌ی مرتزنیچ همچنین علت وجود صرع به میزان بالا را در کودکان اوتیستیک شرح می‌دهد: آزاد شدن فاکتور نوروترفیک اشتقاق مغزی باعث شده که نقشه‌های مغزی به‌خوبی تفکیک نشده باشند و به دلیل این‌که تعداد بسیاری از ارتباطات مغزی بدون دلیل تقویت شده‌اند، هنگامی‌که چند نورون شروع به فرستادن پیغام می‌کنند ممکن است کل مغز درگیر شود. این نظریه همچنین توضیحی دارد برای این‌که چرا مغز کودکان اوتیستیک بزرگ‌تر است؛ زیرا فاکتور نوروترفیک اشتقاق مغزی باعث افزایش چربی پوشش دور نورون‌ها می‌شود.
اگر آزاد شدن فاکتور نوروترفیک اشتقاق مغزی است که باعث اوتیسم و مشکلات زبانی می‌شود، در آن صورت مرتزنیچ باید روشن می‌کرد چه عاملی باعث «تحریک بیش‌ازحد» نورون‌ها و آزاد شدن حجم زیادی از این ماده‌ی شیمیایی می‌شود.
چند تحقیق انجام شده، به او نشان دادند که چگونه یک عامل محیطی ممکن است در این امر دخیل باشد. یک تحقیق نشان می‌داد هوش کودکانی که در فاصله‌ی کمتری از فرودگاه پرسروصدای فرانکفورت آلمان زندگی می‌کنند، پایین‌تر است. تحقیقی مشابه درباره‌ی کودکانی انجام شده بود که در آپارتمان‌های بلندبالای مشرف به اتوبان دان رایان شیکاگو زندگی می‌کردند. این تحقیق نشان می‌داد، هر چه آپارتمان محل سکونت این کودکان به آزادراه نزدیک‌تر بود، هوش آن‌ها پایین‌تر بود. همین تحقیقات باعث شد که مرتزنیچ به فکر نقش یک عامل پرمخاطره‌ی محیطی بیفتد که ممکن است بر روی همه تأثیر بگذارد اما تأثیر مخربش بر روی کودکانی که از نظر ژنتیکی مستعدند بیشتر است. این عامل پرمخاطره می‌تواند سروصدای مداوم ماشین‌ها باشد که در محیط منتشر می‌شود، که گاهی به آن صدای سفید(۸۰) می‌گویند. صدای سفید دارای چندین فرکانس است و کورتکس شنوایی را بسیار تحریک می‌کند.
مرتزنیچ می‌گوید: «کودکان در محیطی رشد می‌کنند که به‌صورت مداوم در آن سروصدا وجود دارد. شما هر جا که باشید همیشه صدای بلندی هست که به گوشتان برسد». اکنون صدای سفید در همه‌جا وجود دارد و در بسیاری از موارد ناشی از پنکه‌هایی است که در وسایل الکترونیکی، دستگاه‌های تهویه و تولید گرما و موتور اتومبیل‌ها کار می‌کنند. چگونه چنین صداهایی می‌توانند بر روی مغز در حال رشد کودکان تأثیر بگذارند. این سؤالی بود که در ذهن مرتزنیچ وجود

داشت.
برای محک زدن این فرضیه تیم او، موش‌های نوزاد را در «دوره‌ی حساس» زندگی‌شان در معرض پالس‌های صدای سفید قرار دادند و دریافتند که کورتکس آن‌ها از بین رفته است.
مرتزنیچ در توضیح می‌گوید: «هرگاه شما پالسی را دریافت کنید، همه‌ی اجزاء کورتکس شنوایی شما، هر نورونی از آن تحریک می‌شود». عکس‌العمل نورون‌ها به‌صورت آزاد کردن مقدار زیادی فاکتور نوروترفیک اشتقاق مغزی است. همان‌طور که نظریه‌ی او پیش‌بینی کرده، این عمل باعث می‌شود که «دوره‌ی حساس» پیش از موقع به پایان برسد. به‌این‌ترتیب جاندارانی باقی می‌مانند که تفکیک نقشه‌های مغزی در آن‌ها صورت نگرفته و نورون‌هایی که بدون استثنا همگی با هم با هر فرکانس صدایی تحریک می‌شوند.
علاوه بر این مرتزنیچ دریافت این نوزادان موش‌ها مانند کودکان مبتلا به اوتیسم، مستعد ابتلا به صرع هستند و هنگامی‌که در معرض صحبت‌های عادی قرار می‌گیرند دچار حمله‌های غش می‌شوند. (مصروعان انسانی دریافته‌اند رقص نوری که در کنسرت‌های موسیقی راک صورت می‌گیرد باعث حمله‌های غش در آن‌ها می‌شود. رقص نور، پالس‌های نور سفید را از خود ساطع می‌کند که مانند صدای سفید دربردارنده‌ی بسیاری از فرکانس‌ها است). به‌این‌ترتیب مرتزنیچ اکنون توانسته بود به مدل حیوانی خود برای اوتیسم دست یابد.
مطالعاتی که اخیراً بر روی اسکن‌های مغزی انجام شده، این مطلب را تأیید می‌کند که درواقع کودکان اوتیستیکی فرایند پردازش صدا را به طریقی غیرعادی انجام می‌دهند. تصور مرتزنیچ این است که کورتکس تفکیک نشده، به توضیح این مطلب کمک می‌کند که چرا این کودکان در یادگیری دچار مشکل هستند. علت این است که کودکان با این کورتکس‌های غیر تفکیک شده، در تمرکز توجه خود دچار مشکل هستند. هنگامی‌که از آن‌ها خواسته می‌شود بر روی یک‌چیز تمرکز کنند، این کودکان دچار سرگشتگی خفیف تا شدید می‌شوند؛ یکی از دلایلی که باعث می‌شود این کودکان از دنیا کناره‌گیری کرده و در لاک خود فرو می‌روند همین است. تصور مرتزنیچ این است که همین مشکل در شکلی ملایم‌تر ممکن است دلیلی برای اختلالاتی باشد که در تمرکز افراد به‌صورت عمومی‌تر ملاحظه می‌شود.
و حالا سؤال مرتزنیچ این بود که آیا می‌توان بعد از طی شدن «دوره‌ی حساس» کاری برای این نقشه‌های مغزی تفکیک‌نشده انجام داد تا به‌حالت طبیعی بازگردند؟ اگر او و تیم همکارش می‌توانستند چنین کاری را انجام دهند، در آن‌صورت امیدی برای بهبود کودکان اوتیسمی به‌وجود می‌آمد.
در ابتدا با استفاده از صدای سفید آن‌ها از تفکیک نقشه‌های مغزی شنوایی در موش‌ها جلوگیری کردند. پس‌ازآنکه این آسیب محقق شد، با استفاده از اصوات بسیار ساده و به‌صورت تک‌تک، در جهت تفکیک نقشه‌های شنوایی و به‌حالت طبیعی برگرداندن آن‌ها اقدام کردند. در حقیقت با استفاده از این روش، آن‌ها

توانستند نقشه‌های شنوایی مغز را تا حد بالای متوسط ارتقاء دهند. مرتزنیچ دراین‌باره می‌گوید: «و این کاری است که ما می‌خواهیم در مورد کودکان مبتلا به اوتیسم انجام دهیم». در حال حاضر او دارد بر روی نسخه‌ی اصلاح‌شده‌ی برنامه‌ی سریع به دنبال کلمه کار می‌کند که برای کودکان مبتلا به اوتیسم طراحی شده، نسخه‌ای که به لورالی و کودکانی مانند او کمک می‌کند.

***

اما چه اتفاقی می‌افتد اگر بتوان تغییرپذیری «دوره‌ی حساس» را به‌نوعی دوباره ممکن کرد، به‌نحوی‌که بزرگ‌سالان بتوانند مانند کودکان زبان را صرفاً با شنیدن آن فرا گیرند؟ مرتزنیچ نشان داده بود که پلاستیسیتی تا زمان سالخوردگی تعمیم‌پذیر است و این‌که با تمرین -همراه با توجه بسیار دقیق- می‌توانیم دوباره مغزمان را سیم‌پیچی کنیم؛ اما حالا سؤال او این بود که آیا امکان دارد یادگیری «دوره‌ی حساس» که به چنان سهولتی انجام می‌گرفت، قابل تعمیم به دوران بزرگ‌سالی هم باشد؟

یادگیری در «دوره‌ی حساس» به سهولت انجام می‌شود، زیرا در این دوره هسته‌ی قاعده‌ای مغز همیشه فعال است؛ بنابراین مرتزنیچ به همراه همکار جوانش مایکل کیل‌گارد([۸۱]) دست به انجام آزمایشی زدند. در این آزمایش آن‌ها هسته‌ی قاعده‌ای مغز موش‌های بزرگ‌سال را به‌صورت مصنوعی فعال کرده و به آن‌ها یادگیری‌هایی را محول کردند که برای انجام آن‌ها نیاز به بذل توجه نداشتند و در پایان هم برای انجام آن‌ها جایزه‌ای دریافت نمی‌کردند.

آن‌ها میکروالکترودهایی را به هسته‌ی قاعده‌ای مغز موش‌های صحرایی وارد کرده و از جریان الکتریکی برای فعال نگاه‌داشتن آن‌ها استفاده کردند. سپس این موش‌ها را در معرض صداهایی با فرکانس ۹ هرتز قرار دادند تا ببینند آیا مغز آن‌ها می‌تواند بدون هیچ تلاشی موقعیت مکانی نقشه‌ی مغزی این صدا را به‌وجود آورد، یعنی همان کاری را انجام دهد که مغز موش‌های نوزاد در «دوره‌ی حساس» انجام می‌دهد. پس از گذشت یک هفته، آن‌ها دیدند که این موش‌ها توانسته‌اند نقشه‌ی مغزی خود را به‌صورت گسترده‌ای برای آن فرکانس به‌خصوص صدا، گسترش دهند. به‌این‌ترتیب آن‌ها راهی را یافته بودند که با استفاده از آن به طریقی مصنوعی می‌توانستند «دوره‌ی حساس» را در بزرگ‌سالان دوباره فعال کنند.

سپس آن‌ها از همین تکنیک استفاده کردند تا باعث شوند مغز پردازش خود را با سرعت بیشتری انجام دهد. به‌طورمعمول نورون‌های شنوایی یک موش بزرگ‌سال تنها به اصواتی واکنش نشان می‌دهند که در هر ثانیه حداکثر ۱۲ پالس داشته باشند. با تحریک هسته‌ی قاعده‌ای مغز این امکان به‌وجود می‌آید که نورون‌ها طوری «تعلیم» داده شوند که به داده‌های حتی سریع‌تر هم پاسخ دهند.

این تحقیق زمینه را برای امکان یادگیری با سرعت بیشتر در سالیان بعدی زندگی فراهم می‌کند. این امکان وجود دارد که هسته‌ی قاعده‌ای مغز را با

استفاده از یک الکترود، میکرو تزریق‌هایی از مواد شیمیایی خاص و یا با کمک دارو فعال کرد. سخت است تصور کنیم مردم به‌سوی تکنولوژی گرایش نداشته باشند که -چه خوشمان بیاید و چه نیاید- قادر است بدون انجام هیچ‌گونه تلاشی از جانب آن‌ها باعث شود به‌صرف فقط شنیدن اطلاعات در زمینه‌های علوم، تاریخ و یا شغل خود استاد شوند.
برای مثال افرادی را تصور کنید که به کشور جدیدی مهاجرت می‌کنند و حالا با استفاده از چنین تکنیک‌هایی می‌توانند زبان جدید را در عرض چند ماه به‌آسانی و با لهجه‌ی بومی یاد بگیرند. تصور کنید یادگیری یک مهارت جدید با همان چابکی و نشاط دوران کودکی، تا چه اندازه می‌تواند زندگی فرد سالخورده‌ای که از کار خود معلق شده، را تغییر دهد. بدون هیچ شکی دانش‌آموزان و دانشجویان چنین تکنیک‌هایی را در مطالعات خود و برای آزمون‌های سخت ورودی به کار خواهند گرفت (هم‌اکنون بسیاری از دانش‌آموزانی که دچار اختلال نقص توجه نیستند، هم از محرک‌هایی برای یادگیری‌های خود استفاده می‌کنند). البته چنین دست‌کاری‌های متعرضانه‌ای ممکن است تأثیرات مضر و غیرقابل‌پیش‌بینی بر روی مغز داشته باشد -اگر توانایی برای کنترل خود را به‌حساب نیاوریم- اما این روش‌ها احتمالاً در هنگام وضعیت‌های وخیم پزشکی، زمانی‌که بیماران حاضر هستند ریسک کنند، می‌توانند پیشتاز باشند. فعال کردن هسته‌ی قاعده‌ی مغز ممکن است به بیمارانی که دچار ضایعات مغزی شده‌اند کمک کند، به بسیاری که به‌علت نداشتن توجه دقیق و کافی، دیگر نمی‌توانند عملکردهای ازدست‌رفته‌ای چون خواندن، نوشتن، صحبت کردن یا قدم زدن را دوباره بیاموزند.

***

مرتزنیج مؤسسه‌ی جدیدی به‌نام پوزیت ساینس([۸۲]) را راه‌اندازی کرده است که به مردم کمک می‌کند تا درحالی‌که سنشان بالا می‌رود حالت پلاستیسیتی مغزشان را حفظ کنند و طول عمر مغزی خود را افزایش دهند. او اکنون شصت‌ویک‌ساله است، اما بی‌میل نیست که خود را سالخورده بنامد. «من عاشق افراد سالخورده هستم و در طول زندگی‌ام همیشه به این دسته از افراد علاقه داشته‌ام. شاید محبوب‌ترین فرد زندگی من پدربزرگ پدری‌ام بوده است؛ یکی از سه چهار انسان بسیار هوشمند و جالب که در طول زندگی‌ام با آن‌ها برخورد داشته‌ام». پدربزرگ مرتزنیچ وقتی نه‌ساله بود، با یک کشتی بادبانی از آلمان به آمریکا آمد. او فردی خودساخته بود که در زمینه معماری و پیمان‌کاری ساخت بنا کار می‌کرد. در زمانی‌که امید به زندگی نزدیک به چهل‌سال بود، او تا هفتادونه‌سالگی عمر کرد.
«تخمین زده شده در زمان مرگ فردی که اکنون شصت‌وپنج‌سال عمر دارد، امید به زندگی به اواخر هشتادسالگی رسیده باشد. خوب در آن صورت هنگامی‌که فرد به هشتادوپنج‌سالگی برسد، چهل‌وهفت درصد احتمال وجود دارد که به آلزایمر مبتلا شده باشد» با گفتن این مطلب مرتزنیچ می‌خندد. «به همین دلیل

ما این وضعیت خارق‌العاده را به‌وجود آورده‌ایم؛ وضعیتی که می‌تواند افراد را به‌حد کافی طولانی زنده نگه دارد، درحالی‌که قبل از مرگ به‌طور متوسط نیمی از آن‌ها از نظر مغزی در وضعیت خوبی هستند. ما باید کاری در مورد طول عمر مغزی انجام دهیم، آن‌را چنان گسترش دهیم که تمام طول عمر فرد را در برگیرد».
مرتزنیچ معتقد است که با پا به سن گذاشتن، ما از یادگیری فشرده غفلت می‌ورزیم. این امر باعث می‌شود سیستمی از مغز که مسئولیت تنظیم، تعدیل و کنترل پلاستیسیتی را بر عهده دارد، به هرز رود. در واکنش به کاستی‌های شناختی که در نتیجه‌ی افزایش سن در انسان روی می‌دهد -کاستی‌هایی در زمینه‌ی حافظه، تفکر و سرعت پردازش- مرتزنیچ تمرین‌هایی را در نظر گرفته است.
روش مرتزنیچ در حمله به کاستی‌های مغز مغایر با جریان غالب در علوم اعصاب است. ده‌ها هزار صفحه کاغذ مکتوب، تغییرات فیزیکی و شیمیایی را توضیح می‌دهند که در مغزی روی می‌دهد که به سمت پیری می‌رود. این نوشته‌ها فرایندی را توضیح می‌دهند که به هنگام مرگ نورون‌ها اتفاق می‌افتد. در بازار و در انواع بسته‌بندی‌ها، داروهایی وجود دارند که ساخته شده‌اند تا جلوی این فرآیند را گرفته، و سطح مواد شیمیایی که در مغز در حال فروکش هستند، را بالا برند؛ اما مرتزنیچ باور دارد که چنین داروهایی با میلیاردها دلار که صرف خرید آن‌ها می‌شود، صرفاً چهار تا شش ماه اثر دارند.
او می‌گوید: «چیزی در کل این سیستم اشتباه است. این سیستم به عاملی توجه ندارد که نگاه‌دارنده‌ی توانایی‌ها و مهارت‌های طبیعی در مغز می‌باشد.... مثل این است که سرنوشت توانایی‌ها و مهارت‌هایی که در طول دوره‌ی جوانی در مغز اندوخته شده‌اند این است که با روبه‌زوال گذاشتن فعالیت‌های فیزیکی مغز به نابودی روند. شیوه‌ی غالب در علوم اعصاب درک درستی از چگونگی یادگیری یک مهارت جدید در مغز ندارد، چه برسد به این‌که بخواهد درباره‌ی چگونگی نگهداری آن در مغز نظر دهد». او در ادامه می‌گوید: «تصور این است که اگر سطح انتقال‌دهنده‌های عصبی مربوطه دست‌کاری شوند... عملکرد مغز بهبود پیدا می‌کند، ادراک بهتر می‌شود و فرد می‌تواند دوباره مانند جوانی فعالیت ذهنی داشته باشد».
روش غالب در علوم اعصاب، این نکته را در نظر نمی‌گیرد که برای حفظ یک ذهن هشیار و تیزبین چه چیزی لازم است. یکی از دلایل اصلی که به سبب آن با بالا رفتن سن، کاستی حافظه روی می‌دهد این است که به دلیل کاهش در سرعت پردازش، ما برای ثبت رویدادهای جدید در سیستم عصبی‌مان دچار مشکل می‌شویم. به همین علت است که دقت، قدرت و هوشیاری که با استفاده از آن‌ها قادر به درک رویدادها هستیم، کاهش پیدا می‌کند. اگر شما نتوانید موضوعی را به‌صورت شفاف در مغزتان ثبت کنید، نمی‌توانید آن‌را به‌خوبی به‌یاد آورید.

یکی از سخت‌ترین مشکلات سالخوردگی را در نظر بگیریم؛ مشکل یافتن کلمه در حین سخن گفتن. مرتزنیچ معتقد است این مشکل در نتیجه‌ی غفلت و زوال تدریجی سیستم دقت و توجه و هسته‌ی قاعده‌ی مغز در انسان روی می‌دهد. این‌ها بخش‌هایی هستند که باید درگیر باشند تا تغییرات پلاستیسیتی در مغز اتفاق بیفتد. این زوال باعث می‌شود که ما گفتار شفاهی خود را به‌صورت «رد عصبی فازی(۸۳)» ارائه کنیم، به معنای این‌که ارائه‌ی کلمات و صداها چندان واضح و شفاف نیستند و علت این است که نورون‌هایی که این ردهای عصبی فازی را رمزگشایی می‌کنند، پیام‌های خود را به همان سرعت و با همان هماهنگی که لازمه‌ی یک سیگنال واضح، شفاف و تأثیرگذار است، نمی‌فرستند. به‌علت این‌که نورون‌هایی عبوردهنده‌ی پیام‌های گفتاری آن‌ها را با سیگنال‌های فازی به نورون‌های پایین‌دستی منتقل می‌کنند (پیام‌هایی که مبهم وارد و خارج می‌شوند) ما نیز در به‌خاطر سپردن، پیدا کردن و استفاده از کلمات دچار مشکل می‌شویم. این مشکل مشابه همان چیزی است که در مغز کودکان با مشکلات زبانی اتفاق می‌افتد که دارای «مغز پرکار(۸۴)» هم هستند. هنگامی‌که مغز «پرکار» است سیگنال‌های مربوط به یک مطلب جدید نمی‌توانند وارد رقابت با فعالیت الکتریکی قبلی مغز شوند و همین باعث به‌وجود آمدن «مشکل اختلال در سیگنال‌ها(۸۵)» می‌شود.
مرتزنیچ می‌گوید سیستم به دو دلیل دچار پرکاری بیشتر می‌شود؛ اول این‌که همان‌طور که هرکسی می‌داند «هر چیزی به‌تدریج وضعیتش خراب‌تر از قبل می‌شود»؛ اما دلیل اصلی اینکه اختلال بیشتر می‌شود این است که مغز به‌طور مناسب تمرین نمی‌کند. هسته‌ی قاعده‌ی مغز که با ترشح استیل‌کولین کار می‌کند -که همان‌طور که گفتیم به مغز کمک می‌کند «خود را تنظیم کرده» و محفوظاتی روشن و واضح را شکل دهد- در کل مورد غفلت واقع شده است. در فردی با اختلال متوسط شناختی میزان استیل‌کولینی که در هسته‌ی قاعده‌ی مغز تولید می‌شود حتی قابل اندازه‌گیری نیست.
در دوران کودکی ما یک دوره‌ی شدید یادگیری را می‌گذرانیم. هر روز چیزی جدید برای یادگیری وجود دارد؛ و بعدها در اوایل شروع به کار، ما به‌شدت درگیر یادگیری و کسب مهارت‌ها و توانایی‌های جدید هستیم؛ و هرچه که بیشتر و بیشتر از عمر ما می‌گذرد از این توانایی‌ها و مهارت‌هایی که در آن‌ها استاد شده‌ایم، استفاده می‌کنیم.
از نظر روانشناسی، میان‌سالی غالباً زمانی خوش‌آیند برای ماست؛ زیرا درحالی‌که نمی‌توان تفاوتی مابین دوره‌های دیگر قائل شد، این دوره می‌تواند برایمان زمانی نسبتاً آرام و بی‌دغدغه در مقایسه با وقایع قبل از آن باشد. در این دوران بدن ما دیگر مثل دوران بلوغ تغییر نمی‌کند، احتمال بیشتری وجود دارد که ما به حسی ناب از چیستی خود رسیده و در یک شغل ماهر شده باشیم. در این سن ما هنوز فکر می‌کنیم که آدم فعالی هستیم، اما موضوع این است که تمایل داریم با این فکر که مثل قبل در حال یادگیری هستیم خود را

گول بزنیم. در این دوره به‌ندرت پیش می‌آید درگیر کاری شویم که برای انجام آن نیاز داشته باشیم حواسمان را به همان اندازه‌ی دوره‌ی جوانی‌مان جمع کنیم، زمانی‌که برای یادگیری کلمات جدید و یا کسب مهارت در کاری جدید تلاش می‌کردیم. فعالیت‌هایی مانند خواندن روزنامه، انجام کاری که سال‌هاست شغل ماست و صحبت به زبان مادری به معنای یادگیری نیست؛ بلکه بیشتر به معنای انجام دوباره‌ی مهارت‌هایی است که در آن‌ها استادیم. هنگامی‌که به هفتاد برسیم ممکن است دیگر ما سیستم‌های مغزی که به مدت پنجاه‌سال تنظیم‌کننده‌ی پلاستیسیتی در مغز ما بوده‌اند را به‌طور سیستماتیک درگیر نکنیم.
این دلیلی است برای این‌که چرا یادگیری زبان در سالخوردگی تا به این اندازه برای ارتقاء و حفظ حافظه خوب عمل می‌کند. چون یادگیری زبان نیاز به تمرکز زیاد دارد، درواقع آموختن زبان سیستم کنترل پلاستیسیتی را به کار انداخته و آن‌را برای بارگذاری انواع محفوظات دقیق و واضح در وضعیت خوبی نگاه می‌دارد. هیچ شکی وجود ندارد که برنامه‌ی سریع به دنبال کلمه باعث این‌همه پیشرفت‌های کلی در تفکر افراد شده است؛ بخشی از آن به این دلیل است که این برنامه سیستم کنترل پلاستیسیتی را برای ادامه‌ی ترشح استیل‌کولین و دوپامین تحریک می‌کند. هر چیزی که نیاز به تمرکز بالا دارد به سیستم کمک می‌کند؛ یادگیری فعالیت‌های فیزیکی که انجام آن‌ها نیاز به تمرکز دارد، حل پازل‌های دشوار و یا تغییر شغلی که نیاز به کسب تسلط برای انجام مهارت‌های جدید داشته باشد. خود مرتزنیچ یکی از طرفداران یادگیری زبان جدید در زمان سالخوردگی است. «شما به‌تدریج سطح همه‌چیز را دوباره در ذهن خود بالا می‌برید، که برایتان فواید زیادی در پی دارد».
همین قاعده در مورد حرکت و جنبش حاکم است. انجام رقص‌هایی که سال‌ها پیش حرکات آن‌را یاد گرفته‌اید کمکی به کورتکس حرکتی شما نمی‌کند تا در وضعیت ایده‌آل باقی بماند. برای این‌که ذهن خود را پویا نگاه دارید لازم است با تمرکز شدید چیزهای واقعاً جدید بیاموزید. این چیزی است که به شما اجازه می‌دهد محفوظات جدید را در ذهن خود بارگیری کنید و دارای سیستمی باشید که می‌تواند به اطلاعات قدیمی‌تر به‌آسانی دسترسی داشته و آن‌ها را حفظ کند.
سی‌وشش دانشمندی که در مؤسسه‌ی پوزیت ساینس مشغول به‌کار هستند در پنج حوزه فعالیت دارند؛ این‌ها حوزه‌هایی هستند که با بالاتر رفتن سن در ما از هم جدا می‌شوند. نکته‌ی کلیدی برای انجام تمریناتی که منجر به پلاستیسیتی می‌شوند این است که توسط محرک درست مغز را تحریک کنیم و این‌کار را با نظم و زمان‌بندی درست انجام دهیم. بخشی از چالشی که دانشمندان با آن مواجه هستند این است که مؤثرترین راه را برای تربیت مغز پیدا کنند، توسط پیدا کردن عملکردهای مغزی آموزشی که در زندگی روزمره کاربرد دارند.

مرتزنیچ به‌من گفت: «هر چیزی که در یک مغز جوان اتفاق می‌افتد، می‌تواند در یک مغز سالخورده هم اتفاق بیفتد»؛ تنها الزام این است که پاداش و یا تنبیهی درخور وجود داشته باشد که توجه شخص را معطوف به انجام آن فعالیت کند؛ فعالیتی که در صورت عدم وجود آن عامل تشویقی و یا تنبیهی تبدیل به یک کار خسته‌کننده می‌شود. اگر چنین عواملی لحاظ شود، «هر ذره از تغییری که در مغز فرد سالخورده اتفاق می‌افتد می‌تواند به عظمت همان تغییراتی باشد که در یک کودک تازه متولد شده روی می‌دهد».

مؤسسه‌ی پوزیت ساینس، با استفاده از تمرینات شنیداری برنامه‌ی سریع به دنبال کلمه و بازی‌های کامپیوتری که برای حافظه‌ی شنیداری بزرگ‌سالان طراحی شده، تمریناتی را برای حافظه‌ی کلمات و زبان در نظر گرفته است. به‌جای دادن فهرستی از کلمات بی‌بنیه برای حفظ کردن، کاری که بسیاری از کتاب‌های خودیاری انجام آن‌را تشویق می‌کنند، این تمرینات توانایی بنیادی مغز برای پردازش صدا را بازسازی می‌کند و این‌کار را توسط تشویق افراد به گوش دادن به صداهای آهسته و اصلاح‌شده‌ی صحبت‌ها انجام می‌دهد. اعقاد مرتزنیچ این است که نمی‌توان یک حافظه‌ی بی‌بنیه را با وادار کردن صاحبان آن به انجام کارهایی که از توانایی‌شان خارج است، بهبود بخشید. او می‌گوید: «این زور بی‌خود زدن است». بزرگ‌سالان باید تمریناتی را انجام دهند که توانایی آن‌ها برای شنیدن را اصلاح می‌کند، به همان طریقی که در کودکی هنگامی‌که در گهواره بودند با تفکیک صدای مادر از سروصداهای اضافی انجام می‌دادند، طریقی که از آن هنگام به بعد دیگر آن‌را به‌کار نبسته‌اند. این تمرین‌ها سرعت پردازش صداها را افزایش داده و باعث می‌شود که این واحدهای منفرد صدایی به شکلی قوی‌تر، واضح‌تر ودقیق‌تر درآیند، درحالی‌که در مغز دوپامین و استیل‌کولین ترشح می‌شود.
این روزها با استفاده از آزمون‌های استاندارد حافظه، بسیاری از دانشگاه‌ها اقدام به ارزیابی تمرین‌های حافظه می‌کنند و مؤسسه‌ی پوزیت ساینس نتایج اولین تحقیق نظارتی خود را در این مورد را در نشریه‌ی اقدامات آکادمی ملی علوم آمریکا چاپ کرده است. سالخوردگان بین سنین شصت تا هشتادوهفت، بین هشت تا ده هفته، هفته‌ای پنج روز و روزی یک ساعت تحت آموزش این برنامه‌ی حافظه‌ی شنیداری قرار گرفتند؛ در کل چهل تا پنجاه ساعت تمرین. قبل از انجام برنامه‌ی آموزشی، افراد تحت آزمایش مانند تمامی افراد هفتادساله در مورد آزمون‌های حافظه‌ی استاندارد متوسط عمل کردند؛ اما بعد از طی کردن دوره، نتایج همان آزمون‌ها در مورد آنان در یک طیف گسترده‌ی چهل تا شصت‌سال قرار گرفت؛ بنابراین نتیجه این بود که در مورد بسیاری وضعیت حافظه‌شان به ده‌سال پیش و یا حتی بیشتر بازگشت و در مورد بعضی‌ها این زمان حتی به بیست‌وپنج‌سال پیش بازگشت. این ارتقاء حافظه

برای سه ماه بعد به قوت خود باقی ماند. یک گروه در دانشگاه برکلی کالیفرنیا، با سرپرستی ویلیام جگاست، از کسانی که تحت آموزش این برنامه قرار گرفته بودند، «قبل» و «بعد» از آموزش اسکن مغزی پت(۸۶) انجام دادند و دریافتند که مغز این افراد هیچ نشانه‌ای از «زوال متابولیکی»؛ به این معنا که فعالیت نورون‌ها به‌تدریج کاهش پیدا کند، که معمولاً در افرادی با این سن دیده می‌شود، از خود نشان نداده است. این تحقیق همچنین افراد هفتادویک‌ساله‌ای که برنامه‌ی حافظه‌ی شنیداری را مورد استفاده قرار داده بودند را با کسانی مورد مقایسه قرار داد که همان سن را داشتند، اما وقت مورد نظر برای گروه اول را صرف خواندن روزنامه، گوش دادن به روخوانی کتاب و یا صرف بازی‌های کامپیوتری کرده بودند. در افرادی که از برنامه استفاده نکرده بودند نشانه‌هایی از زوال متابولیکی مستمر در لوب‌های پیشانی مشاهده شد، درحالی‌که این زوال در افرادی که از این برنامه استفاده کرده بودند مشاهده نشد. به‌جای آن در لوب‌های آهیانه‌ی راست و عضوی دیگر از مناطق مغزی کسانی که از برنامه استفاده کرده بودند، فعالیت متابولیکی افزایش‌یافته‌ای مشاهده می‌شد که با نتایج بهتر آن‌ها در آزمون‌های حافظه و توجه مطابقت داشت. این تحقیق‌ها نشان داد که تمرین‌های مغزی نه‌تنها باعث کند شدن زوال شناختی مرتبط با سن می‌شود بلکه می‌تواند باعث بهبود عملکردهای مغزی شود؛ و به این نکته توجه داشته باشید که این تغییرات فقط با چهل تا پنجاه ساعت تمرین مغزی روی داده بودند؛ ممکن است با انجام تمرینات بیشتر، تغییرات بزرگ‌تری ممکن باشد.
مرتزنیچ می‌گوید آن‌ها توانسته‌اند ساعت فعالیت‌های شناختی را در افراد به حدی به عقب برگرداند که اکنون حافظه، توانایی حل مشکلات و مهارت‌های زبانی آن‌ها دوباره شبیه به دوان جوانی‌شان شده است. «ما افراد را به سمت توانایی‌هایی سوق داده‌ایم که در افراد بسیار جوان‌تر مشاهده می‌شود- بازگشتی بیست و یا سی‌ساله. در این حالت عمل یک فرد هشتادساله درست مانند پنجاه و یا شصت‌سالگی‌اش است». در حال حاضر این تمرین‌ها در سی انجمن مستقل در دسترس است و افراد می‌توانند از طریق وب‌سایت مؤسسه(۸۷) هم به آن‌ها دسترسی پیدا کنند.
پوزیت ساینیس بر روی پردازش بینایی نیز کار می‌کند. هنگامی‌که ما پا به سن می‌گذاریم دیگر دیدمان واضح نیست، علت این نیست که چشمان ما خوب نمی‌بینند بلکه علت این است که پردازشگرهای بینایی مغز ضعیف شده‌اند. افراد مسن بیشتر حواسشان پرت می‌شود و بیشتر مستعد هستند برای این‌که کنترل «تمرکز بینایی» خود را از دست بدهند. برای این‌که این وظیفه‌ی مغزی در افراد به‌خوبی اجرا شده، سرعت پردازش بینایی‌شان افزایش یابد، پوزیت ساینس تمرینات کامپیوتری را طراحی کرده که از آن‌ها می‌خواهد به دنبال اشیاء مختلف بر روی صفحه‌ی کامپیوتر بگردند.
تمرین‌هایی هم برای لوب‌های پیشانی طراحی شده تا «عملکردهای اجرایی»

مانند تمرکز بر هدف، تعمیم موضوع از روی ادراکات ما و تصمیم‌گیری را در ما تقویت کنند. این تمرین‌ها همچنین به افراد کمک می‌کنند تا بتوانند عمل طبقه‌بندی را در مورد چیزهای مختلف انجام دهند، دستورالعمل‌های پیچیده را دنبال کنند و حافظه‌ی تداعی‌گر(۸۸) خود را تقویت کنند. این حافظه به افراد کمک می‌کند تا اشخاص، مکان‌ها و چیزها را به یکدیگر ربط داده و برای آن‌ها در ذهن خود سابقه بیافرینند.

پوزیت ساینس بر روی کنترل بخش حرکتی مغز هم کار می‌کند. هنگامی‌که سن ما بالا می‌رود، بسیاری از ما فعالیت‌هایی مانند نقاشی، قلاب‌بافی، نواختن آلات موسیقی و کار بر روی چوب را کنار می‌گذاریم زیرا حرکات دست خود را به‌خوبی کنترل کنیم. اکنون در حال کار بر روی تمرین‌هایی هستند که می‌تواند نقشه‌های مغزی دست ما که در حال محو شدن است را دقیق و واضح‌تر کند.

و دست آخر این‌که آن‌ها در حال کار بر روی «کنترل حرکتی کلی» ما هستند، عملکردی که با افزایش سن کاهش می‌یابد و باعث از دست دادن توازن، قابلیت برای افتادن و مشکلات حرکتی می‌شود. به‌جز مشکلاتی که در پردازش دستگاه دهلیزی ممکن است پیش بیاید، کاهش واکنش‌های حسی از سوی پاهای ما است که باعث این ضعف می‌شود. بر اساس نظرات مرتزنیچ کفشی که اکنون قرن‌هاست مورد استفاده‌ی بشر است باعث ایجاد محدودیت در واکنش‌های حسی از پا به سمت مغز می‌شود. اگر ما هنوز پابرهنه راه می‌رفتیم، ازآنجاکه راه رفتنمان بر روی سطوح ناهموار بود مغزمان پیام‌های بسیار متفاوتی را از سوی پاها دریافت می‌کرد. کفش پای‌افزاری نسبتاً مسطح است که محرک وارد شده بر یک نقطه از پا را در تمام سطح آن پخش می‌کند، به‌این‌ترتیب سطوحی که ما بر روی آن راه می‌رویم حالتی مصنوعی پیدا کرده و عملاً همگی به سطوحی صاف تبدیل می‌شوند. این‌گونه کفی به پا زدن، باعث می‌شود که تفکیک‌پذیری در نقشه‌های مغزی ما روی نداده و به‌این‌ترتیب محدودیتی در حیطه‌ی لمس، که کنترل پاهای ما را بر عهده دارد، به‌وجود می‌آید. در مراحل بعدی هم ممکن است ما برای ایجاد توازن و تعادل، شروع به استفاده از عصا، واکر و یا عصای زیر بغل کنیم و یا به استفاده از دیگر حس‌هایمان متکی شویم. با توسل جستن به استفاده از این ابزار جبرانی به‌جای تمرین دادن سیستم‌های روبه‌زوال مغزی‌مان، به کاهش عملکرد آن‌ها سرعت می‌بخشیم.
با بالاتر رفتن سن، به هنگام پایین رفتن از راه‌پله و یا قدم زدن بر روی زمین‌های ناهموار ما تمایل پیدا می‌کنیم که به پایین و پاهای خود نگاه کنیم، چراکه دیگر اطلاعات کافی از پاهای خود دریافت نمی‌کنیم. مرتزنیچ درحالی‌که مادرزنش را در پایین رفتن از پله‌های ویلا همراهی می‌کند از او با اصرار می‌خواهد که به

Telegram @eal_book

پایین نگاه نکند و به‌جای آن سعی کند که مسیر را با قوای حسی خود دریابد. به این طریق او از نقشه‌ی مغزی پاهای خود نگاهداری کرده و آن‌ها را ارتقاء می‌دهد به‌جای این‌که باعث زوال آن‌ها شود.

***

مرتزنیچ که سال‌های زیادی را صرف گسترش نقشه‌های مغزی کرده، اکنون به این باور رسیده است که زمان‌هایی هست که شخص آرزوی کوچک کردن این نقشه‌ها را دارد. او در حال کار بر روی پاک‌کننده‌ای مغزی است که بتواند نقشه‌ی مغزی مشکل‌آفرینی را پاک کند. استفاده از این تکنیک به‌درد افرادی می‌خورد که دچار برگشت‌های پس از آسیب روانی هستند، دچار افکار تکرارشونده وسواسی، انواع فوبیا و یا تداعی‌های فکری مشکل‌زا هستند. البته امکان بالقوه استفاده از آن برای افرادی که مورد سوء استفاده واقع می‌شوند، وهمناک است.

مرتزنیچ به تلاش خود برای تغییر این دیدگاه ادامه می‌دهد که می‌گوید ما نمی‌توانیم مغزی را که با آن متولد شده‌ایم، تغییر دهیم. مغز مرتزنیچ در نتیجه‌ی تعامل مداوم او با دنیا شکل گرفته است. در این روند صرفاً بخش‌هایی از مغز که بیشتر در معرض دنیای بیرونی هستند، مانند حس‌ها، نیستند که در نتیجه‌ی تجارب شکل می‌گیرند. تغییرات پلاستیکی که در نتیجه‌ی تجارب ما رخ می‌دهند، در مغز ما عمیقاً رسوخ کرده و سرانجام حتی به ژن‌های ما نفوذ کرده و به آن‌ها هم شکل می‌دهند- موضوعی که بعداً آن‌را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

این ویلای مدل مدیترانه‌ای جایی است که مرتزنیچ اوقات بسیاری از زندگی خود را در آن و در میان کوه‌های نه‌چندان بلند اطرافش می‌گذراند. او خود تاکستان آن‌را کاشته، تاکستانی که در میان آن قدم می‌زنیم. شباهنگام ما از مطالعات فلسفی او در دوره‌ی جوانی‌اش صحبت می‌کنیم، زمانی‌که چهارنسل از خانواده‌ی خوش‌خلق او یکدیگر را دست انداخته و قهقهه‌ی خنده‌شان به آسمان می‌رود. آخرین نوه‌ی مرتزنیچ که چندماهه است و در میانه‌ی گذران چندین «دوره‌ی حساس» است، روی کاناپه قرار دارد. او شنونده‌ی بسیار خوبی است و به همین دلیل تمام اطرافیان از حضور او لذت می‌برند. می‌توانید به آهستگی با او صحبت کنید و ببینید که او با هیجان به سخنان شما گوش می‌کند. وقتی‌که انگشت پای او را قلقلک می‌دهید کاملاً متوجه می‌شود. او با نگاه کردن به اطراف، همه اطلاعات را جذب می‌کند.

فصل چهار: ذائقه‌ی جنسی و عشق

آنچه نوروپلاستیسیتی درباره‌ی جذابیت‌های جنسی و عشق به ما می‌آموزد

ای مردی جوان، مجرد و خوش‌تیپ بود که به‌علت افسردگی به‌من مراجعه کرد. در زمان مراجعه، او با زن زیبایی آشنا شده بود که یک دوست پسر داشت. این زن ای را تشویق می‌کرد که از او سوءاستفاده کند. وی سعی می‌کرد پای ای را به خیال‌پردازی‌های جنسی باز کند که در آن‌ها او نقش یک زن فاحشه را ایفاء می‌کرد و ای می‌بایست او را «کنترل می‌کرد» و گاهی در این راه خشونت به خرج می‌داد. هنگامی‌که ای در خود نیازی هشداردهنده برای تحت انقیاد درآوردن او مشاهده کرد، بسیار آزرده‌خاطر شد و در پی درمان برآمد. ای پیشینه‌ای از دوستی با زنانی را داشت که با مردان دیگر هم ارتباط داشتند و از نظر احساسی غیرقابل کنترل بودند. دوست‌دخترهای او یا پرتوقع بودند و سلطه‌گرا و یا تا حد وحشتناکی بی‌رحم؛ بااین‌وجود این‌ها زنانی بودند که به او را سرحال می‌آوردند. «دختران خوب» و زنان فکور و مهربان مایه‌ی دل‌زدگی او بودند. احساس ای این بود که عشق‌های ساده و ملایم چیزی کم دارند.
مادر ای زنی به‌شدت معتاد به الکل، غالباً تنگدست و اغواگر بود که در دوران کودکی ای دچارحملات احساسی شده و اعمال خشونت‌باری را از خود نشان می‌داد. ای به‌خاطر می‌آورد که چگونه مادرش سر خواهرش را گرفته و بر رادیاتور می‌کوبید و برای تنبیه نابرادری‌اش که با کبریت بازی کرده بود، چگونه دست او را ا آتش می‌سوزاند. مادرش در غالب موارد افسردگی داشت و در بسیاری از مواقع تهدید به خودکشی می‌کرد. نقش ای در این میان آن بود که همیشه در حالت آماده‌باش باشد، او را آرام کند و از انجام خودکشی بازدارد. ای با مادرش ارتباطی کاملاً جنسی داشت. مادرش در حضور او لباس‌های خواب بدن‌نما می‌پوشید و با او چنان صحبت می‌کرد مثل این‌که معشوق وی است. به نظر ای می‌آمد که مادرش او را در کودکی به رختخواب خود برده و از دیدن این صحنه احساس هیجان همراه با شرم داشت. ای به یاد داشت در مواقع نادری که پدر، که از دست مادر فراری بود، سروکله‌اش در خانه پیدا می‌شد؛ او «تا حدی نفس‌گیر» در حال آرام کردن و جلوگیری از بروز مرافعه بین این دو بود که دست آخر هم از هم جدا شدند.
قسمت عمده‌ای از دوران کودکی ای صرف خاموش کردن آتش خشمی شد که در خود نسبت به پدر و مادر احساس می‌کرد. از این لحاظ او همیشه مانند یک آتشفشان در آستانه‌ی فوران بود. برای او روابط صمیمانه شکل‌هایی از خشونت بود که در آن دیگران مترصد آن بودند که زنده‌زنده او را ببلعند. هنگامی‌که دوران کودکی را پشت سر گذاشته بود هنوز زنانی پیدا می‌شدند

که همین رفتار را در قبال او داشتند و تنها آنان بودند که می‌توانستند نیروی شهوانی را در وی بیدار کنند.

انسان در مقایسه با دیگر موجودات دارای پلاستیسیتی جنسی فوق‌العاده‌ای است. آنچه که ما در هنگام رابطه‌ی جنسی با شریک خود انجام می‌دهیم، با هر زوج دیگری فرق می‌کند. ما در نقاط بدنی متفاوت از دیگران احساس برانگیختگی و رضایت جنسی می‌کنیم؛ اما نکته‌ی مهم‌تر از همه‌ی این‌ها این است که ما در طریق عاشقی، جذب افرادی می‌شویم که ممکن است مورد پسند دیگران نباشند. مردم دراین‌باره می‌گویند که «تیپ» خاصی به دلشان می‌نشیند یا «تحریک»شان می‌کند و این تیپ‌های مورد پسند به شکلی وسیع از فردی به فرد دیگر تغییر می‌کند.

گذشت ایام و کسب تجارب جدید در زندگی باعث می‌شود که این «تیپ» دلخواه برای بعضی‌ها تغییر پیدا کند. در یک مورد، مردی هم‌جنس‌گرا ارتباطات متعددی با مردانی از یک نژاد و یا یک گروه قومی داشت و بعد به سراغ مردانی از نژاد و یا گروه قومی دیگر می‌رفت. در هر دوره از روابط، احساس او این بود که تنها مردانی از یک گروه نژادی برایش جذاب هستند؛ کسانی که در آن دوره برایش «آتشین» بودند. بعد از گذشت هر دوره از روابط، دیگر نژاد و یا گروه قومی قبلی برایش جذابیت نداشتند. در طی دوره‌هایی کوتاه و سریع، ذائقه‌ی او برای «تیپ‌ها» تغییر پیدا می‌کرد و به نظر می‌آمد که او بیشتر جذب نوع و یا طبقه‌بندی افراد می‌شود (برای مثال «آسیایی» و «آفریقایی- آمریکایی») تا مشخصات فردی هر شخص. پلاستیسیتی ذائقه‌ی جنسی این مرد یک واقعیت کلی را به‌صورتی بارز نشان می‌داد: این‌که میل جنسی، یک تمایل بیولوژیکی غیر قابل‌تغییر نیست، بلکه تمایلی است که می‌تواند به‌طور عجیبی متلون باشد و این‌که روان ما و تجارب قبلی جنسی هر فرد می‌تواند روند این تمایل را تغییر دهد. باید بدانیم که میل جنسی ما می‌تواند پُرقلق باشد. بیشتر نوشته‌های علمی آن‌را به‌صورت دیگری نشان می‌دهند و آنچه که از غریزه‌ی جنسی به تصویر می‌کشند به‌صورت الزامی بیولوژیکی و یک درنده‌خوی همیشه گرسنه است که به دنبال کامیابی می‌گردد؛ آن‌را به‌صورت یک خوراک نشان می‌دهند نه یک خوراک‌شناس؛ اما انسان مانند خوراک‌شناسی است که بعضی انواع برایش جذابیت و ترجیح دارد؛ «تیپ» ویژه‌ای را در نظر داشتن باعث می‌شود تا یافتن آن تیپ رضایت جنسی را در خود به تأخیر بیندازیم. جذب شدن به یک تیپ خاص ما را محدود می‌کند: شخصی که «تیپ بلوند او را ترغیب می‌کند» ممکن است به‌طور نامحسوس مومشکی‌ها و مو قرمزها را کنار بگذارد.
حتی گاهی ممکن است که شیوه‌ی روابط جنسی ما تغییر کند. گرچه بعضی از دانشمندان به‌شدت تأکید دارند که شیوه‌ی روابط جنسی ما با ما زاده

می‌شوند، اما اتفاق افتاده که فرد در دوره‌ای از زندگی‌اش تمایل به روابط جنسی با جنس مخالف داشته _ و در پیشینه‌ی او هیچ‌گونه روابط با هر دو جنس دیده نمی‌شود- اما بعد همجنس‌گرایی را هم به تمایلات خود «اضافه» کرده است و برعکس.

ظاهراً پلاستیسیتی جنسی در کسانی به بالاترین میزان خود رسیده است که شرکای جنسی متعدد داشته‌اند؛ چراکه باید خود را با نیازهای هر یک از آنان وفق می‌داده‌اند؛ اما می‌توان آن‌را در مورد زوج‌هایی که سال‌ها از ازدواج آن‌ها می‌گذرد و روابط جنسی خوبی داشته‌اند هم ملاحظه کرد. روابطی که آن‌ها در بیست‌سالگی داشتند با آنچه که در شصت‌سالگی دارند با هم بسیار فرق می‌کند، اما با این‌حال شور جنسی آن‌ها خود را با این وضعیت تطبیق داده و به همین خاطر هنوز برای یکدیگر جذاب‌اند.

اما پلاستیسیتی جنسی از این‌هم فراتر می‌رود. یادگارخواهان یا فتیشیست‌ها(۸۹)، کسانی هستند که برای اقناع تمایلات جنسی خود به دنبال اشیاء هستند. یک مرد فتیشیست ممکن است با یک کفش پاشنه‌بلند و یا با یک زیرپوش زنانه احساس برانگیختگی جنسی بیشتری پیدا کند تا توسط تحریک‌های یک زن. از زمان‌های قدیم در بعضی نقاط دورافتاده و پرت، بوده‌اند کسانی که نیاز جنسی خود را توسط حیوانات دفع می‌کرده‌اند. ظاهراً موقعیت‌های سکسی پیچیده برای بعضی آدم‌ها دارای اهمیت بیشتری است، جایی که در آن شریک رابطه‌ی جنسی نقش‌هایی از انواع انحرافات شامل سادیسم، مازوخیسم، دیدزنی جنسی و تن‌نمایی را پذیرا می‌شود. هنگامی‌که این افراد برای یافتن چنین شخصی مثلاً در وب شخصی خود آگهی می‌دهند، توصیف خواسته‌های آن‌ها از آن معشوق غالباً حالت یک آگهی استخدامی را دارد، نه کسی که واقعاً به دنبال شناختن او هستند.
اگر تمایلات جنسی را یک غریزه بدانیم، با توجه به این‌که غریزه از نظر عرفی یک رفتار ارثی منحصربه‌فرد برای هرگونه جانوری تعریف می‌شود که با تفاوت‌های زیاد در بین اعضای آن‌گونه بروز پیدا نمی‌کند، این‌همه تنوع در ذائقه‌ی جنسی ما سؤال‌برانگیز است. غرایز عموماً در مقبل تغییر مقاومت کرده و تصور در مورد آنان این است که هدفی شفاف، غیرقابل تغییر و تعیین‌شده‌ای مانند بقا را دنبال می‌کنند. بااین‌وجود چنین به نظر می‌آید که غریزه‌ی جنسی انسان از آن هدف اصلی که تولیدمثل باشد به دور افتاده و تا میزان حیرت‌برانگیزی، که در دیگر جانوران مشاهده نمی‌شود، متنوع است. در جانداران دیگر تمایلات جنسی سلوک درست خود را دارد و به‌مانند یک غریزه عمل می‌کند.
هیچ غریزه‌ی دیگری را نمی‌توان یافت که بدون تأمین هدف بیوژلویکی خود چنین موفق عمل کند و هیچ غریزه‌ی دیگری را هم نمی‌توان یافت که از هدف

خود چنین دورافتاده باشد. انسان‌شناسان نشان داده‌اند که مدت مدیدی بشریت از این حقیقت غافل بود که آمیزش جنسی است که باعث تولید نسل می‌شود. این «حقیقت زندگی» را اجدادمان باید آموخته باشند، درست مانند کودکانمان که امروز آن‌را می‌آموزند. این انفکاک از هدف اولیه، احتمالاً دلیل غایی برای پلاستیسیتی جنسی است.
عشق هم به طرز خارق‌العاده‌ای قابلیت انعطاف دارد و جلوه‌های آن در طی دوره‌های مختلف تغییر کرده است. گرچه ما عشق رمانتیک را طبیعی‌ترین نوع عواطف می‌دانیم، اما حقیقت این است که تمرکز همه‌ی آرزوهای ما در جهت صمیمیت، مهربانی و نیازهای جنسی در یک نفر، تا وقتی‌که مرگ ما را از هم جدا کند در همه‌ی جوامع عمومیت ندارد و تنها اخیراً در بین جوامعی مانند جامعه‌ی ما روبه گسترش گذاشته است. به مدت هزاران‌سال این والدین بودند که بر اساس صلاح‌اندیشی خود ترتیب ازدواج فرزندانشان را می‌دادند. البته داستان‌های فراموش‌نشدنی عشق‌هایی رمانتیک که به ازدواج انجامیده را می‌توان در انجیل و همین‌طور در سرودها یافت و ناکامی‌های آن‌را می‌توان در اشعاری که دوره‌گردان قرون وسطی می‌خواندند و بعدها در اشعار شکسپیر جست؛ اما عشق‌های رمانتیک در قرن دوازدهم و آن‌هم در میان آریستوکرات‌ها (اشراف‌زادگان) مقبولیت اجتماعی کسب کرد که معمولاً بین یک مرد مجرد و یک زن متأهل شکل گرفته، در قالب زناکاری و روابط خارج از ازدواج متجلی می‌شد و غالباً هم فرجام بدی داشت. تنها با گسترش آرمان‌های دمکراتیک اصول استقلال فردی بود که این ایده که هرکس باید بتواند خودش شریک زندگی‌اش را انتخاب کند، جای پای خود را بیشتر باز کرد و به‌تدریج به اصلی مسلم تبدیل شد که نمی‌شد کسی را از آن محروم کرد.
اکنون طرح این سؤال منطقی به نظر می‌رسد که آیا پلاستیسیتی جنسی در انسان با نوروپلاستیسیتی ارتباط دارد یا خیر. تحقیقات نشان داده‌اند که نوروپلاستیسیتی نه بخش‌های خاصی از مغز را به‌خود اختصاص داده و نه به مناطق پردازش حسی، حرکتی و شناختی که تاکنون بررسی کرده‌ایم، محدود می‌باشد. ساختار مغزی که رفتارهای غریزی و از جمله تمایلات جنسی ما را کنترل می‌کند، هیپوتالاموس نام دارد و دارای خاصیت پلاستیک است؛ درست مانند هسته آمیگدال یا بادامه(۹۰)، ساختاری در مغز که وظیفه‌ی پردازش اطلاعات احساسی و تشویشی را بر عهده دارد. بعضی ساختارهای مغزی مانند کورتکس احتمالاً دارای پتانسیل تغییرپذیری بیشتری هستند، چراکه دارای نورون‌ها و ارتباطات بین نورونی بیشتری هستند و به همین دلیل ممکن است در آن‌ها تغییرات بیشتری روی دهد، اما حتی بخش‌های غیر کورتکسی مغز هم دارای خاصیت پلاستیسیتی هستند. این خاصیتی مربوط به‌تمامی بافت‌های مغز است. هیپوکمپوس مغز دارای خاصیت پلاستیسیتی است (هیپوکمپوس منطقه‌ای از مغز است که خاطرات کوتاه‌مدت را به درازمدت تبدیل می‌کند). مناطقی از مغز که کنترل تنفس، پردازش احساسات ابتدایی و درد را

بر عهده دارند، نیز این خاصیت را دارند. دانشمندان نشان داده‌اند که پلاستیسیتی در نخاع هم وجود دارد؛ کریستوفر ریو هنرپیشه‌ای بود که دچار صدمات شدیدی نخاعی شده بود، وی بعد از گذشت هفت‌سال از جراحتش، با انجام تمرینات سنگین توانست تا حدی توانایی حرکتی و حسی را به‌خود بازگرداند و وجود چنین پلاستیسیتی را اثبات کند.

مرتزنیچ چنین اظهارنظر می‌کند: «نمی‌توان پلاستیسیتی را محدود به قسمت‌های خاصی کرد... این کاری کاملاً ناممکن است». تجارب او نشان داده‌اند که اگر یکی از سیستم‌های مغز تغییر کند، سیستم‌هایی که در ارتباط با آن هستند نیز تغییر می‌کنند. «قوانین پلاستیک» برای همه‌ی قسمت‌ها یکسان کاربرد دارد؛ قانون «از آنچه که داری استفاده کن یا آن‌را از دست می‌دهی» و قانون «نورون‌هایی که با هم شلیک می‌کنند به هم سیم‌پیچی می‌شوند»؛ اگر چنین قوانینی وجود نداشت، مناطق مختلف مغز قادر نبودند که با همکاری یکدیگر، نقش خود را ایفاء کنند.

آیا همان قوانین پلاستیکی که در نقشه‌های حسی، حرکتی و کورتکس‌های زبانی ما کاربرد دارند در نقشه‌های پیچیده‌تری که ایفای وظایفی چون ارتباط، روابط جنسی و دیگر موارد را بر عهده دارند، نیز به کار می‌روند؟ مرتزنیچ نشان داده که نقشه‌های پیچیده‌ی مغزی از همان قوانین پلاستیکی تبعیت می‌کنند که در نقشه‌های ساده‌تر کاربرد دارند. هنگامی‌که حیوانات در معرض صدایی با طنین ساده قرار گیرند، مغز آنان در جهت پردازش صدا اقدام به ایجاد یک منطقه با نقشه‌ای ساده می‌کند؛ اما اگر حیوانات در معرض صدایی با الگوی پیچیده قرار گیرند، مانند آهنگی که از شش طنین مختلف تشکیل شده، در این هنگام پردازش صدا به این سادگی و صرفاً با ایجاد ارتباط بین شش منطقه‌ی مختلف میسر نمی‌شود، بلکه پردازش آن توسط ایجاد منطقه‌ای میسر می‌شود که آهنگ را در کل رمزگشایی می‌کند. این نقشه‌های پیچیده‌تر برای رمزگشایی آهنگ‌ها از همان قواعد پلاستیکی تبعیت می‌کنند که در نقشه‌های طنین‌های ساده کاربرد دارد.
فروید می‌نویسد «غرایز جنسی به دلیل پلاستیسیتی که دارند، به‌خاطر ظرفیتشان برای تغییر اهداف، قابل‌توجه‌اند». گو این‌که فروید اولین نفری نبود که درباره‌ی پلاستیستی جنسی مطلب نوشت. افلاطون در دیالوگی که درباره‌ی عشق نوشته، می‌گوید که شهوات انسانی شکل‌های مختلفی به‌خود می‌گیرد، اما وی پایه‌گذار استنباط علوم اعصاب ازپلاستیسیتی جنسی و رمانتیک بود.
یکی از مهم‌ترین یافته‌های وی در این زمینه‌ی کشف دوره‌های بحرانی برای پلاستیسیتی جنسی بود. فروید معتقد بود که قابلیت انسان در اظهار عشق صمیمانه و تمایلات جنسی در طی مراحلی خود را نشان می‌دهند، قابلیتی که

با اولین تماس‌های پرشور نوزاد با والدینش آغاز می‌شود. او در طی گفتگو با بیمارانش و از طریق مشاهده‌ی رفتار کودکان دریافت که اولین مرحله‌ی بحرانی برای بروز روابط صمیمانه و جنسی در سال‌های اولیه‌ی کودکی -و نه بلوغ- اتفاق می‌افتد و اینکه کودکان قابلیت بروز احساسات پرشور و جنسی را دارند؛ دلباختگی، احساسات عاشقانه و در بعضی موارد برانگیختگی جنسی همان‌طور که در مورد ای مصداق داشت. فروید دریافت که سوءاستفاده‌ی جنسی از کودکان به آنان لطمه می‌زند، زیرا بر دوره‌ی بحرانی تمایلات جنسی در کودکان تأثیر گذاشته و باعث شکل‌گیری چگونگی طرز تفکر او از روابط جنسی و مطلوبیت آن برای او در آینده می‌شود. کودکان خواهان این روابط هستند و نوعاً احساسات عاشقانه‌ی تندی را نسبت به پدر و مادر در خود می‌پرورانند. در این مسیر اگر والد گرم، مهربان و قابل‌اطمینان باشد، غالباً در کودک ذائقه‌ای برای برقراری چنین رابطه‌ای در آینده به‌وجود می‌آید. اگر والد فارغ، سرد، منزوی، خودمحور، پرخاشگر، متزلزل و یا پریشان باشد، ممکن است کودک در آینده به دنبال یافتن چنین شریکی برای خود باشد.
همواره استثنا در هر قاعده‌ی کلی وجود دارد، اما حجم عمده‌ای از تحقیقاتی که تاکنون انجام شده دیدگاه بنیادین فروید را تأیید می‌کند. این دیدگاه می‌گوید اگر الگوهای اولیه‌ی ارتباط و عشق به دیگران در کودکی با مشکل مواجه شد، می‌تواند در ذهن کودک «سیم‌پیچی» شده و در بزرگ‌سالی تکرار شوند. چنان‌که در مورد ای صادق بود و بسیاری از نقش‌هایی که در این نمایش‌های جنسی بازی کرده بود تکراری از موقعیت‌های دردناک کودکی‌اش بود - موقعیت‌هایی که فقط کمی چهره عوض کرده بودند- مانند موردی که در آن وی شیفته‌ی زنی شده بود که با ایجاد روابط پنهانی با دیگران، پایش را از مرز روابط معمول جنسی فراتر گذاشته بود. جایی که دشمنی و هیجانات جنسی با هم فرصت بروز می‌یابند، در آن هنگام که شریک رسمی زن از این خیانت آگاه شده و او را مورد تهدید قرار می‌داد.
ایده‌ی دوره‌ی بحرانی در حدود همان زمانی به‌وجود آمد که فروید آغاز به نوشتن درباره‌ی رابطه جنسی و عشق کرد. نخستین کسانی که ایده‌ی دوران بحرانی را مطرح کردند جنین‌شناسان بودند. آن‌ها با مطالعه بر روی جنین‌ها دریافته بودند که سیستم عصبی جنین در چندین مرحله تکامل پیدا می‌کند و این‌که اگر این مراحل به‌هم بخورند، آن حیوان و یا آن انسان برای ادامه‌ی زندگی غالباً به‌شدت آسیب می‌بیند. گرچه فروید از عبارت دوران حساس استفاده نکرد، اما آنچه وی درباره‌ی مراحل اولیه‌ی تکامل جنسی می‌گفت با آنچه ما از دوره‌ی حساس می‌دانیم کاملاً هم‌خوانی دارد؛ دوره‌های محدود زمانی‌که در طی آن‌ها سیستم‌ها و نقشه‌های مغزی به مدد تحریکاتی شکل می‌گیرد که از طرف نزدیکانمان اعمال می‌شود.
ردپای احساسات کودکی را می‌توان در رفتارهای ما به هنگام عشق‌ورزی و برقراری رابطه جنسی به عینه دید. در فرهنگ ما هنگامی‌که زوج‌ها به معاشقه

و بیان صمیمی‌ترین احساسات خود می‌پردازند، غالباً یکدیگر را با عناوینی مانند «کوچولوی من» خطاب می‌کنند. آن‌ها یکدیگر را با همان واژه‌های پرمحبتی مورد خطاب قرار می‌دهند که مادرشان به هنگام کودکی آن‌ها را در موردشان به‌کار می‌برده، مکالماتی مانند «عسلم»، «قشنگم» و «عزیز دلم»؛ کلماتی که محفوظات اولین ماه‌های زندگی آن‌ها را بیرون می‌کشد، در آن هنگام که مادر به کودک شیر می‌داد، از او مراقبت می‌کرد و با او حرف می‌زد-این همان چیزی است که فروید بر آن نام مرحله‌ی دهانی گذاشته، اولین مرحله‌ی بحرانی در تمایلات جنسی، که ماهیت آن در واژه‌های «پرورش» و «تغذیه» بروز می‌یابد-مراقبت دلسوزانه به شکل اظهار علاقه و دادن غذا به کودک. کودک احساس می‌کند که با مادر یکی می‌شود و نگه‌داشتن او در آغوش خود و تغذیه‌ی او با یک غذای شیرین یعنی شیر، باعث ایجاد حس اعتماد در او نسبت به دیگران می‌شود. ابراز علاقه، مراقبت و تغذیه‌ی کودک اعمالی هستند که در ذهن کودک ثبت می‌شوند و در طی اولین تجربه‌ی سازنده‌ی بعد از تولد در مغز کودک سیم‌پیچی می‌شوند.
هنگامی‌که افراد با کلام کودکانه یکدیگر را مورد خطاب قرار می‌دهند از کلماتی مانند «قند عسل» و «کوچولو» استفاده می‌کنند و به‌این‌ترتیب به گفتگوی خود فازی دهانی می‌دهند. بر اساس نظر فروید آن‌ها «واپس‌روی»(۹۱) پیدا می‌کنند، یعنی از مرحله‌ی ارتباط بلوغ‌یافته در ذهن به مراحل اولیه‌ی زندگانی باز می‌گردند. به باور من چنین قهقرایی از نظر پلاستیسیتی به معنای آشکار کردن تمامی مسیرهای نورونی قدیمی و سپس هدف‌گیری تمامی پیوندهای آن مرحله‌ی اولیه از زندگی است. این واپس‌روی در هنگام معاشقه می‌تواند بدون خطر و لذت‌بخش باشد، اما می‌تواند مشکل‌زا هم باشد و آن هنگامی است که مسیرهای نورونی رفتار پرخاشگرانه‌ی کودکانه در فرد آشکار شده و او را دچار کج‌خلقی می‌کند.
حتی «سخنان رکیک و کثیف» هم در خود ردپایی از مراحل جنسی کودکی را دارد وگرنه چرا باید روابط جنسی در کل چیزی «کثیف» در نظر گرفته شود؟ این نگرش از نگاه کودک به آلت جنسی خود سرچشمه می‌گیرد؛ در آن هنگام که درباره‌ی توالت رفتن و ادرار کردن کنجکاو است. او از دریافتن این مطلب دچار شگفتی می‌شود که آلتش که وظیفه‌ی ادرار کردن را بر عهده دارد و آن‌قدر به بیضه‌ها نزدیک است، در روابط جنسی مورد استفاده قرار می‌گیرد و این‌که مادر به پدر اجازه می‌دهد که این عضو «کثیفش» را در سوراخی که نزدیک به باسن او قرار دارد، فرو کند. این افکار عموماً باعث ناراحتی ما بزرگ‌سالان نمی‌شود، چراکه ما به مرحله‌ی بحرانی دیگری از پلاستیسیتی جنسی وارد شده‌ایم که در آن مغزمان خود را مورد سازمان‌دهی مجدد قرار داده و همین امر باعث شده که لذت جنسی بر هرگونه تنفری از این رابطه غلبه کند.
فروید نشان داد که ایده‌ی دوره‌ی بحرانی می‌تواند به بسیاری از سؤالات و معماهای ما درباره‌ی روابط جنسی پاسخ دهد. حالا دیگر ما می‌توانیم بفهمیم

که چرا دختری که پدرش او را در کودکی رها کرده در هنگام یافتن شریک زندگی، به دنبال مردانی می‌رود که می‌توانند جای پدر او باشند و یا چرا کسانی که در دامان مادری سرد و غیرصمیمی بزرگ شده‌اند، چنین کسانی را به‌عنوان شریک زندگی خود انتخاب می‌کنند و در این زمینه گاهی خود به «یخ‌زدگی» دچار می‌شوند. دلیل این است که آن‌ها در دوره‌ی بحرانی هرگز طعم محبت را نچشیده‌اند و به همین دلیل قسمت عمده‌ای از مغزشان تکامل پیدا نکرده است. با استفاده ازپلاستیسیتی می‌توان برای بسیاری از انحرافات جنسی و اخلاقی و ادامه‌ی تزاحمات کودکی در بزرگ‌سالی دلیل ارائه کرد؛ اما نکته‌ی اصلی این است که دوران بحرانی دوره‌ای است که در طی آن ما ذائقه‌های جنسی و رمانتیک خود را کسب می‌کنیم و در همین دوران است که مفاهیمی در مغز ما سیم‌پیچی می‌شوند که تأثیرات بسیار عمیقی در ادامه‌ی زندگی ما خواهند داشت؛ و این حقیقت که کسب ذائقه‌های جنسی متفاوت در کودکی باعث بروز تنوعی چشمگیر از رفتارهای جنسی متفاوت در بزرگ‌سالی ما خواهد شد.
این ایده که دوره‌ی بحرانی بر شکل‌گیری تمایلات جنسی ما در بزرگ‌سالی اثر دارد، در تناقض آشکار با ایده‌ی مرسومی است که می‌گوید آنچه ما را به‌خود جذب می‌کند کمتر در ارتباط با زندگی گذشته‌ی ما و بیشتر در ارتباط با وضعیت جسمی ماست. تعدادی از افراد هستند –مثلاً مدل‌ها و هنرپیشه‌ها- که عموم مردم آن‌ها را زیبا و جذاب می‌دانند. ایده‌ی خاصی در بیولوژی هست که معتقد است دلیل جذابیت این افراد این است که آن‌ها نشانه‌های بیولوژیکی برتر خود را به نمایش می‌گذارند که اثرش وعده‌ی باروری درست و قدرتمند در ذهن مخاطب است: رخساری شفاف با اعضایی قرینه، نشان‌دهنده‌ی این است که این جفت احتمالی دچار بیماری نیست؛ داشتن کمرگاهی تنگ و باسنی بزرگ در زن نشان‌دهنده‌ی قابلیت باروری اوست؛ ماهیچه‌های پرقدرت مردانه نشان‌دهنده‌ی توانایی صاحب آن برای محافظت از زن و نسلی است که از او به‌وجود می‌آید.
اما این نگرشی سطحی از آن چیزی است که بیولوژی واقعاً به ما می‌آموزد. این‌طور نیست که همه‌ی زنان عاشق ماهیچه‌های مردان شوند؛ این نکته را می‌توان از کلام زنی دریافت که می‌گوید: «اولین بار که صدایش را شنیدم، فهمیدم که او مال من است». شاید آهنگ صدای یک مرد ابزار بهتری برای شناخت روحیه‌ی او باشد تا ماهیچه‌هایش. در طی قرون متمادی ذائقه‌ی جنسی مردم تغییر پیدا کرده است؛ این در حالی است که معیارهای زیبایی از زمان روبنز تاکنون چندان تفاوتی نکرده‌اند. درگذر دهه‌ها، تصاویر و مدل‌ها در مجله‌ی پلی بوی از زنان برهنه به دوجنسیتی‌ها تغییر پیدا کرده‌اند. چیزی که در این میان مسلم است، این است که ذائقه‌ی جنسی تحت تأثیر فرهنگ و تجربه است. ذائقه جنسی چیزی است که یادگیری شده و سپس در مغز سیم‌پیچی می‌شود. «ذائقه‌های اکتسابی» آن‌هایی هستند که یادگیری می‌شوند

برخلاف «ذائقه‌های اصلی» که از بدو تولد در انسان وجود دارند. برای مثال کودک از همان ابتدای تولد ذائقه‌ی خوردن شیر، آب و چیزهای شیرین را دارد و برایش خوش‌آیند است؛ اما ذائقه‌های اکتسابی آن‌هایی هستند که در ابتدا برای انسان بی‌تفاوت و یا ناخوشایند هستند اما بعدها خوش‌آیند می‌شوند؛ مانند پوی پنیر، طعم آبجوی تلخ ایتالیایی، بعضی شراب‌ها، قهوه و یا قلوه‌ی سرخ شده. بسیاری از غذاهایی که امروز مردم قیمت‌های گزافی را بابتشان می‌پردازند، آن‌هایی هستند که در کودکی از آن‌ها متنفر بوده‌اند، اما «ذائقه‌ی آن‌را» در خود به‌وجود آورده‌اند.
در زمان ملکه الیزابت عشاق مفتون بوی بدن یکدیگر بودند. به همین منظور زنان جوان سیب‌های پوست‌کنده را گاهی به مدت چندین ساعت در زیر بغل خود می‌گذاشتند تا بوی بدن آن‌ها را ه خود جذب کند و بعد این «سیب عشق» را به عشاق خود می‌دادند تا در نبود آنان این سیب‌ها را بو کنند. این در حالی است که ما امروزه از رایحه‌ی مصنوعی میوه‌ها و عطرها استفاده می‌کنیم تا بوی واقعی بدن خود را پنهان کنیم. این‌که کدام‌یک از این دو روش اکتسابی و کدام‌یک واقعیت وجودی ما بوده را نمی‌توان تعیین کرد. از نظر «طبیعت وجود ما» ادرار گاو چیزی مشمئزکننده است، درحالی‌که قبایل ماسایی در قسمت شرقی آفریقا، آن‌را به‌عنوان لوسیونی برای موهای خود استفاده می‌کنند؛ که نشانه‌ای است از اهمیت گاو در فرهنگ آن‌ها. بسیاری از ذائقه‌هایی که ما آن‌ها را طبیعی فرض می‌کنیم از طریق یادگیری کسب شده و تبدیل به «طبیعت ثانویه»ی ما شده‌اند. ما قادر نیستیم «طبیعت ثانویه» را از «طبیعت اولیه»ی خود تشخیص دهیم، زیرا مغز نوروپلاستیک ما در زمانی‌که دوباره سیم‌پیچی شد این طبیعت جدید را در ما پرورش داد، طبیعتی که ماهیت آن از نظر بیولوژیکی درست مانند طبیعت اولیه‌ی ماست.

***

شیوع فعلی تصاویر پورنو در میان مردم نشانه‌هایی تصویری در تأیید این مطلب هستند که ذائقه‌ی جنسی ما تحت تأثیر محیط است و از آن می‌آموزد. تصاویر پورنو که از طریق اینترنت به‌صورت گسترده در دسترس همگان است، می‌تواند پیش‌شرط تغییرات نوروپلاستیک مغز را فراهم کند.
در نگاه اول ممکن است چنین به نظر آید که پورنوگرافی موردی صرفاً غریزی است، تصاویری سکسی که عکس‌العمل‌های غریزی انسان را هدف گرفته‌اند؛ عکس‌العمل‌هایی که نتیجه‌ی میلیون‌هاسال تکامل بشر است؛ اما اگر این‌صورت واقعی قضیه بود، پورونوگرافی هیچ‌گاه دچار تغییر نمی‌شد. در آن صورت همان تصاویر و همان قسمت‌هایی از بدن که برای نیاکان ما جذاب بودند، ما را نیز به هیجان می‌آوردند. پورنوگراف‌ها ادعا می‌کنند که در حال مبارزه با سرکوب امیال، تابوها و ترس‌های جنسی هستند و این‌که در پی آن هستند که غریزه‌ی جنسی واپس‌زده شده را از قیدوبند آزاد کنند و این همان چیزی است که می‌خواهند ما باور داشته باشیم.

اما حقیقت این است که پورنوگرافی پدیده‌ای کاملاً پویا است و می‌تواند به‌تمام‌معنا نمایشگر ذائقه‌ای باشد که از طریق یادگیری کسب شده است. سی‌سال پیش تصاویر تمام پورنو معمولاً به معنای تصاویری واضح از آمیزش جنسی دو نفر بود، درحالی‌که اندام‌های تناسلی آن‌ها معلوم بود. تصاویر نیمه‌پورنو شامل عکس‌هایی از زنان، بیشتر در رختخواب، توالت و یا در موقعیت‌های رمانتیک می‌شد که بدون پوشش و با سینه‌های عریان در حالت‌های متفاوت بودند.
اما اکنون تصاویر تمام پورنو تحول یافته و به‌صورت فزاینده‌ای تحت تأثیر موضوعات سادیسم آزارگرایانه قرار گرفته که در شکل‌های آمیزش جنسی همراه با اذیت و آزار، مالیدن منی به‌صورت شریک جنسی و سکس مقعدی همراه با خشونت تظاهر پیدا می‌کند که همگی تصاویری است از سکس توأم با تحقیر و تنفر. این روزها تصاویر تمام پورنو دنیای انحرافات جنسی را مورد تجسس قرار داده، درحالی‌که تصاویر نیمه پورنوی امروزی همان مواردی را به نمایش می‌گذارد که تصاویر تمام پورنو در چند دهه‌ی پیش نشان می‌دادند؛ تصاویری واضح از آمیزش جنسی که این روزها در شبکه‌های کابلی در دسترس همگان قرار دارند. این روزها همان تصاویر لختی چند دهه‌ی پیش -زنان لخت در حالت‌های مختلف- تبدیل به جریان غالب روزانه در رسانه‌ها شده‌اند وپورنو گرافی که همه‌چیز را در خود فراگرفته از جمله تلویزیون، ویدیو، سریال‌های نمایشی، آگهی و غیره.
اکنون ۲۵ درصد از اجاره‌ی فیلم‌های ویدئویی به‌منظور دیدن تصاویر پورنواست و چهارمین دلیلی است که به سبب آن مردم از اینترنت استفاده می‌کنند. در سال ۲۰۰۱ سایت MSNBC.com اقدام به انجام نظرسنجی از کسانی کرد که تصاویر پورنو را مورد مشاهده قرار می‌دادند. بر اساس نتایج نظرسنجی ۸۰ درصد از این افراد احساس می‌کردند که وقتشان را بیش‌ازاندازه صرف تماشای سایت‌های پورنو می‌کنند، به آن حدی که کار و رابطه با شریک زندگی‌شان را به خطر انداخته است. امروزه تأثیر مخرب تصاویر نیمه پورنو بیش‌ازپیش شده، زیرا حالا که از حالت پنهان‌کاری درآمده، بر روی شکل‌گیری تمنیات و ذائقه‌ی جنسی افراد کم‌سن‌وسالی که تجربه‌ی جنسی نداشته‌اند بسیار تأثیر می‌گذارد؛ علی‌الخصوص که مغز این افراد دارای خاصیت تغییر پذیری و پلاستیک نیز هست. این در حالی است که تأثیر تماشای این فیلم‌ها برای افراد بزرگ‌سال هم می‌تواند مخرب باشد و افرادی که از آن‌ها استفاده می‌کنند هرگز متوجه نشوند که دیدن این فیلم‌ها تا چه اندازه می‌تواند بر شکل‌گیری مغز آن‌ها تأثیر داشته باشد.
از اواسط تا اواخر دهه‌ی ۱۹۹۰ میلادی، در همان زمانی‌که اینترنت سریعاً در حال گسترش و پورنوگرافی در آن به ورطه‌ی انفجار رسیده بود، من تعدادی از مردان را مورد درمان و تحقیق قرار دادم که یک داستان در مورد همه‌شان صدق می‌کرد. هر یک از آنان ذائقه‌ای برای دیدن نوع خاصی از پورنو را کسب کرده بود که کمابیش او را دچار دردسر کرده و در پاره‌ای از موارد حتی باعث به‌وجود آمدن

احساس تنفر نسبت به روابط جنسی در آن‌ها شده بود. این مشکل تأثیری مخرب بر هیجانات جنسی آن‌ها گذاشته و در نهایت توانایی جنسی آن‌ها را تحت تأثیر خود قرار داده بود.
هیچ‌کدام از این افراد نابالغ نبوده، از نظر اجتماعی مشکل نداشتند و جزء کسانی هم نبودند که از دنیای واقعی به سمت کلکسیون گسترده‌ی پورنو کشیده شده باشند تا به‌جای ارتباط با زنان واقعی بخواهند از تصاویر پورنو استفاده کنند. این‌ها مردانی بودند خوش‌مشرب و عموماً متفکر که در رابطه و یا ازدواج خود نیز موفق بودند.
یکی از آن‌ها شخصی بود که به علل دیگری به‌من مراجعه کرده بود، اما در هنگام صحبت با گوشه و کنایه و شرمساری به‌من گفت که هر روز وقتش را بیشتر و بیشتر پای اینترنت و به تماشای تصاویر پورنو و استمناء می‌گذراند و در ادامه برای خلاصی از شرم و ناراحتی گفت که این کاری است که این روزها همه انجام می‌دهند. او در ادامه سخنانش گفت که گاهی کار دیدزدنش را با سر زدن به یک سایت پلی‌بوی‌مانند و یا دیدن تصویر لختی و یا فیلم ویدئویی دراین‌باره که یکی از دوستانش به‌عنوان شوخی فرستاده آغاز می‌کند و گاهی هم که به سراغ یک سایت کاملاً معمولی می‌رود، دیدن یک تصویر اغواگرانه باعث تحریک او برای سر زدن به سایت‌های پورنوگرافی می‌شود، اما در ادامه ساعت‌ها وقتش را صرف این‌کار می‌کند.
به‌مرورزمان بعضی از این مردان در حین صحبت چیزهایی می‌گفتند که باعث جلب توجه من می‌شد. آن‌ها می‌گفتند که دیگر نمی‌توانند مانند گذشته توسط شریک جنسی خود تحریک شوند و در این رابطه برایشان مشکلات فزاینده‌ای به‌وجود آمده؛ این در حالی بود که به گفته‌ی خودشان شریک جنسی‌شان هنوز برایشان جذابیت بصری داشت. من از آنان درباره‌ی ارتباط بین دیدن فیلم‌های پورنو و این مشکل سؤال کردم و پاسخ آنان چنین بود که دیدن این فیلم‌ها در ابتدا به آن‌ها کمک می‌کرده تا در هنگام برقراری رابطه‌ی جنسی هیجان بیشتری احساس کنند اما به‌مرورزمان دیدن فیلم‌ها در آن‌ها تأثیری معکوس برجای گذاشته است. حالا در هنگام آمیزش جنسی به‌جای این‌که از زمان حال و از نزدیکی با شریک جنسی‌شان لذت ببرند، تمایل به عشق‌ورزی به‌طور فزاینده‌ای آنان را مجبور می‌کرد تا خود را در یکی از صحنه‌های تصاویر پورنویی تصور کنند که دیده بودند. بعضی از آنان با ملایمت از شریک جنسی‌شان درخواست می‌کردند که نقشی را بازی کند که طرف مقابل در صحنه‌ی پورنوی مورد نظر آن‌ها ایفاء کرده بود. آن‌ها به‌جای «عشق‌ورزی» تنها مترصد «انجام عمل جنسی» بودند. حالا دیگر تخیلات سکسی زندگی آن‌ها تحت تأثیر سناریوهایی درآمده بود که در مغزشان پیاده‌سازی شده بود و شامل نمایش‌هایی می‌شد که هر صحنه‌ی آن نسبت به صحنه‌ی قبلی ظرافت کمتر و در مقابل خشونت بیشتر در خود داشت. این سخنان مرا به این نتیجه‌گیری رساند که هرگونه خلاقیت جنسی در این مردان در شرف نابودی است و آن‌ها

در حال افتادن در دام اعتیاد به پورنوگرافی اینترنت هستند.
تغییراتی که من مشاهده می‌کنم فقط مربوط به چندنفری نیست که برای درمان به‌من مراجعه می‌کنند. حقیقت این است که یک دگرگونی اجتماعی در حال وقوع است. همیشه کشیدن اطلاعاتی از چگونگی روابط جنسی افراد از زیر زبانشان کار سختی بوده اما در مورد پورنوگرافی چنین نیست؛ چراکه استفاده از آن به‌صورت رو به افزایشی در حال عمومیت پیدا کردن است. تغییر نام پورنوگرافی به واژه‌ی خودمانی‌تر «پورنو» هم شاهدی است که روال این تغییر را تأیید می‌کند. تام ولف(۹۲) درباره‌ی زندگی دانشجویان در خوابگاه‌های دانشجویی آمریکا کتابی نوشته که عنوانش «من شارلوت سیمونس هستم(۹۳)» است. تام ولف برای نوشتن این کتاب چندین‌سال را صرف مطالعه و تحقیق درباره‌ی رفتار دانشجویان در خوابگاه‌های دانشجویی کرده است. در قسمتی از این کتاب دانشجویی به نام ایوی پترز وارد خوابگاه پسرانه شده و بدون مقدمه سؤال می‌کند «کسی پورنو داره»؟ در جمع آنان این سؤال چیزی غیرمعمولی نبود، زیرا بسیاری از پسرها به‌طور علنی درباره‌ی چگونگی روزانه حداقل یک‌بار استمناء خود صحبت می‌کردند و چنان راحت که گویا این عملی سنجیده است که در جهت مراقبت از سیستم روانی جنسی خود انجام می‌دهند. یکی از پسرها به ایوی پترز چنین پاسخ می‌دهد: «برو طبقه‌ی سوم آنجا می‌توانی مجله‌های دست اول پیدا کنی»؛ اما پترز در پاسخ می‌گوید: «من به تصاویر مجلات مقاوم شده‌ام، دیگر به دردم نمی‌خورند». پسر دیگری می‌گوید: «خوب یه برنامه هست که ساعت ده شب پخش میشه؛ اما یک ساعت دیگر جنده‌ها می‌آیند تا شب را اینجا بگذرانند... آن‌وقت تو به دنبال فیلم ویدئو و کمی خوش‌گذرانی می‌گردی»؟ اوی شانه‌هایش را بالا انداخت و کف دست‌هایش را بالا آورد، مثل این‌که می‌خواست بگوید، «من پورنو می‌خواهم، مشکلش چیه»؟

مشکل او مقاومتی است که در وی شکل گرفته است. او خود می‌فهمد که شبیه به معتادی شده که عکس‌هایی که یک‌زمان تحریکش می‌کرد، الآن برایش کارایی ندارد. خطر برای او این است که مانند بیماران تحت درمان من، این مشکل به روابط او نیز کشیده شده، درنهایت در توان جنسی او مشکل به‌وجود آورد و باعث به‌وجود آمدن ذائقه‌های جنسی جدید و گاهی ناخوشایند در وی شود.

تولیدکنندگان تصاویر پورنو مفتخرانه می‌گویند که با معرفی موارد جدیدتر و تمام پورنو، آن‌ها دارند محدودیت‌ها در این زمینه را برمی‌دارند؛ اما چیزی که نمی‌گویند این است که آن‌ها مجبور هستند چنین موارد جدیدتری را به مخاطبان خود ارائه کنند، چون در مشتریانشان نوعی مقاومت نسبت به محتواهای قبلی تولیداتشان در حال شکل‌گیری است.
اگر به پشت جلد مجلات پورنو و یا سایت‌های اینترنتی در این رابطه نگاهی بیندازید، می‌بینید که پر هستند از تبلیغات برای داروهایی از نوع ویاگرا. این داروها مناسب برای مردان میان‌سال است، زیرا در نتیجه‌ی گذر عمر جریان خون در رگ‌های بیضه‌های آن‌ها دچار مشکل شده و به همین دلیل به‌سختی دچار نعوظ می‌شوند. این روزها مردان جوانی که در سایت‌های پورن می‌گردند نیز دچار ترس از ناتوانی و یا بهتر بگوییم ترس از «عدم کارایی قابلیت نعوظ» در خود شده‌اند. این واژه در مورد این جوانان دارای بار معنایی درستی نیست، زیرا این معنا را تداعی می‌کند که این مردان در آلت تناسلی خود دچار مشکل هستند، درحالی‌که مشکل آنان این نیست؛ مشکل آنان در سرشان است؛ در نقشه‌های جنسی مغزشان.
هنگامی‌که آن‌ها تصاویر پورنو را مشاهده می‌کنند، بیضه‌های آن‌ها مانند قبل دارای عملکرد خوبی هستند. به‌ندرت پیش می‌آید که در همان ابتدا بتوان ارتباطی بین دیدن فیلم‌های پورنو و ناتوانی جنسی پیدا کرد.) اما بوده‌اند مردانی که در حین گفتگو از گذران وقت پای کامپیوتر و سایت‌های پورنو به‌عنوان وقت‌هایی که «استمناء، مغزم را داغان می‌کند» یاد کرده‌اند).
یکی از پسران کتاب ولف از دخترانی که قرار بود بیایند و شب را در کنار دوستان پسر خود سپری کنند با عنوان «جنده» یاد کرد. او هم کسی بود که تصاویر و فیلم‌های پورن تماشا می‌کرد و تحت تأثیر آن‌ها بود؛ چون از نظر او «جنده‌هایی» که قرار بود بیایند مانند بسیاری از زنان فیلم‌های پورنو همیشه مشتاق و مانند یک آشغالدانی همیشه در دسترس بودند و به همین دلیل ارزشی نداشتند.
اعتیاد به پورنو در اینترنت یک بزرگ‌نمایی نیست. اعتیاد فقط در مواد مخدر و الکل خلاصه نمی‌شود. امکان اعتیاد شدید به قمار و حتی دویدن نیز وجود دارد. اعتیاد به معنای این است که شما کنترل خود بر فعالیت موردنظرتان را از دست بدهید و علیرغم عواقب منفی آن مصرانه به دنبال آن باشید. بعد از مدتی هم به‌علت مقاومت ایجاد شده در بدنتان، برای ارضای خود به سطح بالاتری از

محرک نیاز پیدا کنید و اگر نتوانید به وصال آن برسید به خماری دچار شوید. انواع اعتیاد باعث بروز تغییرات نوروپلاستیک در مغز برای مدت‌های مدید و یا حتی برای تمام طول عمر می‌شوند. در قاموس معتادان، میانه‌روی جایی ندارد و اگر آن‌ها مایل‌اند از بروز رفتارهای مربوط به اعتیاد در خود اجتناب کنند باید در کل آن ماده و یا آن عمل اعتیادزا را کنار بگذارند. مؤسسه‌ی الکلی‌های ناشناس تأکید دارد که هیچ فردی نمی‌تواند خود را «الکلی سابق» بنامد و افرادی را که شاید دهه‌هاست مشروب را ترک کرده و لب به آن نزده‌اند ترغیب می‌کند که در هنگام حضور در هر محفلی، خود را، مثلاً، چنین معرفی کنند: «من جان و معتاد به الکل هستم». از لحاظ پلاستیسیتی سخن این افراد کاملاً درست است.

محققان انستیتو ملی سلامت(۹۴) واقع در مریلند آمریکا دست به انجام تحقیقی زدند تا روشن کنند که تا چه اندازه داروهای مخدر خیابانی اعتیادآور هستند. برای این منظور آن‌ها یک موش را آموزش دادند تا یک میله را آن‌قدر فشار دهد تا یک شات از این مواد دریافت کند. هر چه که موش بیشتر اشتیاق نشان می‌داد تا میله را فشار دهد، نشانگر این بود که آن دارو بیشتر اعتیادآور است. کوکائین، تمام مواد مخدر غیرقانونی دیگر و حتی عامل غیر دارویی مانند دویدن، باعث ترشح بیشتر انتقال‌دهنده‌ی نورونی دوپامین در مغز شده و به‌این‌ترتیب باعث به‌وجود آمدن احساس لذت در فرد می‌شوند. به دوپامین انتقال‌دهنده‌ی «پاداش» می‌گویند، زیرا هنگامی‌که ما کاری را با موفقیت انجام می‌دهیم -مثلاً در مسابقه‌ی دو شرکت کرده و می‌بریم- مغز این ماده را ترشح می‌کند. گرچه بعد از انجام مسابقه در خود احساس خستگی می‌کنیم اما با برنده شدن در خود احساس انرژی، رضایتی هیجان‌انگیز و اطمینان کرده و درحالی‌که دست‌هایمان را بالای سر برده‌ایم یک دور افتخار هم می‌زنیم؛ اما کسانی که در مسابقه می‌بازند، به دلیل این‌که مغزشان دوپامین ترشح نمی‌کند، به‌سرعت انرژی خود را از دست داده و در پایان خط مسابقه از پا می‌افتند؛ آن‌ها نسبت به‌خود احساس بدی پیدا می‌کنند. مواد مخدر به‌صورت کاذب سیستم دوپامین مغز را فعال می‌کند و به ما همان احساس لذت و شادی را می‌دهد، بدون این‌که برای این احساس کار مهمی کرده باشیم.

همان‌طور که در تحقیقات انجام شده توسط مرتزنیچ دیدیم، دوپامین در ایجاد تغییرات پلاستیک در مغز نیز دست دارد. همان دوپامینی که برای ما سرخوشی می‌آورد، باعث تقویت ارتباط بین نورون‌هایی می‌شود که مسئولیت ایجاد رفتاری را در ما را دارند که به موفقیتمان ختم می‌شود. مرتزنیچ در طی آزمایشی به کمک یک الکترود، سیستم پاداش دوپامین مغز یک حیوان را تحریک کرد. این عمل هنگامی انجام می‌شد که نوای سازی هم در حال پخش شدن بود. ترشح دوپامین باعث تغییر پلاستیک در مغز به‌صورت بزرگ شدن بخشی از نقشه‌ی مغزی شنوایی حیوان شد که این صدا را دریافت می‌کرد. ارتباط دوپامین با پورنوگرافی در این است که در هنگام بروز هیجانات جنسی نیز دوپامین ترشح می‌شود. ترشح دوپامین باعث پیشرفت آمیزش جنسی در هر

دو نفر شده و رسیدن به‌حالت ارگاسم را تسهیل کرده و مراکز لذت در مغز را فعال می‌کند. ریشه‌ی اعتیاد به پورنوگرافی از همین‌جا آب می‌خورد.
اریک نستلر(۹۵) از دانشگاه تگزاس نشان داده که چگونه اعتیاد باعث ایجاد تغییرات دائم در مغز حیوانات می‌شود. استفاده‌ی فقط یک دُز از بسیاری از مواد افیونی، باعث به‌وجود آمدن پروتئینی به نام دلتا فاس‌بی(۹۶) در مغز می‌شود. این پروتئین در نورون‌ها ذخیره می‌شود. هربار که ماده‌ی اعتیادآور مورد استفاده قرار می‌گیرد، میزان بیشتری از این پروتئین در نورون‌ها جمع می‌شود تا این‌که یک تغییر وضعیت ژنتیکی را رقم می‌زند، به این‌صورت که بر روشن یا خاموش شدن ژن‌ها تأثیر می‌گذارد. چنین تغییر ژنتیکی باعث بروز تغییراتی می‌شود که حتی مدت‌ها بعد از ترک مواد ادامه پیدا می‌کند، باعث ضایعات غیرقابل برگشتی به سیستم دوپامین مغز شده و حیوان را برای اعتیاد بسیار مستعدتر می‌کند. اعتیاد به چیزهایی غیر از مواد افیونی مانند دویدن و نوشیدن مایعات شیرین (دارای ساکروز) هم باعث جمع شدن دلتافاس و همان تغییرات پایدار در سیستم دوپامین می‌شود.

وعده‌ی عوامل دست‌اندرکار پورنوگرافی، ارائه‌ی لذتی سالم و به‌دوراز تنش‌های جنسی است، اما چیزی که آن‌ها در اغلب موارد ارائه می‌کنند اعتیاد، ایجاد مقاومت در بدن و دست آخر کاهش لذت است. تناقض در این است که مردانی که من با آن‌ها کار می‌کردم در عین این‌که برای دیدن فیلم‌های پورنو ولع داشتند، آن‌را دوست نداشتند.

عموم مردم تصور می‌کنند که معتاد به‌سوی استفاده از ماده‌ی مخدر با دز بالاتر رو می‌آورد، برای این‌که لذتی که به او می‌دهد را دوست دارد و درد خماری را دوست ندارد؛ اما معتاد بدون فکری از لذت به سراغ مورد مخدر می‌رود. وقتی‌که او بداند ماده‌ی مخدر مورد مصرفش به‌اندازه‌ی سرحال آوردن او کافی نیست، آن‌وقت است که حتی قبل از این‌که درد خماری سراغش بیاید به دنبال دز بیشتری از آن می‌رود. نیاز و علاقه دو چیز کاملاً متفاوت هستند.
یک معتاد نسبت به ماده‌ی مخدر احساس ولع می‌کند، زیرا مغز پلاستیک او نسبت به آن ماده‌ی مخدر و یا تجربه‌ی استفاده از آن حساس شده است. حساس‌شدگی احساسی متفاوت از مقاوم شدن است. هنگامی‌که مقاومت در وجود معتاد شکل می‌گیرد او نیاز به مصرف بیشتر و بیشتر مواد یا دیدن فیلم‌های پورنو دارد تا احساس لذت کند، هنگامی‌که حساس‌شدگی در مغز او شکل می‌گیرد به آن ماده‌ی افیونی کمتر و کمتر نیاز دارد تا آن‌را با شدت بیشتری بخواهد؛ بنابراین حساس‌شدگی باعث افزایش ولع می‌شود؛ اما لزوماً به معنای دوست داشتن آن چیز نیست. استفاده از یک ماده‌ی افیونی و یا انجام یک فعالیت، باعث انباشته شدن دلتافاس و درنهایت باعث بروز حساس‌شدگی می‌شود.

میزان هیجانی که از دیدن تصاویر پورنو به‌وجود می‌آید، بیشتر از ارضاء جنسی است. علت این است که ما دارای دو سیستم مجزای لذت در مغزمان هستیم؛ یکی از آن‌ها مربوط به لذتی است که از هیجان ناشی می‌شود و دیگری مربوط به لذتی که از طریق ارضاء کسب می‌شود. سیستم هیجان با لذت «اشتیاق» در ارتباط است و هنگامی روی می‌دهد که ما چیزی که طالب آن هستیم را تصور می‌کنیم؛ مانند آمیزش جنسی و یا یک غذای خوب. در این حالت ماده شیمیایی که نورون‌ها ترشح می‌کنند تا حد زیادی در ارتباط با دوپامین است که باعث افزایش سطح تنش در ما می‌شود.
دومین سیستم لذت در ارتباط با ارضاء شدن است که به آن لذت پایانی هم میگویند و با برقراری رابطه‌ی واقعی جنسی و یا صرف غذا ظاهر می‌شود؛ لذتی آرامش‌بخش و تمام‌کننده. منبع شیمیایی نورونی آن ترشح اندروفین است که حالتی تسکین‌دهنده دارد و به ما حسی از آرامش و خوشی می‌دهد.

پورنوگرافی با ارائه‌ی تصاویر سکسی بی‌پایان باعث بیش‌ازحد فعال شدن سیستم اشتیاق می‌شود. تصاویر پورنو در مغز افرادی که به تماشای آن‌ها می‌پردازند برحسب تصاویر و فیلم‌هایی که دیده‌اند، نقشه‌های جدید مغزی به‌وجود می‌آورند. چون بر مغز قاعده‌ی از «هرچه که داری استفاده کن یا آن‌را از دست می‌دهی» حاکم است، هنگام به‌وجود آمدن نقشه‌های جدید، مغز این افراد تمایل دارد که این نقشه‌ها را فعال کند. درست مانند ماهیچه‌ها که پس از یک‌روز پشت میز نشستن بی‌قرار انجام حرکات نرمشی هستند، به همین ترتیب هم احساسات مشتاق‌اند تا تحریک شوند.

مردانی که پشت کامپیوتر به دیدن تصاویر پورنو مشغول‌اند خبر ندارند که شبیه به همان موش‌هایی شده‌اند که در قفس‌های انستیتو ملی سلامت مریلند در پی دریافت یک شات از دوپامین، پی‌درپی میله را فشار می‌دهند. با ناآگاهی از این مطلب درواقع آن‌ها، مورد اغفال جلسات آموزشی پورنو قرار می‌گیرند؛ آموزش‌هایی که تمام شرایط لازم برای تغییر دادن نقشه‌های مغزی آنان را دارد. قاعده‌ی دیگر حاکم بر مغز می‌گوید نورون‌هایی که با هم شلیک می‌کنند به هم سیم‌پیچی می‌شوند؛ در نتیجه تکرار دیدن پورنو، این تصاویر بارها به مراکز لذت مغز این مردان سیم‌پیچی می‌شوند، آن‌هم با توجهی که صرف دیدن آن‌ها می‌کنند که یکی از شرایط لازم برای تغییرات پلاستیک مغز است. هنگامی‌که این افراد دور از کامپیوترهای خود هستند و یا در حال آمیزش جنسی با شریک جنسی‌شان، تصور صحنه‌های این فیلم‌ها در ذهنشان باعث تحریکشان می‌شود. هر بار که آن‌ها با استمناء، به هیجان جنسی رسیده، ارگاسم را تجربه می‌کنند، یک «جرعه دوپامین» پاداش انتقال‌دهنده‌ی نورونی خود را دریافت می‌کنند، که باعث تحکیم ارتباطات به‌وجود آمده در مغزشان می‌شود. این پاداش نه‌تنها بروز این رفتار را تسهیل می‌کند، بلکه از ایجاد احساس

شرمی که در نتیجه‌ی درخواست برای خرید مجله‌ی پلی‌بوی برای صاحب آن پیش می‌آمد هم جلوگیری می‌کند. این رفتاری است که در آن هیچ‌گونه «تنبیهی» وجود ندارد و سراسر پاداش است.
با معرفی موضوع علت و محتواهای جدید نمایشی در وب‌سایت‌هایی که پورنو ارائه می‌کنند، مفهوم هیجان برای این افراد دائماً در حال تغییر است که این امر باعث تغییرات مغزی در آن‌ها می‌شود، بدون این‌که خودشان از آن آگاه باشند. به‌علت جنبه‌ی رقابتی پلاستیسیتی، مغز نقشه‌هایش برای تصاویر هیجان‌انگیز جدید را به قیمت از دست دادن آنچه که قبلاً برایش جذاب بود، افزایش می‌دهد و از نظر من نتیجه‌ی این رویداد این است که این افراد را کم‌کم به این باور می‌رساند که شریک جنسی‌شان دیگر توانایی تحریک آنان را ندارد.
داستان زندگی سن توماس([۹۷]) که برای بار اول در نشریه‌ی انگلیسی اسپکتتور([۹۸]) چاپ شد نوشته‌ای شگفت‌انگیز است که نشان می‌دهد چگونه یک مرد به ورطه‌ی اعتیاد به پورنوگرافی سقوط می‌کند و این‌که چگونه پورن نقشه‌های مغزی را عوض می‌کند و در این فرایند ذائقه‌ی جنسی و به همراه آن نقش پلاستیسیتی دوره‌ی بحرانی را تغییر می‌دهد. توماس می‌نویسد: «من هیچ‌گاه به پورنوگرافی علاقه‌مند نبودم. خُب، در دوره‌ی نوجوانی وقتی هفده‌ساله بودم شماره‌های قدیمی مجله‌ی پلی بوی را داشتم و آن‌ها را در زیر بالشم پنهان می‌کردم. ولی در کل به دنبال سکس و فیلم‌های زننده نبودم. به نظرم آن‌ها ملال‌آور، تکراری و مزخرف می‌آمدند و خجالت می‌کشیدم آن‌ها را بخرم». سردی صحنه‌ی فیلم‌های پورن و زندگی مردان حشری فیلم‌ها باعث انزجار او می‌شد؛ اما در سال ۲۰۰۱ کمی بعدازاین‌که برای اولین بار وارد اینترنت شد، به وی حسی از کنجکاوی دست داد، کنجکاوی درباره‌ی پورنی که در آن موقع همه می‌گفتند بر اینترنت تسلط پیدا کرده است. در آن موقع ورود به بسیاری از سایت‌ها مجانی و آزاد بود؛ سایت‌های ورودی و یا سرِ کاری که شروعی برای مراحل پیشرفته‌تر بودند. در این سایت‌ها گالری از تصاوِیر برهنه و جذابیت‌های جنسی را قرار داده بودند تا دگمه‌ای را در مغز جوینده‌ی این سایت‌ها فشار دهند؛ دگمه‌ای که او از وجود آن آگاه نبود. در این سایت‌ها می‌شد تصاویری از هم‌جنس‌بازانی که در جکوزی هستند، فیلم‌های کارتونی پورن، زنان برهنه، سکس‌های گروهی، مردانی که منی خود را به‌صورت زنان مطیع می‌مالیدند را ملاحظه کرد؛ در وضعیتی که بیشتر آن‌ها هر یک برای خود داستانی داشتند.
چند تصویر و فیلم توجه او را به‌خود جلب کردند، و آن‌ها «روز بعد مرا به پای کامپیوتر کشاندند تا تصاویر بیشتری ببینم و روز بعد آن و روزهای بعدتر از آن». به‌زودی توماس به وضعیتی رسید که با یافتن هر دقیقه وقت آزاد «با عطش فراوان به وارسی سایت‌های پورن مشغول می‌شدم».
بعد از مدتی سایتی را پیدا کرد که با کمال تعجب دریافت تصاویر آن واقعاً او را به هیجان می‌آورد. پس‌ازآن روزها و روزها وقت خود را صرف پیدا کردن سایت‌های

دیگر کرد که در ارتباط با آن سایت و تصاویر مربوط به آن بودند.
او می‌نویسد: «این‌زمانی بود که اعتیاد واقعی در من پا گرفت. علاقه‌ی من به آن نوع خاص از تصاویر باعث شد که این افکار در سرم راه پیدا کند: چند نوع دیگر از این تصاویر هست که می‌تواند مرا به هیجان آورد؟ چه گوشه‌های پنهان و خوش‌آیندی از تمایلات جنسی در من وجود دارد که می‌توانم آن‌ها را در گوشه‌ی امن خانه‌ام مورد بررسی قرار دهم؟ با جستجو در نت برای من آشکار شد که دارای تصورات و افکار جنسی بی‌اندازه متنوعی هستم و این‌که فرایند ارضاء این تمایلات از طریق دیدن تصاویر، تنها اشتیاق را در من بیشتر می‌کند».
حالا دیگر توماس کاملاً در سایت‌های پورن گرفتار شده بود. او سعی می‌کرد خود را کنترل کند، اما حداقل پنج ساعت در شبانه‌روز را در جلوی لپ‌تاپ و در جستجوی این سایت‌ها می‌گذراند. او مخفیانه این سایت‌ها را جستجو می‌کرد و شب‌ها فقط سه ساعت می‌خوابید. دوست‌دخترش که خستگی را در او می‌دید شک کرده بود که او با دختر دیگری ارتباط دارد. وی آن‌قدر دچار کم‌خوابی شده بود که سلامتی‌اش به خطر افتاده بود. در پی آن و دچار شدن چندین‌باره به یک سری از بیماری‌ها مجبور شد که در بخش اورژانس بیمارستان بستری شود و همین دلیلی شد برای این‌که به بررسی وضعیت خود بپردازد. او شروع به پرس‌وجو از دوستان مذکر خود دراین‌باره کرد و دریافت که بسیاری از آنان مانند او در دام پورنوگرافی اسیر شده‌اند.
کاملاً واضح بود که چیزی در مورد تمایلات جنسی توماس وجود داشت که او خود از آن آگاهی نداشت و ناگهان آشکار شده بود. آیا اینترنت فقط گره‌های روانی هر فرد را باز کرده، تمایلات جنسی او را هویدا می‌سازد یا این‌که خود در خلق این تمایلات سهم دارد؟ نظر من این است که اینترنت خیال‌پردازی‌های جنسی جدید خلق می‌کند؛ تخیلاتی که در ضمیر خودآگاه جستجوگر اینترنتی وجود نداشته است. اینترنت با گذاشتن این اجزاء در کنار هم شبکه‌ی جدیدی در مغز فرد جستجوگر به‌وجود می‌آورد. فروید کشف کرد این خیال‌پردازی‌ها بر مغز افراد تأثیر می‌گذارد؛ زیرا اجزایی از هویت شخصی هر فرد را در خود دارد. برای نمونه بعضی از مردان که تمایلات جنسی طبیعی و به جنس مخالف دارند، تمایل دارند فیلم‌های پورنی را تماشا کنند که سناریوی آن‌ها به این‌صورت است که زنانی مقتدر و مسن شروع به آمیزش جنسی با زنان جوان‌تر می‌کنند. دلیل آن ممکن است از خاطرات کودکی این افراد نشأت بگیرد که در کودکی زیر سلطه مادر خود بوده‌اند. این مادرها هستند که «رئیس‌اند» و لباس آن‌ها را درمی‌آورند، لباس به تن آن‌ها می‌کنند و تن و بدن آن‌ها را می‌شویند. پسرها در خردسالی ممکن است دوره‌ای را تجربه کنند که در آن هویتشان به‌شدت تحت تأثیر مادرشان است و این باعث شود که احساس کنند «مثل یک دختر هستند». اشتیاق بعدی چنین مردانی به دیدن فیلم‌های هم‌جنس‌بازی زنان ممکن است بیانگر ته‌مانده‌های این هویت ناخودآگاه زنانه در آنان باشد. فیلم‌های تمام‌پورنو، از روی بعضی شبکه‌های نورونی اولیه‌ای که در دوره‌ی

بحرانی پرورش تمایلات جنسی ما شکل گرفته‌اند، پرده برمی‌دارد و تمامی این اجزاء اولیه، فراموش و یا سرکوب‌شده را برای ساخت یک شبکه‌ی جدید گرد هم می‌آورد؛ شبکه‌ای که در آن تمام این ویژگی‌ها به هم سیم‌پیچی شده‌اند. سایت‌های پورن انواعی از گره‌های روانی را به‌وجود آورده و آن‌ها را در قالب تصاویر در هم می‌آمیزند. دیر یا زود جستجوگر اینترنتی ترکیبی مرگبار از آن‌ها را خواهد یافت که به‌یک‌باره چند دگمه از تمایلات جنسی وی را با هم فشار خواهد داد. پس‌ازآن با تکرار دیدن این تصاویر، باعث تحکیم آن شبکه‌ی مغزی شده، با استمناء باعث آزاد شدن دوپامین در مغز خود می‌شود و به‌این‌ترتیب این شبکه‌ها را بیشتر تقویت می‌کند. او در خود یک نوع «تمایلات جنسی نورونی» ایجاد می‌کند؛ تمایلات جنسی که دوباره ساخته شده و ریشه‌ای قوی در تمایلات جنسی نهفته‌ی او دارد. تماشای مکرر فیلم‌ها و تصاویر پورن در او مقاومت وجود می‌آورد؛ به همین دلیل کم‌کم لذت تخلیه‌ی تمایلات جنسی تنها با لذت پرخاشگری تکمیل می‌شود و به‌این‌ترتیب تصاویر سکسی و خشونت به شکلی فزاینده با هم ترکیب می‌شوند؛ که نتیجه‌ی آن افزایش ارائه‌ی تصاویر و فیلم‌های تمام پورن سادیسمی- مازوخیستی است.

***

دوره‌های بحرانی باعث شکل‌گیری موجودیت ما می‌شوند، اما عاشق شدن در جوانی و یا بعدازآن زمینه را برای بروز یک دور گسترده از تغییرات پلاستیک دیگر آماده می‌کند. رمان‌نویس و مقاله‌نویس قرن نوزدهم، استاندال، دریافته بود که عشق می‌تواند معیارهای زیبایی را برای ما به طرز شگفت‌انگیزی تغییر دهد. عشق‌های رمانتیک می‌توانند چنان احساسات قدرتمندی را در ما برانگیزند که باعث تجدیدنظرمان درباره‌ی معیارهای زیبایی و جذابیت شود و حتی بر آنچه که به‌عنوان زیبایی‌های «بصری» می‌بینیم، غلبه کند. استاندال رمانی دارد به نام «عشق» که درباره‌ی مرد جوانی است به نام آلبریک که یک زن زیبا، بسیار زیباتر از معشوق خود را ملاقات می‌کند، اما بسیار بیشتر از آن جذب معشوق خود شده که به این زن توجهی نشان دهد؛ زیرا معشوقش شادی‌های بیشتری را برایش به ارمغان می‌آورد. استاندال این زیبایی را «زیبایی خلع ید شده توسط عشق» می‌نامد. عشق دارای چنان قدرتی برای تغییر معیارهای جذابیت است که عیب کوچکی را که بر روی صورت معشوق آلبرت وجود داشت، آبله‌ی صورت وی، را به نمادی برای شعله‌ورشدن عشق در آلبریک تبدیل می‌کرد. این آبله او را به هیجان می‌آورد زیرا «او احساسات زیادی را در حضور این نشان آبله تجربه کرده بود، احساساتی که مطبوع‌ترین بوده و بیشترین اشتیاق جاذب را در خود داشتند؛ احساساتی که بدون توجه به‌حال آلبریک در هر حالتی که بود، با دیدن آن نشان آبله حتی در صورت زنی دیگر، به‌وضوح دوباره برانگیخته می‌شدند... در این مورد نماد زشتی به زیبایی تبدیل شده بود».

این تغییر معیار ممکن است اتفاق بیفتد؛ زیرا ما صرفاً عاشق آنچه که می‌بینیم،

نمی‌شویم. در شرایط معمول، یافتن فردی جذاب ممکن است ما را آماده برای افتادن در دام عشق کند، اما شخصیت آن فرد و عوامل متعدد دیگر از جمله توانایی او در به‌وجود آوردن احساسی خوب در ما نسبت به‌خودمان است که فرایند در دام عشق افتادن را شکل می‌دهد؛ و بعد عاشق بودن چنان حس مطبوعی را در ما به‌وجود می‌آورد که ممکن است حتی جای آبله به نظرمان زیبا بیاید، زیرا پلاستیسیتی معیارهای زیبایی‌شناسی ما را دوباره سیم‌پیچی کرده است. من فکر می‌کنم عاشق شدن به این‌گونه عمل می‌کند.

در سال ۱۹۵۰ بود که «مراکز لذت» در سیستم کناری(۹۹) (لیمبیک) مغز کشف شد؛ بخشی از مغز که به‌شدت درگیر کار پردازش احساسات است. در طی آزمایشی که دکتر رابرت هس(۱۰۰) روی انسان انجام داد -یک الکترود در بخش سپتال سیستم کناری مغز کار گذاشته و روشن شد- با فعالیت این الکترود، بیماران در خود چنان احساس نشاطی می‌کردند که هنگام به پایان رسیدن تحقیق یکی از افراد مورد آزمایش درخواست کرد که آن‌را پایان ندهند. بخش سپتال در هنگام صحبت کردن درباره‌ی موضوعی خوش‌آیند و در حین ارگاسم هم شلیک می‌کند. معلوم شد که این مراکز لذت، بخشی از سیستم پاداش مغز هستند؛ سیستم دوپامینی مزولیمبیک(۱۰۱). در سال ۱۹۵۴ جیمز اولدز(۱۰۲) و پیتر میلنر(۱۰۳) نشان دادند که اگر در حین آموزش حیوان برای انجام یک کار، الکترودی را به سیستم لذت حیوان وارد کنند، این حیوان سهل‌تر انجام آن کار را یاد می‌گیرد؛ زیرا یادگیری همراه با لذت همراه شده و پاداش دریافت می‌کرد.
هنگامی‌که مراکز لذت فعال هستند، هر تجربه‌ای از نظرمان لذت‌بخش خواهد بود. علت تأثیر ماده‌ی مخدری مانند کوکائین بر روی ما این است که استفاده از آن، آستانه‌ی شلیک مراکز لذت در ما را پایین آورده، باعث می‌شود که آن‌ها راحت‌تر فعال شوند. درواقع این کوکائین نیست که به ما چنین لذتی می‌دهد بلکه این مراکز لذت در وجود ما هستند که اکنون به چنان آسانی شلیک می‌کنند که هر تجربه‌ای برای ما خوش‌آیند می‌شود. این تنها کوکائین نیست که آستانه‌ی شلیک در مراکز لذت ما را چنان پایین می‌آورد. مراکز لذت در افراد مبتلا به اختلال دوقطبی(۱۰۴) (قبلاً به آن افسردگی شیدایی می‌گفتند)، هنگامی‌که به اوج دوره‌ی شیدایی خود می‌رسند، خیلی راحت‌تر شلیک می‌کند و عاشق شدن هم آستانه‌ی شلیک مراکز لذت را پایین می‌آورد.

کسی که کوکائین مصرف می‌کند، در اوج حالت شیدایی است و یا این‌که عاشق شده، وارد مرحله‌ی مشتاقانه‌ای می‌شود که به او احساسی از خوش‌بینی نسبت به همه‌چیز می‌دهد. به دلیل این‌که هر سه این حالات آستانه‌ی شلیک برای سیستم لذت را پایین می‌آورند، سیستمی که اساس کارش بر دوپامین است با آینده‌نگری مثبت در مورد چیزی که آرزوی آن‌را داریم،

همراهی می‌کند. معتاد، فرد شیدا و آدم عاشق به‌صورت فزاینده‌ای از آینده‌نگری‌های امیدوارانه سرشار می‌شوند و پذیرای هر چیزی می‌شوند که ممکن است حسی از لذت به آن‌ها بدهد -گل‌ها و هوای تازه به آن‌ها الهام می‌دهند و هر لطفی، هر چقدر کوچک، باعث شادی آن‌ها می‌شود. من نام این مرحله را «جهان‌شمولی(۱۰۵)» می‌گذارم.
مرحله‌ی جهان‌شمولی هنگامی‌که عاشق می‌شوید به‌شدت خود را نشان می‌دهد و به عقیده‌ی من یکی از دلایل اصلی است که باعث می‌شود عشق چنین قدرتمند در تغییرات پلاستیک مغز عمل کند. در این حالت مراکز لذت به‌راحتی شلیک می‌کنند؛ به همین دلیل شخص دلداده نه‌تنها عاشق معشوق خود است بلکه عاشق همه‌ی دنیاست و دیدگاهی رمانتیک درباره‌ی آن دارد. چون در مغز ما جریانی از دوپامین غلیان پیدا می‌کند که باعث استحکام تغییرات مغزی می‌شود، هرگونه ارتباط و تجربه‌ی لذت‌بخشی که در اوایل عاشقی احساس کنیم در مغزمان سیم‌پیچی می‌شود.
«جهان‌شمولی» نه‌تنها اجازه می‌دهد که ما از دنیا لذت بیشتری ببریم، بلکه باعث می‌شود که ما درد، ناخوشی و یا بیزاری را کمتر احساس کنیم. هس نشان داد شلیک مراکز لذت کار شلیک را برای مراکز درد و بیزاری که در آن نزدیکی قرار دارند، سخت می‌کند. در این مواقع عواملی که معمولاً اسباب دردسر ما هستند، دیگر چنین به نظر نمی‌آیند. ما عاشق این هستیم که عاشق بمانیم؛ نه‌تنها برای این‌که شاد بودن را برای ما آسان می‌کند، بلکه برای این‌که بدبخت بودن را برای ما سخت‌تر می‌کند.
جهان‌شمولی همچنین به ما فرصت می‌دهد تا چیزهای جدیدی را درباره‌ی آنچه که به نظرمان جذاب می‌آید دریابیم؛ مانند نشان آبله که چنان حظی را به آلبریک می‌داد. نورون‌هایی که با هم پیغام می‌فرستند به هم سیم‌پیچی می‌شوند؛ احساس خوشی که با وجود حضور این نشان آبله، که به‌طورمعمول چیزی غیرخواستنی است، به یار دست می‌دهد باعث می‌شود که مغز آن‌را به‌صورت نمادی از لذت در خود سیم‌پیچی کند؛ مکانیسمی مشابه هنگامی اتفاق می‌افتد که یک معتاد به کوکائین که ترک کرده از کوچه‌ای تنگ‌وتاریک رد می‌شود که در آن برای اولین بار کوکائین را استعمال کرده است. احساس ولعی که او را در برمی‌گیرد، ممکن است آن‌چنان قوی باشد که او را دوباره به سمت مصرف مواد بکشاند. درواقع لذتی ناشی از نشئگی آن‌قدر زیاد بوده که آن کوچه‌ی زشت هم در همراهی با آن احساس او را تحریک به مصرف مواد می‌کند.
بنابراین می‌توان ردپای شیمی را در عشق تشخیص داد و اینکه مراحل مختلف عشق که به‌صورت خوشی و یا حتی درد تصویر می‌شوند، درواقع بازتابی از تغییراتی هستند که در مغز ما صورت می‌گیرد. فروید یکی از اولین کسانی بود که تأثیرات روانی کوکائین را تشریح کرد و به‌عنوان مردی جوان، اولین کسی بود که مصارف پزشکی آن‌را کشف کرد و نگاهی اجمالی به این نوع از شیمی

انداخت. او در دوم فوریه‌ی سال ۱۸۸۶ نامه‌ای به نامزدش مارتا نوشت و در آن شرح داد که قصد دارد در حال نوشتن نامه از کوکائین استفاده کند؛ چون کوکائین اثر بسیار سریعی بر روی سیستم مغز دارد، نامه از همان موقع که باز و خوانده می‌شود دریچه‌ای جالب به روی تأثیرات این ماده‌ی مخدر باز می‌کند. او در ابتدا توضیح می‌دهد که استفاده از کوکائین باعث شده که او میل به حرافی و اعتراف پیدا کند. در ادامه، اظهاراتی که حاکی از نارضایتی از خود است در نامه ناپدید شده و او در خود احساسی از بی‌باکی را تجربه کرده و خود را در حالت رزم در کنار اجداد شجاعش در اورشلیم مشاهده کرده است. وی قدرت کوکائین در زدودن خستگی از وجودش را به قدرت معجزه‌واری که از سپری کردن لحظات عاشقانه در کنار مارتا احساس می‌کند، تشبیه کرده است.
در نامه‌ای دیگر فروید برای مارتا می‌نویسد که کوکائین شرم و افسردگی را در وجود او کاهش داده و به او احساسی از سرخوشی، افزایش انرژی، عزت نفس و اشتیاق داده و تمایلات جنسی را در او افزایش داده است. او شرح می‌دهد که حالتی شبیه به کسی دارد که دچار «سرمستی عاشقانه» شده است. هنگامی‌که عشاق دچار نشئگی اولیه‌ی ارتباط هستند، تمام شب را حرف می‌زنند و دارای اشتیاق، انرژی، عزت نفس و تمایلات جنسی افزایش یافته‌ای هستند؛ اما ازآنجاکه فکر می‌کنند همه‌چیز خوب و سر جای خودش است ممکن است دچار قضاوت‌هایی شوند که نادرست هستند؛ همه‌ی این حالات درست مانند حالاتی است که در اثر استعمال ماده‌ی مخدری چون کوکائین، که محرک دوپامین است، به‌وجود می‌آید. اخیراً توسط دستگاه اف‌امرآی (تصویرسازی تشدید مغناطیسی کارکردی) اسکن‌هایی از مغز عشاق درحالی‌که مشغول نگاه کردن به‌عکس معشوق خود بوده‌اند، انجام شده که نشان داده قسمتی از مغز آنان با ترشح مقدار زیادی دوپامین فعال شده؛ تصویر مغز این افراد در این حالت درست مانند کسانی بوده که کوکائین استعمال کرده‌اند.
اما محنت‌های عشق نیز از شیمی مغز است. هنگامی‌که عشاق به مدت طولانی از هم دور می‌افتند، درهم می‌شکنند، گوشه‌گیری اختیار می‌کنند، دائم در حسرت دیدار یکدیگر هستند، دچار اضطراب می‌شوند، به‌خود شک می‌کنند، انرژی‌شان را از دست می‌دهند و اگر به افسردگی دچار نشوند، احساس ناخوشی می‌کنند. رسیدن یک نامه، ایمیل، پیغام و یا یک تماس تلفنی از طرف مقابل می‌تواند مانند مواد افیونی آن‌ها را ساخته، انرژی فوری را به رگ‌های آنان تزریق کند. اگر رابطه‌ی بین آن‌ها به‌هم بخورد، دچار افسردگی می‌شوند؛ که در جهت مخالف نشئگی شیدایی است. این «نشانه‌های اعتیاد» -نشئگی، درهم شکستن، ولع برای دیدار، گوشه‌گیری و دوباره ساخته شدن- نشانه‌هایی ذهنی از تغییرات پلاستیکی هستند که در مغز افراد در نتیجه‌ی حضور و یا عدم حضور معشوقشان روی می‌دهد.

مانند مقاومتی که در بدن معتاد نسبت به ماده‌ی مخدر به‌وجود می‌آید، عادت کردن عشاق به یکدیگر نیز ممکن است مقاومتی را در وجود آنان شکل دهد. دوپامین طالب نوآوری و چیزهای تازه است. هنگامی‌که در وجود همسران مقاومتی نسبت به یکدیگر شکل می‌گیرد و آن احساس عاشقانه‌ای که زمانی نسبت به هم داشتند را از دست می‌دهند، این تغییر ممکن است نشانه‌ای از یک واقعیت باشد. واقعیت این نیست که آن‌ها برای هم خسته‌کننده شده یا به درد هم نمی‌خورند، بلکه این است که مغزهای انعطاف‌پذیر آن‌ها آن‌چنان با هم مطابقت پیدا کرده که برایشان سخت است همان ولوله‌ای که زمانی در یکدیگر به‌وجود می‌آوردند را، دوباره ایجاد کنند.
خوشبختانه عشاق می‌توانند با نوآوری و تازه کردن روابط خود، سیستم دوپامین مغزی خود را تحریک کرده، میزان عشق خود به یکدیگر را در سطح بالایی نگاه دارند. هنگامی‌که یک زوج با هم به سفری رمانتیک می‌روند یا با هم اقدام به انجام فعالیت‌هایی جدید می‌کنند، یا تیپ لباس پوشیدن خود را عوض می‌کنند یا با انجام عملی باعث شگفتی و شادی طرف مقابل می‌شوند، درواقع دارند از نوآوری برای روشن کردن مراکز لذت در مغز خود استفاده می‌کنند. در نتیجه هر آنچه که آن‌ها در کنار یکدیگر تجربه می‌کنند، از جمله وجود هر یک برای دیگری، عاملی برای ایجاد هیجان و لذت در آن‌ها می‌شود. هنگامی‌که مراکز لذت در مغز روشن شده و فرآیند جهان‌شمولی آغاز شود، تصویر تازه از معشوق با لذت‌های غیرمنتظره همراه شده و در مغز پلاستیک ما که در جهت نوآوری و تازگی تکامل پیدا کرده، سیم‌پیچی می‌شوند. ما باید این نکته را بیاموزیم که اگر قرار است واقعاً احساس سرزندگی کنیم، زندگی و یا معشوقی که روال و رفتارش برایمان زیاده از حد قابل پیش‌بینی شده و دیگر چیز تازه‌ای برای عرضه ندارد ما را تبدیل به یک انسان بی‌قرار می‌کند؛ شاید بتوان گفت یک معترض به مغزی که خاصیت پلاستیک دارد، چون دیگر نمی‌تواند وظیفه‌ی اصلی خود را انجام دهد.

عشق ماهیتی سخاوتمندانه دارد؛ زیرا ما را نائل به درک موقعیت‌های لذت‌بخش و کیفیت‌های فیزیکی می‌کند که اگر عاشق نمی‌شدیم هرگز آن‌ها را درک نمی‌کردیم. عشق همچنین باعث می‌شود که ما عوامل منفی که ممکن است آن‌را همراهی کنند فراموش کنیم، که یک پدیده‌ی پلاستیک دیگر در مغز ماست.
مبحث فراموش کردن زمینه‌ای کاملاً جدید است. هنگامی‌که شبکه‌ی عصبی هر انسانی پا می‌گیرد دارای کارایی بوده و متکی‌به‌خود است؛ از سوی دیگر پلاستیسیتی دارای ماهیتی رقابت‌جویانه است، وجود این دو عامل در کنار هم باعث می‌شود که فراموش کردن بسیاری از چیزها از جمله عادات کاری بسیار مشکل باشد. یادتان است که مرتزنیچ به دنبال «پاک‌کنی» می‌گشت که به او در سرعت‌بخشی به ایجاد تغییرات کمک کرده، عادت بد را از ذهن پاک کند.
در فرآیند یادگیری و متضاد آن فراموش کردن، مواد شیمیایی متمایزی دخالت دارند. هنگامی‌که ما مطلبی جدید را یاد می‌گیریم، نورون‌ها با هم شلیک کرده و به هم سیم‌پیچی می‌شوند و در نتیجه در نورون‌ها فرآیندی شیمیایی به وقوع می‌پیوندد که به آن نیرومندسازی بلندمدت(۱۰۶) می‌گوییم. این فرآیند ارتباط بین این نورون‌ها را محکم می‌کند. هنگامی‌که مغز به فراموش کردن بعضی ضمائم ذهنی و قطع کردن ارتباط نورون‌ها اقدام می‌کند فرآیند شیمیایی دیگری به وقوع می‌پیوندد که به آن تضعیف درازمدت(۱۰۷) می‌گوییم. فراموش کردن و تضعیف رابطه‌ی بین نورون‌ها به همان اندازه یک فرآیند پلاستیک است و به همان اندازه اهمیت دارد که یادگیری و تقویت ارتباط بین نورون‌ها. اگر مغز ما فقط به تقویت ارتباط بین نورون‌ها اهتمام ورزد، پس از مدتی شبکه‌های نورونی ما اشباع خواهند شد. شواهد گویای این هستند که فراموش کردن بعضی محفوظات ذهنی امری لازم است تا جا برای ورود محفوظات جدید باز شود.
هنگامی‌که ما از یک مرحله‌ی رشد به مرحله‌ی بعدی گام می‌گذاریم، فراموش کردن به امری لازم بدل می‌شود. برای مثال هنگامی‌که در آغاز دوره‌ی جوانی دختری برای ادامه‌ی تحصیل خانواده‌اش را ترک کرده و به شهری دیگر می‌رود، هم خود او و هم‌خانواده‌اش دچار اندوه و تغییرات وسیع پلاستیک در مغزشان می‌شوند، زیرا در حال تغییر روال معمول زندگانی، عادات احساسی و تصاویری هستند که در مغزشان ثبت شده است.
برای اولین‌بار عاشق شدن نیز، به معنای وارد شدن به مرحله‌ی جدیدی از رشد است که در جهت آن باید بسیاری از چیزها از مغز ما زدوده شوند. هنگامی‌که دو نفر به یکدیگر متعهد می‌شوند، مجبورند در عقاید قبلی خود که غالباً خودخواهانه نیز هستند تغییراتی به‌وجود آورده و تمامی ضمائم مربوط به آن‌ها را تعدیل کنند، تا بتوانند معشوقشان را وارد زندگی خود کنند. این روزها زندگی تشریک مساعی است که به‌صورت مداوم از سوی دو طرف اعمال می‌شود که هم‌سوی با آن باید سازمان‌دهی دوباره‌ای در مراکز مغزی که در ارتباط با احساسات، تمایلات جنسی و خویشتن فرد هستند، صورت گیرد. میلیون‌ها

شبکه‌ی عصبی باید نابود شده و شبکه‌هایی جدید جایگزین آن‌ها شوند؛ این یکی از دلایلی است که به سبب آن بسیاری از کسانی که عاشق می‌شوند احساس می‌کنند هویت گذشته‌ی خود را از دست داده‌اند. عاشق شدن ممکن است به معنای دست کشیدن از عشق قدیمی باشد که باز هم نیاز به فراموش کردن در سطحی نورونی دارد.
مردی را در نظر بگیرید که نامزدی‌اش با عشق اولش به هم خورده و قلبش شکسته است. وی به دنبال یافتن زنی دیگر برمی‌آید تا جای نامزد اولش را برایش بگیرد، اما مقایسه کردن هر زن دیگری با او، اویی که همیشه فکر می‌کرد تنها عشق واقعی زندگی‌اش است، باعث می‌شود که آن زن در نظرش رنگ ببازد. او نمی‌تواند الگوهای زیبایی که در عشق اول خود دیده بود را در ذهن خود تغییر دهد. یا زنی که بیست‌سال با فردی زندگی کرده و ناگهان او را از دست می‌دهد، از آشنایی با مردان جدید سرباز می‌زند. او نمی‌تواند تصور کند که می‌تواند بار دیگر عاشق شود و فکر «جایگزین» کردن همسرش با فردی دیگر او را آزار می‌دهد. در طی گذر سالیان عمر، دوستانش او را به این امر تشویق می‌کنند اما فایده ندارد.
این افراد غالباً نمی‌توانند دست به چنین کاری بزنند، زیرا هنوز باور ندارند که محبوبشان مرده باشد؛ فکر زندگی بدون کسی که عاشق او بوده‌اند، چنان سخت است که نمی‌توانند آن‌را تحمل کنند. اگر این عاشق رمانتیک و آن زن بیوه بخواهند روابطی تازه بدون هیچ تأسفی از گذشته را آغاز کنند، قبل از آن مغز هر یک از آن‌ها باید میلیاردها سیم‌پیچی خود را باز کند. سوگواری فرآیندی تدریجی است. فروید می‌نویسد: گرچه واقعیت به ما می‌گوید که فردی که ما عاشق او بوده‌ایم رفته اما «ما فوراً نمی‌توانیم سر تمکین بر این حقیقت فرود آوریم». ما با یادآوری خاطره‌ای اندوهگین می‌شویم، آن‌را در ذهن خود مرور می‌کنیم و بعد رهایش می‌کنیم که برود. از نظر مغزی، با به یاد آوردن خاطره‌ای از آن فرد، ما همه‌ی شبکه‌های عصبی را روشن می‌کنیم که در مغزمان به هم سیم‌پیچی شده و ادراک ما از آن شخص را شکل داده، آن خاطره را با شفافیتی غیرمعمول احساس می‌کنیم و بعد در زمان مقتضی با آن شبکه‌ی مغزی خداحافظی می‌کنیم. در مرحله‌ی سوگواری، ما یاد می‌گیریم که بدون فردی که آن‌همه او را دوست داشتیم زندگی کنیم، اما این درس برای ما بسیار سخت است؛ زیرا در ابتدا باید این فکر که این فرد زنده است و هنوز می‌توان به او متکی بود را فراموش کنیم.
والتر جی فریمن(۱۰۸)، استاد علوم اعصاب برکلی، اولین نفری بود که این ایده را مطرح کرد که بین عشق و فراموش کردن‌های دشوار زندگی ارتباط وجود دارد. او با جمع‌آوری تعدادی از حقایق جالب بیولوژیکی درباره‌ی بدن به این نتیجه‌گیری رسید که سازمان‌دهی مجدد نورون‌ها در حجم کلان در دو مرحله از زندگی اتفاق می‌افتد: هنگامی‌که عاشق می‌شویم و هنگامی‌که وظایف والدینی را آغاز می‌کنیم. فریمن معتقد است امکان وقوع سازمان‌دهی مجدد

بسیار کلان در مغز، بسیار پرحجم‌تر از آنچه که در مراحل یادگیری و فراموش کردن اتفاق می‌افتد، فقط به‌علت وجود تعدیل‌کننده‌های عصبی امکان می‌یابد.
تعدیل‌کننده‌های عصبی چیزی جدا از انتقال‌دهنده‌های عصبی هستند؛ درحالی‌که انتقال‌دهنده‌های عصبی در سیناپس‌ها ترشح می‌شوند تا باعث برانگیختگی و یا منع نورون‌ها شوند، تعدیل‌کننده‌های عصبی باعث کاهش یا افزایش تأثیر کلی ارتباطات سیناپسی و وقوع تغییرات دیرپا می‌شوند. فریمن معتقد است وقتی ما عاشق می‌شویم تعدیل‌کننده‌ی عصبی اکسی‌توسین ترشح شده، این امکان را فراهم می‌کند که ارتباطات نورونی موجود از بین رفته و زمینه برای تغییرات وسیع آماده شود.
به اکسی‌توسین تعدیل‌کننده نورون‌های سرسپردگی نیز می‌گویند زیرا عامل تقویت پیوندها در بین پستانداران است. این ماده‌ی شیمیایی در حال تماس و عشق‌ورزی ترشح می‌شود -در انسان به هنگام رسیدن به‌حالت ارگاسم در هر دو طرف آزاد می‌شود- و هنگامی‌که زوج‌ها دارای فرزند می‌شوند و آن‌ها را پرورش می‌دهند. در زنان اکسی‌توسین در هنگام وضع حمل و شیر دادن از سینه آزاد می‌شود. اسکن‌هایی که توسط دستگاه اف‌ام‌آرآی (تصویرسازی تشدید مغناطیسی کارکردی) صورت گرفته نشان می‌دهد، هنگامی‌که مادران به‌عکس فرزندان خود نگاه می‌کنند نواحی از مغزشان، اشباع‌شده از اکسی‌توسین، در حال فعالیت است. در پستانداران نر هنگامی‌که بچه‌دار می‌شوند یک تلفیق‌دهنده‌ی عصبی بسیار مشابه با اکسی‌توسین به نام وَسوپرسین(۱۰۹) آزاد می‌شود. بسیاری از جوانان که نسبت به توانایی خود برای قبول مسئولیت والدی شک دارند، نمی‌دانند که تا چه اندازه آزادسازی اکسی‌توسین می‌تواند مغز را تغییر داده و آنان را برای از عهده برآمدن این مسئولیت آماده کند.
تحقیق انجام شده بر روی نوعی موش به نام موش مرغزار، که جانداری تک جفت است، نشان داده که اکسی‌توسینی که به‌طورمعمول در هنگام جفت‌گیری در مغزشان آزاد می‌شود، باعث می‌شود که در تمام طول عمر جفت یکدیگر باقی بمانند. اگر به مغز یک موش مرغزار اکسی‌توسین تزریق شود برای تمام عمر فقط با موش نری که در کنارش قرار دارد جفت‌گیری می‌کند و اگر به یک موش نر، وسوپرسین تزریق شود با موش ماده‌ای که در کنارش است رابطه جنسی برقرار می‌کند. ظاهراً اکسی‌توسین عامل دل‌بستگی فرزندان به والدین نیز هست، و نورون‌هایی که آزادسازی آن‌را بر عهده دارند برای خود دوره‌ای بحرانی دارند. کودکانی که در پرورشگاه بدون تماس‌های فیزیکی و عاشقانه‌ی والدین بزرگ می‌شوند، هنگامی‌که سنشان بالا می‌رود دچار اشکال در برقراری ارتباط می‌شوند؛ زیرا سطح اکسی‌توسین در بدن آن‌ها حتی پس از چندین‌سال بعد از پذیرفته شدن توسط خانواده‌های با محبت، پایین می‌ماند.
درحالی‌که دوپامین باعث تحریک هیجان شده، ما را در وضعیتی عالی قرار می‌دهد تا برانگیختگی جنسی را احساس کنیم، اکسی‌توسین در ما آرامش و

خوش‌رفتاری به‌وجود می‌آورد، باعث افزایش احساسات لطیف و علائق در ما می‌شود و ممکن است باعث شود حالت تدافعی خود در مقابل دیگران را کمتر کنیم. تحقیقی که اخیراً انجام شده نشان می‌دهد که اکسی‌توسین زمینه‌ساز ایجاد اعتماد در انسان است. به‌منظور تحقیق به تعدادی از افراد اکسی‌توسین دادند تا آن‌را از راه بینی استنشاق کنند و بعد از آن‌ها خواستند که در یک بازی مالی شرکت کنند؛ کسانی که از اکسی‌توسین استفاده کرده بودند، در خود احساس اعتماد بیشتری نسبت به دیگران و پولشان داشتند. گرچه هنوز لازم است تحقیقات بیشتری در زمینه‌ی تأثیر اکسی‌توسین بر روی انسان انجام شود، اما شواهدی که تاکنون به‌دست آمده نشانگر این است که این ماده بر روی انسان و موش چمنزار تأثیری مشابه دارد: این ماده‌ی شیمیایی باعث تعهد فرزندان در قبال والدین و ایثارگری والدین در قبال فرزندان می‌شود.
فریمن می‌گوید اما اکسی‌توسین در زمینه‌ی فراموش کردن به نحوی مختص به‌خود عمل می‌کند. اکسی‌توسین در گوسفندان در ناحیه‌ی پیاز بویایی آزاد می‌شود؛ قسمتی از مغز که درگیر شناخت بوی بره‌ها در هر بار زایش است. گوسفندان و بسیاری حیوانات دیگر بچه‌های خود را از طریق بویشان تشخیص می‌دهند. با این تشخیص آن‌ها برای بره‌های خود مادری کرده و بره‌های ناآشنا را از خود می‌رانند. اگر اکسی‌توسین به یک میش مادر تزریق شود و او را در کنار یک بره‌ی ناآشنا قرار دهند، برای این بره مادری خواهد کرد.
اما نکته اینجاست که اکسی‌توسین به هنگام زایش اولین بچه آزاد نمی‌شود، بلکه در زایش‌های دوم و بعدازآن آزاد می‌شود. فریمن باور دارد که آزاد شدن اکسی‌توسین باعث نابودی حلقه‌های نورونی می‌شود که با اولین زایش و یا زایش قبلی در مغز گوسفند به‌وجود آمده است. این حلقه‌های نورونی باعث ایجاد الفت گوسفند به بره‌اش شده است. با نابودی این حلقه‌ی نورونی گوسفند مادر می‌تواند به بچه‌ی دوم خود و به همین ترتیب بره‌های بعدی التفات نشان داده، برایشان مادری کند.
از سوی دیگر تصور فریمن این است که التفات گوسفند مادر به بره‌ی اول در نتیجه‌ی ماده‌ی شیمیایی نورونی دیگری ایجاد می‌شود. «توانایی» اکسی‌توسین در پاک کردن رفتاری ردگیری‌شده از ذهن باعث شده بعضی از دانشمندان آن‌را هورمون فراموشی بنامند. فریمن معتقد است که اکسی‌توسین ارتباطات نورونی موجود که عامل علاقه و دل‌بستگی فعلی است را از بین می‌برد و همین امر سبب می‌شود که امکان دل‌بستگی‌های جدید فراهم شود. تئوری مطرح شده از طرف فریمن می‌گوید اکسی‌توسین به والدین آموزش نمی‌دهد که وظایف خود را ایفاء کنند، عشاق را هم مجبور نمی‌کند که با هم یار و مهربان باشند بلکه به آن‌ها این امکان را می‌دهد که بتوانند الگوهای جدیدی را یاد بگیرند.
بحث‌هایی بر سر این ایده وجود دارد که اکسی‌توسین فقط عاملی است برای این نوع یادگیری‌های جدید، تغییراتی در دل‌بستگی‌های فعلی‌مان و یا چگونگی

سهولت‌بخشی به وقوع این تغییرات. دانشمند علوم اعصاب جک پانک‌سیپ (۱۱۰) اعتقاد دارد که اکسی‌توسین در ترکیب با مواد شیمیایی مغزی دیگر چنان تأثیر خوبی بر کاهش استرس ناشی از درد جدایی در ما دارد، که اگر نبود، ما درد از دست دادن دل‌بستگی‌های قبلی‌مان را بسیار شدیدتر احساس می‌کردیم. این عدم وجود نسبی اضطراب، حتی ممکن است برای ما این موقعیت را فراهم کند که بتوانیم چیزهای تازه‌ای یاد بگیریم و روابط جدیدی را شکل دهیم؛ درعین‌حال این‌که رابطه‌های موجودمان را هم تا حدی مورد تجدیدنظر قرار می‌دهیم.
تئوری فریمن توضیح می‌دهد که چگونه عشق و پلاستیسیتی بر روی هم تأثیر می‌گذارند. پلاستیسیتی به ما کمک می‌کند تا -در پاسخ به تجربیات شخصی هر فرد از زندگی- مغزی چنان منحصربه‌فرد را پرورش دهیم که غالباً دنیا را آن‌گونه نمی‌بیند که دیگران می‌بینند و آن‌چیزی را نمی‌خواهد که دیگران می‌خواهند؛ اما بقای گونه‌ی انسانی نیاز به همدستی بین انسان‌ها دارد. آنچه که طبیعت در این جهت تدارک دیده تلفیق‌دهنده‌ی عصبی مانند اکسی‌توسین است که این توانایی را به مغزهای عاشق می‌دهد تا در طی یک دوره‌ی زمانی، پلاستیسیتی گسترده‌ای را تجربه کنند، خود را به قالب یکدیگر درآورند و آمال و آرزوهای یکدیگر را درک کنند. برای فریمن، مغز عضوی اساساً جمع‌گرا است. به همین دلیل باید در آن مکانیسمی وجود داشته باشد تا هرچندوقت یک‌بار تمایلات فردگرایی و خودگرایی افراطی و خودمحوری زیاده از حد در ما را خنثی کند. همان‌طور که فریمن می‌گوید: «عمیق‌ترین معنای تجارب جنسی در لذتی‌که از آن می‌بریم یا حتی بقای نسل نهفته نیست، بلکه در فرصتی است که برای بیرون آمدن از دریای خودمداری برایمان ایجاد می‌کند؛ رابطه‌ی جنسی درها را می‌گشاید، بنابراین چه کسی بخواهد این نکته را به کار گیرد و چه نخواهد، باید بگویم که این نوازش‌های بعد از عمل جنسی است که پایه‌گذار اعتماد است نه نوازش‌های پیش از آن».
گفته‌ی فریمن انواع عشق‌ها را به یاد ما می‌آورد: مرد متزلزلی که بعد از معاشقه و انجام عمل جنسی در ساعاتی از شب بلافاصله زن را رها می‌کند، زیرا بیم دارد در نتیجه‌ی ترغیبات زیاده از حد طرف مقابل مجبور شود تا صبح بیدار بماند، زنی که به دام عشق هرکسی می‌افتد که با او رابطه‌ی جنسی برقرار می‌کند، یا تحول ناگهانی در مردی که به‌ندرت به کودکان خود توجه می‌کند و تبدیل شدن او به پدری که خود را وقف کودکانش کرده است؛ ما به زبان خودمان می‌گوییم که «بلوغ فکری پیدا کرده» و این‌که «بچه‌ها برایش در درجه‌ی اول اهمیت قرار گرفته‌اند»، اما واقعیت این است که شاید او از اکسی‌توسین کمک گرفته و به‌این‌ترتیب توانسته از الگوهای عمقی خودخواهانه خود فراتر رود. مورد این فرد در تناقض کامل با مرد مجردی است که هیچ‌گاه عاشق نشده و با گذشت هرسال از عمرش انعطاف‌ناپذیرتر و عجیب‌وغریب‌تر می‌شود؛ زیرا تکرار عادات در وی باعث تقویتِ پلاستیکِ روال

معمولی زندگی‌اش می‌شود.
غرق شدن در عشق به ما فرصت می‌دهد تا تصویری که از خودمان داریم را تغییر دهیم- اگر شریکی دوست‌داشتنی داریم، در جهت بهتر شدن گام برداریم؛ و البته ظرفیتی را هم برای آسیب‌پذیری ما، در آن هنگام که عاشق شده‌ایم، به‌وجود می‌آورد و برای ما توضیح می‌دهد که چرا خیل مردان و زنان بامتانتی که عاشق افرادی فریبکار، متزلزل، و تحقیرگر می‌شوند، غالباً اعتماد به خویشتن را از دست داده و گرفتار شک به‌خود می‌شوند، که رهایی از این حالات شاید سال‌ها زمان ببرد.

***

بر من معلوم شد که فراموش کردن و بعضی نکات مثبت دیگر پلاستیسیتی می‌تواند در درمان بیماری ای نقش بسیار مهمی را ایفاء کنند. در زمان تحصیل در کالج بود که وی دریافت در حال ایفای همین تجاربی است که در دوره‌ی بحرانی کسب کرده و این‌که به‌طرف زنانی جذب می‌شود که از نظر احساسی مشکل دارند؛ زنانی مانند مادرش، و این‌که وظیفه‌ی اوست که عاشق آن‌ها شده و از آن وضعیت نجاتشان دهد.
ای در دو دام پلاستیک مغزی گرفتار شده بود:
اول این‌که برقراری رابطه با زنی عاقل و باثبات که می‌توانست به وی کمک کند، باعث فراموش کردن عشق او به زنان مشکل‌دار می‌شد و این‌که این طریق به او راهی جدید برای عشق‌ورزی نشان می‌داد که او را اغوا نمی‌کرد، هرچند دلش می‌خواست که می‌توانست بکند. به همین دلیل بود که او اسیر همان معیارهای جذابیتی مانده بود که در دوره‌ی بحرانی در ذهنش وارد شده بودند.
دومین دام را هم می‌توان از لحاظ پلاستیک مورد بررسی قرار داد و فهمید. یکی از عذاب‌آورترین نشانه‌های بیماری وی، امتزاج تمایل جنسی با تعرض در مغز وی بود. او احساس می‌کرد عاشق کسی شدن به معنای نابود کردن وی و درسته خوردن او است و مورد عشق کسی واقع شدن هم به معنای درسته خورده شدن توسط طرف مقابل است و این احساس که آمیزش جنسی یک عمل خشونت‌بار است در عین این‌که او را عمیقاً غمگین می‌کرد به هیجان هم می‌آورد. افکار در رابطه با آمیزش جنسی در وی بلافاصله منتهی می‌شد به افکاری در ارتباط با خشونت و برعکس. هنگامی‌که راغب به برقراری رابطه‌ی جنسی بود احساس می‌کرد که آدم خطرناکی شده است؛ گویی دارای نقشه‌های مغزی جداگانه‌ای برای احساسات جنسی و خشونت‌آمیز نبود.
مرتزنیچ چندین «دام مغزی» را توصیف کرده که هنگامی به‌وجود می‌آیند که دو نقشه‌ی مغزی که قرار بوده جدا از هم باشند، در هم التقاط پیدا می‌کنند. همان‌طور که دیدیم او دریافت که اگر توسط عمل جراحی انگشتان یک میمون به هم دوخته شوند و با حرکت دادن یکی از آن‌ها همگی حرکت کنند، نقشه‌های مربوط به تک‌تک آن‌ها درهم ادغام خواهند شد. دلیلش هم همان قاعده‌ی معروفی است که می‌گوید نورون‌هایی که با هم شلیک کنند به هم

سیم‌پیچی می‌شوند؛ اما علاوه بر این او دریافت که ممکن است در زندگی روزمره و حالت معمولی هم نقشه‌ها با هم ترکیب شوند. هنگامی‌که نوازنده‌ی یک آلت موسیقی، در هنگام نواختن غالباً دو انگشتش را با هم به‌کار می‌برد، نقشه‌ی مغزی این دو انگشت گاهی با هم ترکیب می‌شوند؛ نتیجه این‌که وقتی موسیقی‌دان یکی از آن دو انگشت را حرکت دهد، دیگری هم با آن حرکت می‌کند. درواقع در این حالت نقشه‌های مغزی برای این دو انگشت «نامتمایز» شده‌اند. هرچقدر که این موسیقی‌دان تلاش بیشتری به خرج دهد تا هر انگشت را به‌تنهایی حرکت دهد، این نقشه‌ی ترکیبی را تقویت خواهد کرد. هر چه فرد بیشتر سعی کند از دام مغزی بیرون آید بیشتر گرفتار آن خواهد شد؛ شرایطی که به آن دیستونی موضعی(۱۱۱) می‌گویند. یک دام مغزی که همه‌ی ژاپنی‌ها به آن دچارند، این است که به هنگام صحبت به زبان انگلیسی تفاوت دو صدای آر و ال را تشخیص نمی‌دهند. دلیل هم این است که در نقشه‌های مغزی آنان این دو صدا از هم تفکیک نشده‌اند. هر بار که سعی می‌کنند این دو صدا را درست تلفظ کنند، آن‌ها را اشتباه تلفظ کرده، مشکل را تقویت می‌کنند.
به گمان من این همان چیزی بود که ای از آن رنج می‌برد. هربار که او به رابطه‌ی جنسی فکر می‌کرد به یاد خشونت می‌افتاد و هر وقت که به خشونت فکر می‌کرد، افکاری در رابطه با روابط جنسی به سرش خطور می‌کرد و به این طریق ارتباط نقشه‌هایی که با هم تلفیق شده بودند را محکم‌تر می‌کرد.
همکار مرتزنیچ به‌نام نانسی بیل(۱۱۲) که در بخش پزشکی فیزیکی کار می‌کند به افرادی که قادر به کنترل انگشتان خود نیستند، آموزش می‌دهد که چگونه نقشه‌های مغزی مربوط به این دو انگشت را از هم جدا کنند. حقه‌ی این‌کار این نیست که سعی کنند آن دو انگشت را جدا از هم تکان دهند، بلکه این است که یاد بگیرند چگونه دوباره از دست خود مثل یک کودک استفاده کنند. فرض کنید می‌خواهد نوازنده‌ی گیتاری را آموزش دهد که دچار دیستونی موضعی شده و کنترل کار با انگشتانش را از دست داده است. در ابتدا وی از این گیتاریست می‌خواهد که نواختن گیتار را به مدت چند روز متوقف کند تا نقشه‌هایی که با هم ترکیب شده‌اند، کمی تضعیف شوند. بعد برای چند روز گیتاری را به‌دست می‌گیرد که بر روی آن هیچ سیمی نیست. سپس سیمی را به‌گونه‌ای متفاوت از گیتارهای معمولی بر روی آن نصب می‌کنند و گیتاریست شروع به نواختن آن، اما فقط با یک انگشت می‌کند. سرانجام شروع به استفاده از انگشت دوم بر روی سیمی دیگر از گیتار می‌کند. دست آخر اتفاقی که می‌افتد این است که نقشه‌های ترکیب‌شده‌ی دو انگشت او از هم جدا شده و تبدیل به دو نقشه‌ی مجزا می‌شوند و او می‌تواند دوباره گیتار بنوازد.
ای برای روانکاوی آمد. در ابتدا ما سررشته‌های این دام مغزی را در او دنبال کردیم که به تجربه‌ی زندگی با مادرش برمی‌گشت که زنی می‌خواره بود و احساسات جنسی و خشم در او به‌طور همزمان ظاهر می‌شد. به‌این‌ترتیب ما توانستیم علت این‌که احساسات جنسی و خشم در او با هم تلفیق شده بودند

را دریافته، آن‌ها را از هم تفکیک کنیم؛ اما هنوز وی قادر نبود که معیارهای جذابیت را در ذهن خود تغییر دهد. در این مورد من کاری مشابه با آن‌چیزی انجام دادم که مرتزنیچ و بیل درباره‌ی نقشه‌های نامتمایز انجام می‌دادند. برای مدتی طولانی از دوره‌ی درمان، با بروز هر نوع مهربانی فیزیکی از جانب وی که خارج از حوزه‌ی روابط جنسی پرخاشگرانه بود، من این نکته را به وی یادآوری می‌کردم و از او می‌خواستم که آن‌را از نزدیک بررسی کند و به او یادآوری می‌کردم که او هم می‌تواند احساست مثبت و درست داشته باشد و هم آمیزش جنسی. هنگامی‌که افکار خشونت‌بار در او ظاهر می‌شد من او را ترغیب می‌کردم در خاطراتش به دنبال حتی یک نمونه بگردد که در آن پرخاشگری همراه با تمایلات جنسی نبوده و یا حتی موردی که این خشونت و پرخاشگری در دفاع از خود صورت گرفته و در نتیجه قابل ستایش بوده است. هنگامی‌که چنین احساساتی در وی بروز پیدا می‌کرد -یک ملاطفت فیزیکی صرف و یا پرخاشگری که مخرب نبود- سعی می‌کردم توجه او را به آن‌ها جلب کنم. با گذشت زمان دو نقشه‌ی مغزی مجزا در سر او شکل گرفت؛ یکی برای ملاطفت‌های فیزیکی که در ارتباط با اغواگری نبود که او در مادرش دیده بود و دیگری برای پرخاشگری -از جمله ابراز وجود- که کاملاً متفاوت از پرخاشگری بود که او در هنگام مستی مادرش دیده بود. جدا شدن نقشه‌های مربوط به احساسات جنسی و خشونت در مغز وی به او کمک کرد که احساس بهتری از برقراری ارتباط و رابطه‌ی جنسی داشته باشد و مرحله‌به‌مرحله در این امر پیشرفت کرد. زمانی‌که هنوز آمادگی این‌را پیدا نکرده بود که عاشق یک زن سالم شود، با زنی ارتباط برقرار کرد که کمی سالم‌تر از دوست دختر قبلی‌اش بود و توانست از چیزهایی که از آن دوستی یاد گرفت و چیزهایی که فراموش کرد، منتفع شود. این تجربه او را قادر ساخت تا وارد روابطی شود که هریک سالم‌تر از قبلی بود و در هر دوستی چیزهای بیشتری را فراموش کرد. تا پایان درمان شخصیت و نوع تفکرات جنسی او کاملاً تغییر پیدا کرده بود و به همین دلیل توانست ازدواج کند؛ ازدواجی سالم، رضایت‌آمیز و شاد.

***

سیم‌پیچی دوباره‌ی سیستم‌های لذت مغز و میزانی که ذائقه‌ی جنسی انسان از آن بهره می‌برد، در انحرافاتی نظیر مازوخیسم جنسی بغرنج‌ترین وضعیت خود را پیدا می‌کند؛ زیرا در این حالت درد فیزیکی به لذت جنسی تبدیل می‌شود. برای کسب این لذت مغز باید چیزی را که ذاتاً ناخوشایند است به چیزی خوش‌آیند تبدیل کند و پالس‌هایی که معمولاً باید سیستم درد ما را نشانه بگیرند به‌صورت پلاستیک به سیستم لذت ما متصل می‌شوند.

افرادی که دچار انحراف هستند، معمولاً در زندگی خود فعالیت‌هایی را انجام می‌دهند که ترکیبی از خشونت و آمیزش جنسی است و تحقیر، دشمنی، خودسری، کارهای ممنوعه و پنهانی، خطاکاری‌های زننده و گذر از تابوها جزء موارد آرمانی آن‌ها است. آن‌ها صرفاً به دلیل این‌که انسان‌هایی «به هنجار»

نیستند احساس خاص بودن می‌کنند. برای لذت بردن از انحراف‌ها لازم است که شخص از این نگرش «خطاکار» و یا معاند برخوردار باشد. این برتری دادن به «خطا» و بی‌اعتباری «به هنجار بودن» در رمان ولادیمیر ناباکوف به نام «لولیتا» بسیار خوب نمایش داده شده است. در این رمان مردی میان‌سال داشتن رابطه‌ی جنسی با دختران نابالغ را می‌ستاید و با یک دختر دوازده‌ساله رابطه‌ی جنسی دارد درحالی‌که زنانی با سنی بیشتر را تحقیر می‌کند.
سال‌ها بود که پلیس از طریق یورش به مراکز اس اند ام(۱۱۳) درباره‌ی انحرافات، بسیار بیشتر از کلینیک‌های پزشکی می‌دانست؛ درحالی‌که افرادی که دچار انحرافات ملایم‌تر بودند اغلب برای درمان نشانه‌هایی مانند اضطراب و یا افسردگی به این مراکز مراجعه می‌کردند، آن‌هایی که دچار انحرافات شدیدتر بودند به‌ندرت در پی درمان می‌گشتند زیرا معمولاً از آن‌ها لذت می‌بردند.
رابرت استولر(۱۱۴) که یک پزشک روانکاو کالیفرنیایی است از طریق بازدید از مراکز اس اند ام و بی اند دی(۱۱۵) در لوس‌آنجلس به کشف‌های مهمی نائل شد. او با افرادی مصاحبه کرد که دچار خودآزاری محض بودند و برای برآوردن تمناهای نفسانی خود دردهای واقعی را به بدنشان تحمیل می‌کردند. او دریافت همه‌ی بیماران مازوخیست در کودکی دچار بیماری‌های فیزیکی بسیار سختی شده و تحت درمان‌های پزشکی معمول قرار داشته‌اند، که بسیار دردناک و وحشتناک بوده‌اند. استولر می‌نویسد: «در نتیجه آن‌ها مدت‌های مدید شرایط سختی را (در بیمارستان) سپری کرده‌اند، بدون این‌که بتوانند خستگی، ناامیدی و خشم خود را به‌صورت آشکار و درست بیرون بریزند. همین است که دچار انحراف شده‌اند»؛ مانند تمام کودکان، آن‌ها به درد و خشم غیرقابل‌توصیف خود هشیارانه تن درداده و آن‌ها را در شکل انواع رؤیا، حالات روانی دگرگون شده و رؤیای استمناء به کار گرفته‌اند. نتیجه این می‌شود که آن‌ها داستان روحی خود را در نقشی تازه و با پایانی خوب بازی کرده، به‌خود می‌گویند: «این دفعه من برنده شدم». آن‌ها از طریق تبدیل درد و رنج خود به شهوت پیروز شده‌اند.
این نظریه که آنچه ما به‌طور «غریزی» از درد احساس می‌کنیم، می‌تواند برایمان به مایه‌ای از لذت تبدیل شود چنان غیرقابل‌باور است که ممکن است ما را تکان دهد؛ زیرا تصور ما از احساسات و هیجاناتمان همیشه این است که آن‌ها یا لذت‌بخش‌اند (شادی، پیروزی و لذت جنسی) و یا دردناک (غم، ترس و سوگ).
اما حقیقت این است که این تصور همیشه درست نیست. ما می‌توانیم اشک شادی بریزیم و به پیروزی‌هایی شیرین همراه با تلخی نائل شویم و یا افراد روان‌نژند ممکن است از لذت جنسی احساس گناه کنند و یا مواردی که باعث شادی دیگران می‌شود به‌هیچ‌عنوان در فردی احساس لذت به‌وجود نیاورد. احساسی که ما به‌طور غریزی آن‌را مایه‌ی لذت نمی‌دانیم، مانند غم، اگر ماهرانه و به زیبایی از طریق موسیقی، ادبیات و یا هنر بیان شود می‌تواند در

عین تلخ بودن ما را به عرش برد. ترس در عین این‌که احساسی ناخوشایند است، اما در فیلم‌های دلهره‌آور و یا در ترن هوایی می‌تواند باعث ایجاد هیجان در فرد شود. ظاهراً مغز انسان قادر است بسیاری از احساسات وی را یا به سیستم لذت و یا به سیستم درد او متصل کند؛ هر یک از این اتصالات و یا پیوندهای مغزی نیاز به یک ارتباط پلاستیک جدید در مغز دارند.
در مغز بیماران مازوخیستی که مورد گفتگوی استولر قرار گرفته‌اند، باید مسیری ارتباطی بین دردی که تحمل می‌کرده‌اند و سیستم‌های لذت جنسی‌شان شکل گرفته باشد که نتیجه‌ی آن تجربه‌ای ادغام یافته بوده است، دردی شهوانی. این‌که همگی این بیماران در کودکی درد را تحمل می‌کرده‌اند، این ایده را قوت می‌بخشد که سیم‌پیچی مجدد مغزی آن‌ها در دوره‌ی بحرانی پلاستیسیتی جنسی‌شان صورت گرفته است.
در سال ۱۹۹۷ یک سند علمی ارائه شد که زوایایی از پلاستیسیتی و مازوخیسم را روشن می‌کرد: «بیماری: زندگی و مرگ باب فلاناگان، مازوخیست در حد اعلی([۱۱۶])». باب فلاناگان اعمال مازوخیستی خود را به‌عنوان یک هنرمند نمایشی و عورت‌نما در مقابل چشم مردم انجام می‌داد و سخن‌ور-شاعری بود که گاهی کارهای بامزه‌ای هم می‌کرد.
در فضای باز می‌توانیم او را لخت و تحقیرشده بیابیم، درحالی‌که به‌سویش نان پرتاب می‌کنند و او از یک قیف غذا می‌خورد؛ اما تصاویر که صدمات فیزیکی و احساس خفگی وی را به نمایش گذاشته‌اند به دردهایی اشاره می‌کنند که بسیار آزاردهنده‌تر هستند.
باب در سال ۱۹۵۲ با اختلال فیبروز سیستیک([۱۱۷]) به دنیا آمد. فیبروز سیستیک یک اختلال ژنتیکی مربوط به ریه‌ها و پانکراس است که در آن بدن میزان زیادی ترشحات غیرطبیعی و غلیظ تولید می‌کند که راه عبور هوا را مسدود کرده، تنفس به‌صورت عادی را غیرممکن می‌کند و باعث مشکلات مزمن در هضم غذا می‌شود. او برای هر بار نفس کشیدن مجبور بود تا پای جان بجنگد و غالباً از کمبود اکسیژن رنگ چهره‌اش به آبی متمایل می‌شد. بیشتر افرادی که با این اختلال به دنیا می‌آیند در کودکی و یا درهمان ابتدای جوانی فوت می‌کنند.
از همان لحظه‌ای که او را از بیمارستان به خانه آوردند، والدین باب متوجه شدند که او درد می‌کشد. وقتی‌که هجده ماه داشت پزشکان تشخیص دادند که بین دو ریه‌ی او دچار عفونت شده و با وارد کردن سوزن‌هایی در عمق سینه‌اش شروع به درمان وی کردند. او از این‌کار به‌شدت می‌ترسید و در هنگام انجام آن ناامیدانه جیغ می‌زد. در طی دوران کودکی او به‌طور مرتب در بیمارستان بستری می‌شد. وی را تقریباً لخت در درون چادر حباب‌مانند شفافی می‌گذاشتند تا پزشکان عرق بدنش را کنترل کنند -این یکی از روش‌هایی است که توسط آن فیبروز سیستیک را تشخیص می‌دهند- درحالی‌که او رنج می‌کشید از این‌که می‌دید بدنش برهنه، در معرض نگاه افراد غریبه است. پزشکان برای کمک به

تنفس وی و مبارزه با عفونت در بدن او، انواع و اقسام لوله‌ها را به بدنش وارد کرده بودند. او خودش هم می‌دانست که مشکلش جدی است: دو خواهر او هم به همین اختلال دچار بودند که یکی در شش‌ماهگی و دیگری در بیست‌ویک‌سالگی فوت کردند.
با این‌که وی تبدیل به عضوی دائمی از جمعیت فیبروز سیستیک بخش اورنج کانتی شده بود، اما کم‌کم برای خودش زندگی نهانی را آغاز کرد. در کودکی هنگامی‌که درد معده‌ی طاقت‌فرسایش شروع می‌شد برای این‌که حواسش را از این موضوع پرت کند، آلت خود را دستمالی می‌کرد. هنگامی‌که دوران دبیرستان را می‌گذراند، شب‌ها لخت می‌خوابید و به دلیلی که نمی‌دانست چیست روی خودش را با پوششی ضخیم از چسب می‌پوشاند. او با استفاده از تسمه‌هایی خود را با وضعیتی دردناک از در آویزان می‌کرد. سپس شروع کرد به فرو کردن سوزن در تسمه‌ها تا جایی که داخل گوشتش می‌شدند.
هنگامی‌که سی‌ویک‌ساله بود عاشق شری رُز شد. شری در یک خانواده‌ی سرشار از مشکل بزرگ شده بود. در فیلمی که از این موضوع ساخته شده ما می‌بینیم که مادر شری آشکارا همسرش، پدر شری، را تحقیر می‌کند. شری می‌گوید مادرش حضوری منفعل داشت و هیچ‌گاه عاطفه‌ای به آنان نشان نمی‌داد. شری می‌گوید از کودکی ارباب خانه بوده و هنگامی‌که به زندگی باب وارد می‌شود تبدیل به اربابی سادیستی برای او می‌شود.
در فیلم می‌بینیم که شری از باب، با رضایت خودش، به‌عنوان یک برده استفاده می‌کند. او باب را تحقیر می‌کند و با یک چاقوی موکت‌بری پوست سینه‌ی او را بریده و بعد به نوک سینه‌هایش گیره می‌زند، به‌زور به او غذا می‌خوراند، در گردن او یک سیم انداخته، فشار می‌دهد و او را تا مرز خفگی می‌برد، یک توپ فلزی بزرگ، به بزرگی یک توپ بیلیارد، را در مقعد او فرو می‌کند و در نواحی محرک جنسی او سوزن فرو می‌کند. لب‌ها و دهانش را با نخ و سوزن به هم می‌دوزد. باب می‌نویسد که ادرار شری را از شیشه پستانک می‌نوشد و در فیلم او را در حالی می‌بینیم که بر روی آلتش مدفوع ریخته شده است. هر روزنه‌ای در بدن او مورد تعدی قرار گرفته و یا مسدود شده است. این کارها باعث می‌شود که به باب حالت نعوظ دست داده و به دنبال آن ارگاسم شدید جنسی را تجربه کند.
باب دهه‌ی بیست و سی زندگی خود را گذراند و در اوایل چهل‌سالگی مسن‌ترین فرد دچار فیبروز سیستیک بود که تا آن سن زنده مانده بود. او در طی مسیر زندگی مازوخیسمی، به کلوب‌های اس اند ام و موزه‌ها می‌رفت، جاهایی که با ماسک اکسیژنی بر روی بینی، روش‌های مازوخیستی خود را در معرض تماشای عموم می‌گذاشت.
در یکی از صحنه‌های پایانی فیلم، فرد لختی که نقش باب فلاناگان را بازی می‌کند چکش به‌دست گرفته با میخ آلت خود را بر روی یک صفحه می‌کوبد. سپس مطابق آنچه که واقعاً اتفاق افتاده میخ را بیرون می‌کشد و از سوراخ

عمیق به‌وجود آمده در آلت وی خون مانند فواره به بالا و بر روی لنز دوربین می‌پاشد.
برای فهمیدن این‌که تا چه اندازه مدارهای مغزی تازه می‌توانند رشد و گسترش پیدا کرده و سیستم درد را به سیستم لذت مربوط کنند باید توضیحی دقیق درباره‌ی استقامت سیستم عصبی فلاناگان بدهیم.
از همان اوان کودکی، فلاناگان در پی این بود که به‌نوعی در خود درد را به لذت تبدیل کند و این ایده به همه‌ی خیالات کودکی او رنگ می‌داد. تاریخچه‌ی شگفت‌انگیز زندگی او مهر تأییدی است بر این‌که انحرافات وی از تجربیات منحصربه‌فرد زندگی‌اش ریشه گرفته و در ارتباط با زخم‌های روحی او هستند. در بیمارستان هنگامی‌که کودکی بیش نبود برای جلوگیری از فرار وی و آسیب رساندن به‌خودش او را به تختخواب می‌بستند. ایجاد این‌همه محدودیت برای وی باعث شده بود که در سن هفت‌سالگی عاشق این باشد که پیوسته تحت فشار و تنگنا قرار گیرد. هنگامی‌که بزرگ‌تر شده بود عاشق اسارت بود؛ این‌که دست‌هایش بسته شوند و یا این‌که خود را بسته و برای مدت‌های مدید آویزان کند؛ در وضعیتی که شکنجه‌گران برای اعتراف‌گیری از قربانیان خود از آن استفاده می‌کنند. اگر در کودکی این دکترها و پرستاران قُلدربودند که باعث آزار او می‌شدند، در بزرگ‌سالی خود او به‌صورت آگاهانه این امتیاز را به شری واگذار کرده بود. شری مانند یک برده با او بدرفتاری و شیوه‌های پزشکی کاذب را بر روی وی اعمال می‌کرد. حتی جنبه‌هایی ظریف از رابطه‌ی کودکانه‌ی وی با پزشکان در دوران بزرگ‌سالی‌اش تکرار می‌شد. این‌که شری تمام این کارها را با رضایت باب انجام می‌داد، انعکاس بخشی از زخم روحی او است؛ زیرا پس از رسیدن به بلوغ فکری، دیگر این خود او بود که به پزشکان اجازه می‌داد که برای گرفتن خون، پوستش را سوراخ کرده و سبب درد و رنج او شوند. او این اجازه را می‌داد، زیرا می‌دانست زندگی‌اش به این امر بستگی دارد.
زخم‌های روحی دوران کودکی، از طریق چنین جزییات ظریفی خود را بازتاب می‌دهند و در انواع انحرافات جنسی دیده می‌شوند. فتیشیست‌ها -نوعی انحراف جنسی که در آن بعضی اشیاء برای بیمار دارای جذابیت هستند- همین ویژگی را دارند. به گفته‌ی روبرت استولر فتیش شئ‌ای است که در خود داستانی دارد؛ شی‌ای که صحنه‌ای از زخم روحی دوران کودکی را گرفته و باعث تحریک جنسی فرد فتیشیست می‌شود. مردی که دیوانه‌وار عاشق دزدی لباس زیر و بارانی بود، در کودکی به شب‌ادراری دچار بود. وی را مجبور می‌کردند که بر روی مشما بخوابد که به نظرش تحقیرآمیز و عذاب‌آور می‌آمد. فلاناگان هم‌چنین علاقه‌ای به بعضی از اشیاء از جمله لوازم پزشکی و بعضی اقلام فلزی داشت. وی آن‌ها را از فروشگاه‌های مخصوص فروش این وسایل می‌دزدید -پیچ، میخ، گیره و چکش- که همه‌ی آن‌ها را در موقعیت‌های مختلف برای سوراخ کردن، فشار دادن و یا کوبیدن قسمت‌های گوشتی بدنش استفاده می‌کرد تا در خود تحریک جنسی مازوخیستی ایجاد کند.

هیچ شکی وجود ندارد که سیم‌پیچی دوباره‌ی مراکز لذت در مغز فلاناگان به دو شکل صورت گرفته بود: در اولی احساساتی مانند اضطراب که معمولاً خوش‌آیند انسان نیستند تبدیل به احساساتی خوش‌آیند شده بودند. فلاناگان می‌گفت ازآنجایی‌که به وی گفته شده بود عمر طولانی نخواهد کرد او برای غلبه بر ترس خود دائم در حال بازی با مرگ بود. در شعری که در سال ۱۹۹۵ سراییده و نامش «چرا» است، او اعلام می‌کند پس از پشت سر گذاشتن دوره‌ی اولیه‌ی زندگی‌اش که با آسیب‌پذیری همراه بوده اینک این مازوخیسم شدید به او قدرت می‌دهد که احساس پیروزی، شهامت و آسیب‌ناپذیری کند؛ اما آنچه که او بدان دست یافته، چیزی فراتر از فائق شدن بر ترس است. او که به‌صورت تحقیرآمیزی لخت شده و در یک چادر پلاستیکی قرار داده می‌شد تا عرق بدنش اندازه‌گیری شود، اکنون با افتخار در موزه‌ها اقدام به کندن لباس‌ها و لخت کردن خود می‌کند. در جهت غلبه بر احساس تحقیر که از در معرض دید عموم بودن ناشی می‌شد، او به کسی تبدیل شد که پیروزمندانه بدن خود را در معرض دید همه می‌گذاشت. شرم به مراکز لذت فرستاده شده و به بی‌شرمی تغییر می‌یابد.
دومین سیم‌پیچی مجددی که در مغز او صورت گرفته این است که درد باعث لذت می‌شود. حالا که فلز را در گوشت خود فرو می‌کند، دچار نعوظ و سپس ارگاسم می‌شود. بدن بعضی از افراد در مواجه با استرس فیزیکی شدید، اندورفین آزاد می‌کند که مسکنی است تریاک‌مانند که ترشح آن در بدن باعث تضعیف درد شده و به‌این‌ترتیب سرخوشی به‌وجود می‌آورد؛ اما فلاناگان می‌گوید که وی طالب محو کردن درد نیست بلکه به سمت درد، کشیده می‌شود. هرچقدر او بیشتر به بدن خود صدمه بزند نسبت به درد حساس‌تر شده و درد بیشتری را احساس می‌کند. چون سیستم درد و سیستم لذت در مغز وی به هم متصل‌اند؛ هنگامی‌که او دردهای واقعی و شدید را احساس می‌کند احساس خوب و سرخوشی دارد.
کودکان بی‌پناه به دنیا می‌آیند و در دوره‌ی بحرانی پلاستیسیتی جنسی‌شان، هر کاری می‌کنند تا دچار انزوا نشده و در کنار والدین خود باشند؛ حتی اگر مجبور شوند درد و زخم‌های روحی را دوست بدارند که والدین بر آن‌ها تحمیل می‌کنند. بزرگ‌ترها در دنیای کوچک باب باعث تحمیل درد و رنج به او شدند با این توجیه که «به نفعش است». حالا که تبدیل به یک سوپرمازوخیست شده با درد چنان رفتار می‌کند مثل این‌که برایش منفعت دارد. سرانجام وی درمی‌یابد که در دام گذشته اسیر شده، دوباره در دوران کودکی خود زندگی می‌کند. او می‌گوید به‌خودش صدمه می‌زند، «چون من یک بچه‌ی بزرگ هستم و می‌خواهم این‌طور بمانم». احتمالاً خیال‌پردازی وی در جهت ماندن به‌صورت کودکی عذاب‌دیده، روشی خیالی برای دور ماندن از مرگ است. اگر او بتواند پیتر پن بماند و به‌صورت بی‌پایان توسط شری «شکنجه» شود، حداقل منفعتش برای او این است که فرصت می‌کند بزرگ شود و قبل از موقع نمیرد.

در پایان فیلم ما شاهد مرگ فلاناگان هستیم. او به شوخی‌های خود پایان داده و در ظاهر به حیوانی در تله افتاده می‌ماند که ترس او را تسخیر کرده است. بیننده‌ی فیلم می‌بیند که او قبل از آن‌که برای رام کردن درد و ترس خود به مازوخیسم پناه ببرد به‌عنوان پسری کوچک چقدر دچار ترس بوده است. در این لحظه ما از باب می‌شنویم که شری از جدایی سخن گفته؛ که مایه‌ی پدید آمدن بدترین ترس در هر کودکی است، رها کردن وی. شری به او می‌گوید که مثل این است که باب دیگر از وی اطاعت نمی‌کند. سرانجام به نظر می‌آید که باب قلبش شکسته است و در پایان شری می‌ماند و با دلسوزی از او مراقبت می‌کند.
در لحظات پایانی فیلم، باب که شوکه شده با صدایی محزون می‌پرسد: «من دارم می‌میرم؟ سردر نمی‌آورم...چه شده؟...نمی‌توانم باور کنم». در زمانی‌که وی مرگ محنت‌زا را در آغوش می‌کشد، آن‌قدر خیال‌پردازی‌ها، بازی‌ها و آیین‌های مازوخیستی در وی ریشه دوانده بودند که ظاهراً فکر می‌کرده که حقیقتاً توانسته مرگ را از پای درآورد.

***

بیشتر بیمارانی که خود را گرفتار دیدن فیلم‌های پورن کرده بودند، با درک مشکلشان و این‌که چگونه به‌صورت پلاستیک آن‌را تقویت می‌کردند، این توانایی را پیدا کردند تا آن‌را ترک کرده و به‌این‌ترتیب بار دیگر به‌سوی شرکای جنسی خود جذب شوند. هیچ‌کدام از این مردان معتاد نبودند و یا در کودکی دچار آسیب‌های جدی روانی نشده بودند. هنگامی‌که آن‌ها دریافتند چه بلایی دارد بر سرشان می‌آید استفاده از کامپیوتر را برای مدتی کنار گذاشتند تا بدین‌وسیله باعث تضعیف شبکه‌های نورونی مشکل‌دار خود شوند. به‌این‌ترتیب بود که اشتهای آنان برای فیلم‌های پورن کور شد. درمان این افراد که ذائقه‌ای جنسی را در مراحل بعدی زندگی کسب می‌کنند بسیار سهل‌تر از کسانی است که در مراحل بحرانی عمر خود به‌سوی انواع روش‌های مشکل‌دار جنسی تمایل پیدا می‌کنند. بااین‌وجود حتی بعضی از این افراد، مانند ای، قادرند روش جنسی خود را تغییر دهند؛ زیرا همان قوانین نوروپلاستیسیتی که ما را قادر می‌کند تا ذائقه‌های جنسی مشکل‌دار را کسب کنیم به ما اجازه می‌دهد تا انواعی تازه‌تر و سالم‌تر را کسب کنیم و حتی در مواردی بتوانیم آن انواع مشکل‌زا و قدیمی را رها کنیم. این مغز ماست با قانون «یا از هرچه که داری استفاده کن و یا آن‌را از دست می‌دهی»، حتی درجایی که موضوع عشق و تمایلات جنسی است.

فصل پنج: رستاخیزهای نیمه‌شب

قربانیان سکته مغزی یاد می‌گیرند که دوباره صحبت و حرکت کنند

مایکل برن اشتاین(۱۱۸) پزشک و جراح چشم و تنیس‌باز خوش‌هیکلی که شش بار در هفته تنیس بازی می‌کرد؛، در سن پنجاه‌وچهارسالگی و در دوران شکوفایی زندگی‌اش قرار داشت که با داشتن چهار فرزند، ازدواج کرد و در همین دوران بود که دچار یک سکته‌ی مغزی ناتوان‌کننده شد. وی یک دوره‌ی درمان نوروپلاستیک را طی کرد و با بهبودی به محیط کارش بازگشت و در همین زمان بود که من او را در دفتر کارش در بیرمینگم ایالت آلاباما ملاقات کردم. تعداد زیاد اتاق‌ها در محل کارش این فکر را در من به‌وجود آورد که این اتاق‌ها متعلق به چندین پزشک همکار وی هستند؛ اما نه این‌طور نبود. او توضیح داد که تعداد زیاد اتاق‌ها در محل کارش به دلیل بیماران زیاد سالخورده‌ای است که دارد و برای این‌که آن‌ها مجبور نباشند حرکت کرده به نزد وی روند، در اتاق‌های مختلف به نزد آن‌ها می‌رفت.
او با خنده می‌گوید: «بعضی از این بیماران که مسن‌ترند نمی‌توانند به‌خوبی حرکت کنند، زیرا دچار سکته مغزی شده‌اند».
صبح روزی که خود او دچار حمله شد بر روی هفت بیمار جراحی‌های معمول آب‌مروارید، آب‌سیاه و اصلاح دید انکساری چشم انجام داده بود -عمل‌هایی ظریف بر روی چشم.
بعدازآن قصد داشت با انجام بازی تنیس به‌خود پاداش دهد که حریفش به او گفت که در حال بازی تعادل ندارد و بازی معمول خود را انجام نمی‌دهد. بعد از بازی، برای انجام کار بانکی سوار خودروی خود شد و به سمت بانک راند؛ اما هنگامی‌که می‌خواست از خودرو پیاده شود، متوجه شد که نمی‌تواند پایش را بالا بیاورد. وقتی‌که به دفتر کارش بازگشت، منشی‌اش به او گفت که حالش به‌نظر خوب نمی‌آید. پزشک خانوادگی او، دکتر لویس که در همان ساختمان کار می‌کرد اطلاع داشت که دکتر برن اشتاین دچار دیابت خفیف است، مشکل کلسترول دارد و مادرش چندین‌بار دچار عارضه‌ی سکته شده؛ و این‌که همه‌ی این عوامل بر روی‌هم این امکان را به‌وجود می‌آورد که دچار سکته‌ای زودرس شود. دکتر لویس به او هپارین تزریق کرد تا از لخته شدن خونش جلوگیری کند و همسر دکتر او را به بیمارستان رساند.
در طی دوازده تا چهارده ساعت بعد، عوارض سکته شدت یافت و قسمت چپ بدن او به‌کلی فلج شد. این نشان از این داشت که قسمت اعظمی از کورتکس حرکتی او آسیب دیده بود.
اسکن امآرآی مغزی این تشخیص را تأیید کرد؛ پزشکان نقصی در سمت راست مغز او مشاهده کردند؛ این بخش از مغز، فعالیت‌های سمت چپ بدن را هدایت

می‌کند. او یک هفته را در بخش مراقبت‌های ویژه گذراند و کمی بهبود پیدا کرد. بعد از یک هفته درمان‌های فیزیکی، حرفه‌ای و گفتاردرمانی در بیمارستان، مدت دو هفته را هم در یک مرکز توان‌بخشی گذراند و پس‌ازآن به منزل فرستاده شد. در منزل به‌عنوان بیمار سرپایی، سه هفته‌ی دیگر تحت توان‌بخشی قرار گرفت و سپس به وی گفته شد که دوره‌ی درمانش تمام شده است. به‌این‌ترتیب او مراقبت‌های معمول بعد از سکته را دریافت کرده بود.
اما دکتر برن اشتاین کاملاً بهبود نیافته بود. او برای راه رفتن هنوز به عصا نیاز داشت. دست چپش به‌ندرت کار می‌کرد. او قادر نبود از انگشت شست و سبابه‌اش با هم در یک حرکت گازانبری استفاده کند. او به‌طور مادرزاد راست‌دست بود، اما توانایی استفاده از هر دو دستش را داشت و قبل از سکته می‌توانست عمل‌های آب مروارید را با دست چپش انجام دهد؛ اما حالا به‌طور کل توانایی استفاده از آن‌را از دست داده بود. دیگر نمی‌توانست چنگال را در دستش نگاه دارد، قاشق را به سمت دهان بیاورد و یا دگمه‌های پیراهنش را ببندد. در طی دوره‌ی توان‌بخشی، یک‌بار او را با صندلی چرخ‌دار به کنار زمین تنیس بردند، راکت را به‌دستش داده و گفتند ببیند آیا می‌تواند آن‌را در دست نگاه دارد؛ جواب منفی بود. این اتفاق باعث شد تا به این فکر بیفتد که دیگر هرگز نمی‌تواند تنیس بازی کند. گرچه به وی گفته شده بود که دیگر نمی‌تواند رانندگی کند، ولی منتظر روزی ماند که هیچ‌کس در خانه نباشد. «من سوار ماشین پورشه ۵۰ هزار دلاری‌ام شدم و با دنده‌ی عقب آن‌را از گاراژ درآوردم و با آن تا انتهای خیابان رفتم. به هر دو طرف خیابان نگاه کردم، شبیه به کودکی شده بودم که ماشین دزدیده، من تا انتهای خیابان رفتم؛ آنجا بود که ماشین خاموش شد. در اتومبیل پورشه جای استارت در سمت چپ فرمان اتومبیل قرار دارد. من نمی‌توانستم با دست چپم سوئیچ را بچرخانم. به همین دلیل مجبور بودم دست راستم را بکشم تا برای روشن کردن ماشین، سوئیچ را با دست راستم بچرخانم. چون راه دیگری نبود خواستم که از اتومبیل پیاده شده و با خانه تماس بگیرم و بگویم که به سراغم بیایند؛ و البته عملکرد پای چپ من هم محدود بود و فشار دادن کلاچ کار آسانی نبود».
دکتر برن اشتاین یکی از اولین بیمارانی بود که به کلینیک درمانی تاب مراجعه کرد. این کلینیک برنامه‌ی حرکت درمانی تحریکی همراه با قیدو بند (۱۱۹) (سی‌آی) که هنوز در مرحله‌ی تحقیق بود و توسط ادوارد تاب(۱۲۰) ارائه شده بود را پیاده می‌کرد. برن اشتاین با خود حساب کرده بود که با شرکت در این برنامه چیزی را از دست نخواهد داد.
پیشرفت او با این درمان بسیار سریع بود. وی آن‌را چنین شرح می‌دهد: «برنامه‌ای طاقت‌فرسا بود. آن‌ها کارشان را ساعت ۸ صبح شروع می‌کنند و بدون هیچ وقفه‌ای تا ساعت چهار و نیم بعدازظهر، تا موقعی که دیگر شما هلاک شوید، ادامه می‌دهند. برنامه‌ی درمان حتی در هنگام ناهار هم اجرا می‌شود. به دلیل این‌که این برنامه در مراحل ابتدایی اجرا قرار داشت، ما فقط

دو نفر بودیم که در آن شرکت کرده بودیم. بیمار دیگر یک پرستار بود، جوان‌تر از من، شاید چهل‌ویک یا چهل‌ودوساله. او بعد از بچه‌دار شدن سکته کرده بود. بنا به دلایلی او در راه بهبودی با من رقابت می‌کرد». این‌را می‌گوید و می‌خندد. «اما ما همراهان خوبی برای هم بودیم و به‌نوعی یکدیگر را تقویت می‌کردیم. در آنجا کارهای دم دستی زیادی بود که انجام دادن آن‌ها را به ما می‌سپردند؛ مانند انتقال قوطی‌های کنسرو از یک قفسه به قفسه‌ی دیگر. او قدش کوتاه بود، برای همین من کنسروها را تا جایی که قَدم می‌رسید در قفسه‌های بالاتر می‌گذاشتم».
آن‌ها سطح میزها و شیشه‌های آزمایشگاه را تمیز می‌کردند، تا دست‌هایشان را درگیر حرکات دورانی کنند. برای تقویت شبکه‌های مغزی مربوط به دست‌ها و افزایش کنترل بر آن‌ها، نوارهای لاستیکی کلفتی را به دور انگشتان ضعیفشان می‌بستند و بعد علیرغم مقاومت و فشار نوارها، آن‌ها را باز می‌کردند. «پس‌ازآن مجبور بودم که بنشینم و با دست چپ نوشتن حروف الفبا را تمرین کنم». در طی دو هفته او یاد گرفت که ماشین‌سواری کند و سپس با دست چپ آسیب‌دیده‌ی خود بنویسد. در اواخر اقامتش در این مرکز، می‌توانست بازی انجام دهد. بازی به این‌صورت بود که کاشی‌های کوچک را با دست چپش بلند می‌کرد و به طرز صحیح آن‌ها را بر روی صفحه‌ی بازی قرار می‌داد. مهارت‌های حرکتی ظریف او در حال بازگشت بودند. هنگامی‌که به خانه بازگشت، به انجام این تمرین‌ها و پیشرفت در حرکات ادامه داد. در همان زمان مورد درمان دیگری هم قرار گرفت؛ تحریک الکتریکی دست‌هایش به این منظور که نورون‌ها تحریک شده، پیغام بفرستد.
حالا دکتر برن اشتاین به دفتر کار شلوغش بازگشته و در آن مشغول به‌کار است و سه روز در هفته هم به ورزش تنیس می‌پردازد. او هنوز در دویدن مقداری مشکل دارد و در حال تقویت و کار بر روی ضعف پای چپش است که در کلینیک تاب به‌خوبی درمان نشد. کلینیک تاب هم اخیراً شروع به اجرای برنامه‌ی خاصی برای درمان افرادی کرده که از ناحیه‌ی پا فلج شده‌اند.
او دچار مشکلات اندکی است. وی دریافته که دست چپش هنوز کاملاً به وضعیت طبیعی خود بازنگشته؛ که در میان کسانی که تحت این نوع از درمان قرار می‌گیرند رویدادی عادی است، عملکرد هر عضو بازمی‌گردد اما نه در سطح پیشین. بااین‌وجود هنگامی‌که از وی خواستم حروف الفبا را با دست چپ بنویسد، نوشته‌اش خوش‌خط بود و اگر نمی‌دانستم هرگز نمی‌توانستم حدس بزنم که او دچار سکته شده و یا این‌که ذاتاً راست‌دست است.
با سیم‌پیچی دوباره‌ای که مغزش انجام داده، وضعیت دکتر برن اشتاین بهتر شده و احساس می‌کند که آمادگی آن‌را دارد که عمل جراحی انجام دهد، اما تصمیم گرفته که اقدام به این‌کار نکند. دلیل آن‌هم صرفاً این است که اگر قرار شد کسی از او بابت اشتباه در عمل جراحی شکایت کند، اولین حرفی که وکلا بر ضد او خواهند زد این است که او دچار سکته شده و نباید عمل جراحی انجام

می‌داده است. در آن صورت چه کسی می‌تواند باور کند دکتر برن اشتاین توانسته در این حد بهبود پیدا کرده باشد که عمل جراحی انجام دهد؟
سکته‌ی مغزی یک ضربت مصیبت‌بار و ناگهانی است که در طی آن مغز از درون ضربه می‌خورد. لخته‌ای خون و یا خون‌ریزی شریان‌های مغز، راه رسیدن اکسیژن به بافت‌های مغزی را قطع کرده، باعث مرگ آن‌ها می‌شوند. عاقبت بیشتر قربانیان مصیبت کشیده‌ی سکته‌ی مغزی وضعیتی است که در آن، تنها شبحی از آنچه که قبلاً بوده‌اند در آنان مشاهده می‌شود. آن‌ها غالباً در مؤسسات فاقد هویت در انزوا نگهداری می‌شوند و درحالی‌که به‌علت وضعیت بدنی‌شان اسیر شده‌اند، مانند یک کودک تغذیه می‌شوند. آن‌ها قادر نیستند از خود مراقبت کرده، صحبت و یا حرکت کنند. سکته‌ی مغزی یکی از مهم‌ترین علل بروز ناتوانی در سالمندان است. گرچه وقوع آن بیشتر در بین سالمندان عمومیت دارد، اما در بین چهل‌ساله‌ها و حتی سنین پایین‌تر هم اتفاق می‌افتد. پزشکان در بخش اورژانس شاید بتوانند با برداشتن لخته‌ی خون از مسیر خون‌رسانی و یا با جلوگیری از خون‌ریزی از وخیم‌تر شدن وضعیت بیماری که دچار سکته‌ی مغزی شده جلوگیری کنند، اما هنگامی‌که سکته به بدن آسیب رسانده باشد استفاده از داروهای پیشرفته کمک کمی می‌کند؛ شاید هم تا قبل از این‌که ادوارد تاب شیوه‌ی درمانی خود که مبتنی بر پلاستیسیتی است را اختراع کند وضعیت چنین بود. تا قبل از به کار گرفتن این شیوه‌ی درمان، تحقیقاتی در مورد مبتلایان به سکته‌های مغزی مزمن با دست‌های ازکارافتاده صورت گرفته بود که مبین این بود که هیچ‌کدام از شیوه‌های درمانی موجود مؤثر نبوده‌اند. تنها گزارش‌های روایت‌گونه‌ی نادری مثل مورد پدر پل باخی ریتا وجود داشت که بهبود در مبتلایان به سکته‌ی مغزی را تأیید می‌کرد. بعضی افراد هم‌زمان با روش‌های درمانی سنتی، از روش‌های درمانی سرخود هم استفاده می‌کردند، اما هنگامی‌که روند بهبود در آن‌ها متوقف می‌شد از روش‌های درمان سنتی هم کاری ساخته نبود.
روش درمانی تاب با کمک به مبتلایان به سکته‌ی مغزی برای سیم‌پیچی دوباره‌ی مغزشان این وضعیت را به‌کل تغییر داد. بیمارانی که سال‌ها قبل به‌علت سکته معلول شده بودند و به آن‌ها گفته شده بود که هرگز بهبود نخواهند یافت، با استفاده از این شیوه‌ی درمان دوباره شروع به حرکت کردند. کودکان دچار فلج مغزی کنترل حرکات خود را به‌دست گرفتند. استفاده از همین شیوه وعده‌هایی را برای درمان افرادی می‌دهد که دچار ضایعات نخاعی، پارکینسون، تصلب شریان چندگانه و التهاب مفصلی هستند.
گرچه که فکر ایجاد و احداث عملی چنین مؤسسه‌ای توسط تاب به ربع قرن پیش یعنی سال ۱۹۸۱ بازمی‌گردد، تعداد معدودی از بیماران هستند که چیزی درباره‌ی آن شنیده باشند. استفاده‌ی بیماران از خدمات این مرکز مدتی به تعویق افتاد، به این دلیل که تاب بدل به یکی از بدنام‌ترین دانشمندان زمان خود شد و میمون‌هایی که او بر روی آن‌ها آزمایش می‌کرد به معروف‌ترین حیوانات

آزمایشگاهی تبدیل شدند؛ نه به‌خاطر نتایج آزمایش‌هایی که تاب بر روی آن‌ها انجام داد بلکه به‌خاطر ادعاهایی که در باب سوء رفتار با آن‌ها شد- ادعاهایی که برای سال‌ها او را دور از فعالیت نگاه داشت. این اتهام‌ها قابل‌قبول به نظر می‌رسید، زیرا تاب آن‌قدر از همکارانش جلوتر بود که ادعای او مبنی بر این‌که می‌توان با استفاده از درمان پلاستیسیتی به بیماران دچار علائم مزمن سکته مغزی کمک کرد، غیرقابل‌باور به نظر می‌رسید.
ادوارد تاب فردی باوجدان و مرتب است که به جزئیات امور توجه کامل دارد. او بیش از هفتادسال سن دارد، اما بسیار جوان‌تر از سنش می‌زند، لباس‌های شیکی می‌پوشد و ابداً دچار ریزش مو نشده است. در گفتگو انسان فرهیخته‌ای است، با صدای ملایمی صحبت می‌کند و همان‌طور که در مسیر صحبت به‌پیش می‌رود گفته‌های خود را تصحیح می‌کند تا مطمئن شود که همه‌چیز را به‌طور صحیح بازگو کرده است. او در بیرمینگم ایالت آلاباما زندگی می‌کند؛ جایی که در دانشگاهش سرانجام این آزادی را یافته تا بر روی روش درمان خودکار کند. همسرش میلدرد یک خواننده‌ی اپرا بود و در اپرای متروپلیتن آواز می‌خواند؛ میلدرد با آن موهای باشکوه و گرمی زنان جنوبی.
تاب در سال ۱۹۳۱ در بروکلین به‌دنیا آمد. او در مدارس دولتی تحصیل کرد و وقتی‌که تنها پانزده‌سال داشت از دبیرستان فارغ‌التحصیل شد. در دانشگاه کلمبیا با فرد کلر «رفتارگرایی» خواند. استاد مسلم رفتارگرایی در دانشگاه هاروارد، استاد روانشناسی، بی.اف. اسکینر(۱۲۱) بود و کلر قائم مقام روشنفکر او بود. اعتقاد رفتارگرایی در آن زمان بر این مبنا بود که روانشناسی باید یک دانش «عینی» باشد و صرفاً باید آنچه که دیده می‌شود و قابل محاسبه است را مورد بررسی قرار دهد: رفتار قابل مشاهده. رفتارگرایی واکنشی بود در مقابل شاخه‌هایی از روانشناسی که بر روی ذهن تمرکز داشتند. از نظر رفتارگرایان افکار، احساسات و امیال، تجاربی صرفاً «ذهنی» بودند که قابلیت اندازه‌گیری عینی را نداشتند. آن‌ها به همان اندازه هم به مغز فیزیکی بی‌علاقگی نشان داده، مطرح می‌کردند که مغز فیزیکی مانند ذهن، یک «جعبه‌ی سیاه» است. جان بی. واتسن(۱۲۲) استاد اسکینر با استهزا نوشته است: «بیشتر روانشناسان خیلی راحت درباره‌ی تشکیل مسیرهای جدید در مغز صحبت می‌کنند، درست مثل اینکه یک گروه از خدمتکاران رب‌النوع ولکان(۱۲۳) حاضر و آماده در مسیر سیستم عصبی حرکت کرده و با چکش و اسکنه معبرهای جدید را می‌کنند و قدیمی‌ترها را راهوارتر می‌کنند». برای رفتارگرایان مهم نیست در داخل ذهن و یا مغز چه روی می‌دهد. قوانین رفتاری در مورد انسان و حیوان را صرفاً می‌توان با استفاده از محرک و مشاهده‌ی واکنش آن‌ها دریافت. در دانشگاه کلمبیا رفتارگرایان بیشتر آزمایش‌های خود را بر روی موش‌ها انجام می‌دادند. این در حالی بود که تاب، دانشجوی دوره‌ی فوق‌لیسانس، توانست روشی پیچیده به نام «وقایع‌نگار روزانه‌ی موش‌ها» را برای مشاهده و ثبت فعالیت‌های آن‌ها ایجاد کند.

اما هنگامی‌که او از این روش استفاده کرد تا تئوری اصلی استادش فرد کلر را آزمایش کند، با اضطراب متوجه شد که نتایج آزمایش آن‌را رد می‌کند. تاب به استادش کلر علاقه‌مند بود و از مطرح کردن نتایج آزمایش با او طفره می‌رفت، اما کلر متوجه شد و به تاب گفت که او همیشه باید «نتایج را همان‌طور که به‌دست می‌آیند مورد استفاده قرار دهد».
در آن زمان رفتارگرایی با اصرار بر این نکته که رفتار درکل واکنشی به محرک‌هاست، از انسان وجهه‌ای انفعالی به‌دست داده بود و به همین دلیل در توجیه این مسئله که انسان چگونه بعضی از اعمال را به‌صورت عمدی انجام می‌دهد ناکارآمد بود. تاب متوجه بود که مغز و ذهن باید عامل شروع بسیاری از رفتار در ما باشند و این‌که مورد غفلت قرار دادن مغز و ذهن در رفتارگرایی یک اشتباه مهلک است. برای شناخت بیشتر سیستم عصبی، تاب بعد از فراغت از تحصیل در یک آزمایشگاه تجربی عصب‌شناسی به‌عنوان دستیار محقق شروع به کار کرد؛ گو این‌که این عمل برای یک رفتارگرای آن دوران کاری غیرمعقولانه محسوب می‌شد. کاری که آن‌ها در آزمایشگاه انجام می‌دادند، آوران‌برداری(۱۲۴) بود که بر روی میمون‌ها انجام می‌شد.
آوران‌برداری تکنیکی قدیمی است که توسط برنده‌ی جایزه‌ی نوبل سال ۱۸۹۵ سِر چارلز شرینگتون(۱۲۵) مورد استفاده قرار گرفت. «عصبِ آوران» در متن به معنای «عصب حسی» است و عصبی است که تکانه‌های حسی را به نخاع و سپس مغز منتقل می‌کند. آوران‌برداری یک فرایند جراحی است که در طی آن اعصاب حسی که انتقال‌دهنده‌ی پیغام‌ها هستند قطع می‌شوند، که در نتیجه‌ی آن هیچ‌یک از سیگنال‌ها جابه‌جا نمی‌شوند. یک میمون آوران‌برداری شده، حسی از نظر موقعیت دست‌وپای مورد عمل واقع شده‌ی خود ندارد و به هنگام لمس شدن هیچ حس و یا دردی را احساس نمی‌کند. کار برجسته‌ی بعدی تاب-هنگامی‌که هنوز در حال تحصیل در مرحله‌ی فوق‌لیسانس بود- نقض یکی از مهم‌ترین نظریات شرینگتون بود که به‌این‌ترتیب شالوده‌ی درمانی خود برای سکته‌ی مغزی را بنیان نهاد.
شرینگتون هوادار این ایده بود که تمامی حرکات ما در پاسخ به بعضی محرک‌ها صورت می‌گیرد و این‌که ما حرکت می‌کنیم به این خاطر نیست که مغز فرمانی در این جهت می‌دهد، بلکه این بازتاب‌های نخاعی ماست که ما را به حرکت وامی‌دارد.
نام این نظریه «تئوری رفلکسولوژی حرکت(۱۲۶)» بود و آمده بود تا بر علم اعصاب سیطره پیدا کند.
بازتاب نخاعی شامل مغز نمی‌شود. بازتاب‌های نخاعی زیادی وجود دارد اما ساده‌ترین مثال در این مورد بازتاب زانو است. هنگامی‌که پزشک بر روی زانوی شما ضربه می‌زند یک گیرنده‌ی حسی زیر پوست این ضربه را می‌گیرد و آن‌را به‌صورت تکانه‌ی الکتریکی در طول نورون‌های حسی ران حمل کرده و به داخل نخاع می‌برد. در نخاع این پیغام به یک نورون حرکتی فرستاده می‌شود که در

پاسخ به آن یک تکانه‌ی برگشتی به ماهیچه‌ی ران شما می‌فرستد که باعث انقباض آن شده و به‌صورت ناخودآگاه پای شما را به جلو پرتاب می‌کند. در فرآیند قدم زدن هم حرکت یک پا، به‌صورت بازتابی، حرکت پای دیگر را نشانه می‌رود.
به‌زودی این تئوری برای توضیح انواع حرکت‌ها مورد استفاده قرار گرفت. شرینگتون از طریق انجام آزمایش آوران‌برداری که با همکاری اف. دبلیو مات (۱۲۷) انجام داد، مبنای ایده‌ی خود را بر این اساس گذاشت که بازتاب‌ها پایه‌ی حرکت‌ها هستند. آن‌ها به کمک یکدیگر اعصاب حسی دست یک میمون را آوران‌برداری کرده و همه‌ی آن‌ها را قبل از رسیدن به ستون فقرات قطع کردند که در نتیجه‌ی آن هیچ پیغام حسی به مغز میمون نمی‌رسید. آن‌ها دریافتند که میمون دیگر دست‌وپای خود را حرکت نمی‌دهد. این موضوع عجیب بود؛ زیرا آن‌ها اعصاب حسی (که حس‌ها را منتقل می‌کند) را قطع کرده بودند نه اعصاب حرکتی از مغز به ماهیچه‌ها را (که محرک حرکت هستند). شرینگتون می‌فهمید به چه دلیل میمون چیزی را احساس نمی‌کند، اما متوجه نشد که چرا نمی‌تواند حرکت کند. برای حل این مشکل او چنین استدلال کرد که اساس حرکت و شروع آن توسط بخش حسی بازتاب نخاعی صورت می‌گیرد و این‌که میمون‌های او نمی‌توانند حرکت کنند، به این دلیل بود که او توسط عمل آوران‌برداری، بخش حسی بازتاب آن‌ها را از بین برده بود.
دیگر متفکران خیلی زود این ایده را تعمیم داده و بیان داشتند که تمامی حرکات ما و درواقع هر کاری که ما انجام می‌دهیم، حتی رفتارهای پیچیده‌ی ما، نتیجه‌ی زنجیره‌ای از بازتاب‌هاست. حتی یک عمل ارادی مانند نوشتن نیاز به موتور حرکتی دارد تا در بازتاب‌هایی که از ازل در ما وجود داشته‌اند، تعدیلی به‌وجود آورد. گرچه رفتارگرایان مخالف تحقیق بر روی سیستم عصبی بودند، اما با روی باز این ایده را پذیرفتند که همه‌ی حرکت‌ها بر اساس جواب‌های بازتابی به محرک‌های قبلی صورت می‌گیرد زیرا این باعث می‌شد که مغز و ذهن در خارج از مقوله‌ی رفتار قرار گیرند و به‌نوبه‌ی خود باعث تقویت این ایده می‌شد که رفتار ما به‌واسطه‌ی اتفاقاتی که برای ما افتاده، عاملی از پیش تعیین شده است و این‌که اراده خیالی باطل است. آزمایش شرینگتون بدل به آموزش استاندارد در تمامی دانشگاه‌ها و مدارس عالی طب شد.
تاب که در حال همکاری با جراح اعصاب، ای جی. برمن بود خواست دوباره آزمایش شرینگتون را بر روی تعدادی از میمون‌ها تکرار کند و با انجام این آزمایش‌ها انتظار داشت که به همان نتایج شرینگتون برسد. با گذاشتن یک گام فراتر از شرینگتون، او تصمیم گرفت نه‌تنها عمل آوران‌برداری را در مورد یک دست میمون انجام دهد، بلکه دست دیگر میمون که سالم می‌ماند را هم مهار کرده توسط یک نوار ببندد. این فکر به سر تاب راه یافته بود که شاید میمون‌ها به‌این‌علت که می‌توانند دست دیگر را به‌راحتی مورد استفاده قرار دهند، از دست مورد عمل واقع شده‌ی خود استفاده نمی‌کنند. قرار دادن دست سالم در قیدوبند، ممکن بود میمون را مجبور به استفاده از دست عمل‌شده برای تغذیه و

حرکت به اطراف کند.
این تدبیری بود که مؤثر واقع شد. میمون‌ها که نمی‌توانستند از دست‌های سالم خود استفاده کنند، شروع به استفاده از دست عمل‌کرده‌شان کردند. تاب گفت: «من این مورد را کاملاً واضح به یاد دارم. چند هفته بود که میمون‌ها از دست‌های عمل‌کرده‌شان استفاده می‌کردند، اما من با این‌که متوجه شده بودم آن‌را علناً اظهار نمی‌کردم، چرا که انتظار چنین چیزی را نداشتم».
تاب فهمید که یافته‌ی او تبعات مهمی دارد. اگر میمون‌ها می‌توانستند دست‌های آوران‌برداری شده و بدون حس خود را حرکت دهند، در آن‌صورت تئوری شرینگتون و گفته‌های استادان وی همگی اشتباه بود. باید برنامه‌های حرکتی مستقلی در مغز وجود داشته باشد که می‌تواند آغازگر حرکات ارادی باشد. رفتارگرایی و علوم اعصاب به مدت هفتادسال در سرازیری یک کوچه‌ی بن‌بست به‌پیش رفته بودند. تاب همچنین به این فکر افتاد که یافته‌ی او ممکن است نتایجی برای بهبود مبتلایان به سکته‌های مغزی داشته باشد، زیرا ظاهراً میمون‌ها هم مانند مبتلایان به سکته‌ی مغزی، به‌طور ناگهانی توانایی حرکت دست‌هایشان را از دست می‌دهند. ممکن است بعضی از این بیماران در صورت اجبار، مانند میمون‌ها، عضو از حرکت افتاده‌ی خود را حرکت دهند.
تاب به‌زودی دریافت که همه‌ی دانشمندان در برخورد با رد نظریاتشان به بزرگواری کلر نیستند. رهروان سرسخت شرینگتون شروع به عیب‌یابی در آزمایش‌ها، متدلوژی و تفاسیر تاب از آن‌ها کردند. سازمان‌هایی که کمک‌هزینه‌ی تحصیلی ارائه می‌کنند، این سؤال را مطرح کردند که آیا باید برای انجام تحقیقات بیش از این به دانشجویان جوان فارغ‌التحصیل، کمک مالی کرد؟ استاد تاب در دانشگاه کلمبیا، نات شوئنفلد(۱۲۸)، نظریه‌ی رفتارگرایانه‌ی معروفی را بر اساس آزمایش‌های آوران‌برداری شرینگتون مطرح کرده بود. هنگامی‌که نوبت به تاب رسید تا از دکترای خود دفاع کند، سالن دفاع که همیشه خالی بود از جمعیت موج می‌زد. کلر استاد و مرشد تاب در سالن حضور نداشت، اما شوئنفلد در آنجا حاضر بود. تاب داده‌های آزمایش‌ها و تفاسیر خود از آن‌ها را ارائه کرد. شوئنفلد نظریاتی برخلاف گفته‌های او داد و سالن را ترک کرد. بعد نوبت به آزمون جامع رسید. تا پیش‌ازاین زمان، در مقایسه با بسیاری از استادان دانشکده به تاب موارد تحقیقی بیشتری پیشنهاد شده بود و تاب دو مورد عمده از میان آن‌ها را انتخاب کرده بود تا در طول هفته‌ی آزمون جامع بر روی آن‌ها کار کند؛ مواردی که انتظار داشت بعداً آن‌ها را بگیرد. هنگامی‌که دفاع او به‌علت «ادعای بی‌خودی» رد شد و به او زمانی برای جبران ندادند، تاب تصمیم گرفت دکترای خود را در دانشگاه نیویورک تکمیل کند. بیشتر دانشمندانی که در رشته‌ی او کار می‌کردند، با یافته‌های او مخالفت کردند. در مجامع علمی به او حمله و به او هیچ نشان یا جایزه علمی اعطاء نشد. بااین‌وجود او در دانشگاه نیویورک احساس شادی می‌کرد. «من در بهشت بودم، زیرا داشتم تحقیق می‌کردم. من هیچ‌چیز را بیشتر از آن نمی‌خواستم».

تاب پیش‌گام در علوم مغزی و نوع جدیدی از علوم اعصاب شده بود که بهترین‌های رفتارگرایی را درهم ادغام می‌کرد و بعضی از نظریات بیشتر اصولی آن‌را می‌زدود. در حقیقت این امتزاجی پیشگویانه از سوی ایوان پالوف، پایه‌گذار رفتارگرایی بود که -گرچه همه آن‌را نمی‌دانند- در اواخر عمر سعی کرده بود یافته‌های خود را با علوم مغزی تلفیق دهد و حتی این مورد که مغز قابلیت تغییر دارد را مطرح کرده بود.
در تناقض با ماهیت رفتارگرایی، این نظریه به طریقی باعث شده بود تاب کشف‌های مهمی در زمینه‌ی تغییرپذیری کند. به دلیل بی‌علاقگی زیاد رفتارگرایان به ساختار مغز، آن‌ها برخلاف بیشتر دانشمندان عصب‌شناس به این نتیجه‌گیری نرسیده بودند که مغز دارای خاصیت پلاستیسیتی نیست. بسیاری اعتقاد داشتند که می‌توانند یک حیوان را چنان آموزش دهند که تقریباً هر کاری انجام دهد و گرچه آن‌ها نامی از «پلاستیسیتی نورون» نبرده بودند، اما درواقع به پلاستیسیتی رفتاری اعتقاد داشتند.
تاب که با این ایده‌ی پلاستیسیتی مشکلی نداشت، با انجام آزمایش آوران‌برداری در این راه پیش‌گام شد. او استدلال کرد که اگر هر دو دست میمون تحت عمل آوران‌برداری قرار گیرند، به دلیل تنازع بقاء، باید به‌زودی بتواند هردوی آن‌ها را حرکت دهد؛ بنابراین او این عمل را بر روی هر دو دست میمون‌ها انجام داد و حقیقتاً میمون‌ها توانستند هر دو دست را به حرکت درآورند.
این یافته دارای تناقض بود: اگر عمل آوران‌برداری در مورد یک دست صورت می‌گرفت میمون نمی‌توانست از دستش استفاده کند، اما اگر هر دو دست مورد این عمل قرار می‌گرفتند میمون می‌توانست هر دوی آن‌ها را به‌کار گیرد!
در آزمایش بعدی تاب کل ستون فقرات را تحت عمل آوران‌برداری قرار داد. به‌این‌ترتیب حتی یک بازتاب نخاعی هم صورت نمی‌گرفت و میمون نمی‌توانست از هیچ‌یک از اعضای بدنش پیغام حسی دریافت کند. بااین‌وجود هنوز می‌توانست اعضاء بدنش را مورد استفاده قرار دهد. به‌این‌ترتیب تئوری رفلکسولوژی از میان رفت.
پس‌ازآن تاب تجلی دیگری داشت، این یکی باعث تغییر روش درمان سکته‌ی مغزی می‌شد. به نظر او دلیل این‌که میمون بعد از عمل آوران‌برداری صرفاً بر روی یک دست، از آن استفاده نمی‌کند این است که یاد گرفته که بلافاصله پس از عمل، در دوره‌ای که ستون فقرات هنوز در «شوک نخاعی» عمل قرار دارد، از آن استفاده نکند.
شوک نخاعی ممکن است از دو تا شش ماه طول بکشد؛ دوره‌ای که در آن نورون‌ها در فرستادن پیغام مشکل دارند. هر حیوان در دوره‌ی شوک نخاعی سعی خواهد کرد که از دست عمل‌شده‌اش استفاده کند و در طول این چند ماه، بارها در این تلاش شکست خواهد خورد.
بدون دادن پاداش، حیوان استفاده از دستش را کنار گذاشته و صرفاً از دست سالمش برای تغذیه‌ی خود استفاده می‌کند، اما گرفتن پاداش باعث موفقیت او

در این‌کار می‌شود. در صورت اول نقشه‌ی حرکتی دست آوران‌برداری شده – که شامل برنامه‌هایی برای حرکات عمومی دست است- کم‌کم ضعیف شده و رو به تحلیل می‌رود. این همان قانونی است که می‌گوید یا از هر آنچه که داری استفاده کن یا آن‌را از دست می‌دهی. تاب نام این پدیده را «بلااستفادگی یادگیری شده(۱۲۹)» گذاشته است. او استدلال می‌کرد که میمون‌هایی که عمل بر روی هر دو دستشان انجام شده توانایی استفاده از دستانشان را دارند، زیرا آن‌ها هرگز فرصت پیدا نمی‌کنند تا بفهمند که دست‌هایشان به‌خوبی کار نمی‌کنند؛ زیرا مجبورند برای زنده ماندن دست‌های خود را به‌کار گیرند.
اما تاب فکر می‌کرد که برای تئوری خود یعنی «بلااستفادگی یادگیری شده» صرفاً به شواهدی غیرمستقیم دست پیدا کرده است؛ بنابراین طی یک سلسله آزمایش‌های مبتکرانه سعی کرد کاری کند تا از «یادگیری» بلااستفاده بودن دست‌ها در میمون‌ها جلوگیری کند. در طی یکی از این آزمایش‌ها او عمل آوران‌برداری را در مورد یک دست میمون انجام داد، بعد به‌جای مهار دست سالم با نوار، دست عمل شده را با نوار بست. به‌این‌ترتیب در دوران شوک نخاعی میمون نمی‌توانست یاد بگیرد که دستش قابل استفاده نیست. حقیقت این بود که پس از گذشت سه ماه، که در طی آن شوک از بین رفته بود، هنگامی‌که نوار را از دست میمون باز کردند او خیلی زود شروع به استفاده از دست عمل‌شده‌اش کرد. او سپس شروع به تحقیق در این مورد کرد که آموزش حیوانات به‌منظور غلبه بر بلااستفادگی یادگیری شده می‌تواند چه دستاوردهایی برای حیوان داشته باشد. بعد هم به این موضوع پرداخت که آیا پس از چندسال که بلااستفادگی یادگیری‌شده در حیوان تثبیت شده، آیا او می‌تواند با مجبور کردن میمون به استفاده از دست عمل‌شده‌اش باعث اصلاح این یادگیری شود. این ایده کارساز بود و باعث بهبودی میمون در بقیه‌ی طول عمر شد. تاب حالا مدلی حیوانی داشت که علائمی سکته‌مانند، هم به‌صورت اختلال در کار سیگنال‌ها و هم به‌صورت اعضایی که نمی‌توانند حرکت کنند در آن مشاهده می‌شد و راه‌حل احتمالی برای غلبه بر مشکل را هم در دست داشت.
تاب اعتقاد داشت این کشفیات بدین معناست که مشکل افرادی که حتی سال‌ها قبل دچار سکته و یا دیگر ضایعات مغزی شده‌اند، ممکن است این باشد که از بلااستفادگی یادگیری شده رنج می‌برند. او می‌دانست مغز افرادی که دچار سکته‌ی مغزی با ضایعات خفیف می‌شوند، دچار «شوک غشایی(۱۳۰)» می‌شود که مانند شوک نخاعی ممکن است چند ماه طول بکشد. در این مدت هر تلاشی برای حرکت دادن دست با شکست مواجه شده و احتمالاً این ماجرا به بلااستفادگی یادگیری‌شده ختم می‌شود.
افرادی که دچار سکته‌ی مغزی با ضایعات گسترده در بخش حرکتی مغز شده‌اند، تا مدت‌های مدید هیچ‌گونه پیشرفتی در حرکت اعضاء بدن ندارند و بعدها هم اندکی بهبودی پیدا می‌کنند. استدلال تاب این بود که هر نوع درمان

برای سکته‌ی مغزی باید به هر دو مشکل ضایعات گسترده‌ی مغزی و بلااستفادگی یادگیری‌شده بپردازد. ازآنجاکه عامل بلااستفادگی یادگیری‌شده ممکن است بر توانایی بیمار برای بهبود سرپوش بگذارد، در بدو امر تنها با غلبه بر این عامل است که می‌توان به‌درستی دورنمای بهبودی بیمار را مورد سنجش قرار داد. تاب باور داشت که حتی بعد از سکته‌ی مغزی شانس زیادی وجود دارد که برنامه‌های حرکتی مغز هنوز در سیستم عصبی موجود باشد؛ بنابراین برای نمایان کردن توان حرکتی در فرد بیمار باید همان کاری که او درباره‌ی میمون‌ها انجام داد را در مورد انسانی به کار برد: ممانعت از استفاده از عضو سالم و اجبار عضو آسیب‌دیده برای حرکت.
در ابتدای کار با میمون‌ها، تاب یک درس مهم گرفت؛ اگر وی به میمون فقط وقتی جایزه می‌داد که می‌توانست با دست آسیب‌دیده غذا را بگیرد–در صورت استفاده از روشی که رفتارگراها بر آن «شرطی‌شدگی(۱۳۱)» نام نهاده‌اند- میمون هیچ پیشرفتی نمی‌کرد. او به روش دیگری روی آورد، به‌نام «شکل‌دهی(۱۳۲)» که رفتاری است با گام‌های کوچک. بر اساس این روش یک حیوان آوران‌برداری شده، نه‌تنها با گرفتن غذا جایزه می‌گرفت، بلکه به‌محض نشان دادن اولین و کوچک‌ترین ژست برای گرفتن غذا هم جایزه می‌گرفت.
در ماه می سال ۱۹۸۱ تاب ۴۹ ساله و خود دارای آزمایشگاه بود. آزمایشگاه او به‌نام مرکز بیولوژی رفتاری در سیلور اسپرینگ مریلند واقع بود و طرح‌هایی داشت برای این‌که نتایج کار بر روی میمون‌ها را در جهت درمان عوارض سکته‌ی مغزی به‌کار گیرد. در همین هنگام بود که یک دانشجوی بیست‌ودوساله‌ی علوم سیاسی دانشگاه جرج واشنگتن به نام آلکس پاچکو داوطلب همکاری با وی در آزمایشگاهش شد.
پاچکو به تاب گفت در پی آن است که یک محقق در رشته پزشکی شود. پاچکو در ظاهر فردی باشخصیت و راغب به کمک به نظر می‌آمد، اما وی به تاب نگفت که یکی از مؤسسین و مدیران پتا(۱۳۳) است؛ گروهی ستیزه‌جو که در جهت حقوق حیوانات مبارزه می‌کردند. دیگر مؤسس این گروه اینگرید نیوکیرک سی‌ویک‌ساله، زمانی مدیر مرکز نگهداری از سگ‌ها در واشنگتن بود.
درحالی‌که در کل آوران‌برداری عمل دردناکی نیست، اما چندان دلپذیر هم نیست. میمون‌های آوران‌برداری شده در دست خود احساس درد ندارند به همین دلیل در هنگام برخورد به چیزی ممکن است خود را مجروح کنند. هنگامی‌که دست مورد عمل واقع شده‌ی این میمون‌ها پانسمان می‌شود، گاهی آن‌ها به آن مانند یک شئ عکس‌العمل نشان داده، آن‌را گاز می‌گیرند. در سال ۱۹۸۱ هنگامی‌که تاب به تعطیلات سه‌هفته‌ای رفته و از آزمایشگاه دور بود، پاچکو بدون اجازه وارد آن شده و عکس‌هایی را سرقت کرد که در آن‌ها میمون‌های مجروح و به امان خدا رها شده در ظاهر از این وضعیت خود رنج می‌بردند و مجبور بودند از ظرف‌هایی غذا بخورند که با مدفوعشان آلوده شده بود. پاچکو با این عکس‌ها مقامات مسئول مریلند و پلیس را قانع کرد که به

آزمایشگاه هجوم برند، زیرا برخلاف دیگر ایالات آمریکا، قوانین سوءرفتار با حیوانات در مریلند را می‌شد طوری تفسیر کرد که شامل هیچ استثنایی در مورد تحقیقات پزشکی نشود.
هنگامی‌که تاب به آزمایشگاه بازگشت، از برخورد و واکنش گروهی رسانه‌های جمعی شگفت‌زده شد. کمی دورتر از آزمایشگاه تاب، مؤسسه‌ی ملی سلامت (NIH) مهم‌ترین انستیتوی تحقیقات پزشکی کشور قرار داشت. مسئولین این مرکز خبر هجوم پلیس به آزمایشگاه تاب را شنیده و بیمناک شده بودند. آزمایشگاه‌های این مرکز بیشتر از هر مؤسسه‌ی تحقیقاتی دیگر در دنیا بر روی حیوانات آزمایش‌های زیست‌پزشکی انجام می‌دادند و کاملاً معلوم بود که ممکن است هدف بعدی پتا باشند. آن‌ها می‌باید تصمیم می‌گرفتند تا با دفاع از تاب برعلیه پتا موضع بگیرند و یا این‌که تاب را یک عنصر نامطلوب بنامند و از او دوری کنند. آن‌ها راه دوم را انتخاب کردند.
پتا خود را به‌عنوان مدافع بزرگ این قانون مطرح کرد، گرچه به نقل از پاچکو گفته شد «مادامی‌که کاهش رنج و درد حیوانات هدف این گروه باشد» هرگونه آتش‌سوزی عمدی، تخریب اموال، ورود به ملک دیگران و دزدی از سوی آنان مجاز است. موضوع تاب تبدیل به موردی جنجالی در بین گروه‌های مختلف شهر واشنگتن شد. روزنامه‌ی واشنگتن‌پست این جنجال را پوشش داد و ستون‌نویسان روزنامه با نوشته‌های خود تاب را تحت شکنجه قرار دادند. در گردهمایی که فعالان حقوق حیوانات برگزار کردند، تاب را مانند شکنجه‌گر جنگ جهانی دوم، دکتر منگله، یک شکنجه‌گر و فردی خطرناک نشان دادند. خبر «میمون‌های سیلور اسپرینگ» در ابعاد وسیع در بین مردم انتشار پیدا کرد و پتا را تبدیل به بزرگ‌ترین سازمان مدافع حقوق حیوانات و تاب را به چهره‌ای منفور در آمریکا تبدیل کرد.
به دنبال آن تاب را دستگیر کرده و با ۱۱۹ مورد اتهامی سوء رفتار با حیوانات تحت محاکمه قرار دادند. قبل از محاکمه، دوسوم از اعضاء کنگره به‌علت فشار موکلین عصبانی خود رأی به قطع اعتبار مالی او دادند. او از انزوای حرفه‌ای که بدان دچار شده بود رنج می‌برد: حقوق و اعتبارات مالی‌اش برای تحقیق قطع شده و حیوانات آزمایشگاهش را از دست داده بود. او از انجام آزمایش منع شده و از خانه‌اش در سیلور اسپرینگ دور افتاده بود. عده‌ای همسر او را تعقیب می‌کردند و خودش و همسرش را به مرگ تهدید می‌کردند. در یک مورد هنگامی‌که میلدرد به نیویورک سفر کرده بود، ناشناسی با تاب تماس گرفت و رفت‌وآمدهای او را با تمام جزییات برایش شرح داد. مدت زیادی از این تماس نگذشته بود که فردی دیگر با وی تماس گرفته، خود را افسر پلیس بخش مونتگمری معرفی کرد و گفت چند لحظه پیش از آن خبری از پلیس نیویورک به دستش رسیده مبنی بر این‌که «میلدرد دچار حادثه‌ی بدی» شده است. این البته یک دروغ بود، اما تاب متوجه دروغ بودن آن نشد.
تاب در طی شش‌سال بعدی، برای تبری جستن از اتهاماتی که به وی زده

Telegram @ea_book

بودند هفت روز هفته و روزی شانزده ساعت کار می‌کرد و اغلب خود نقش وکیل مدافع را هم به عهده می‌گرفت. قبل از شروع محاکمات او ۱۰۰ هزار دلار پس‌انداز داشت و در پایان آن پس‌اندازش به ۴۰۰۰ دلار تقلیل یافته بود. به دلیل محرومیت از تدریس، تاب نمی‌توانست در دانشگاه کار کند؛ اما به‌تدریج با حضور در دادگاه‌ها و با روبرو شدن با اتهام‌ها و انجام فرجام‌های متوالی او اشتباه پتا را به اثبات رساند.
تاب ادعا کرد که چیزی مشکوک در مورد عکس‌ها وجود دارد و این‌که نشانه‌هایی از تبانی بین پتا و مسئولان پلیس مونتگمری وجود داشته است. در طی محاکمات، ادعای تاب پیوسته این بود که عکس‌ها صحنه‌سازی شده‌اند و نوشته‌های زیر عکس‌ها جعلی است. برای مثال تصویر میمونی که همیشه به‌راحتی بر روی صندلی آزمایش می‌نشست، در یک عکس حالتی اخم‌آلود، پردرد و خمیده داشت به شکلی که تنها در صورتی امکان‌پذیر بود که تعدادی از پیچ و مهره‌های صندلی باز شده و تنظیم صندلی به‌هم خورده باشد. پاچکو این ادعا که عکس‌ها با صحنه‌سازی گرفته شده‌اند، را رد کرد.
یک جنبه‌ی شگفت‌انگیز هجوم پلیس این است که آن‌ها میمون‌ها را از آزمایشگاه تاب انتقال داده و به لوری لنر، که عضو پتا بود، تحویل دادند تا آن‌ها را در زیرزمین خانه‌ی خود نگهداری کند که به‌این‌ترتیب در عمل باعث از بین رفتن تمام شواهد رسمی می‌شد؛ و بعد ناگهان تمام میمون‌ها به‌یک‌باره ناپدید شدند. تاب و هوادارانش هیچ‌گاه شک نکردند که پتا و پاچکو پشت ماجرای نقل‌وانتقال میمون‌ها هستند، اما هنگامی‌که این موضوع مورد بحث قرار گرفت، پاچکو خود را به موش‌مردگی زد. نویسنده‌ی نشریه‌ی نیویورکر، کارولین فراسر، از پاچکو در مورد ادعای انتقال میمون‌ها به گین‌سیل در فلوریدا سؤال کرد و او جواب داد: «این حدس خیلی جالبی است».
هنگامی‌که معلوم شد نمی‌توان تاب را بدون وجود میمون‌ها محاکمه کرد و این‌که دزدی ادله‌ی دادگاه یک جرم است، میمون‌ها به همان صورت اسرارآمیزی که غیب شده بودند ناگهان پیدا و به‌سادگی به تاب عودت داده شدند. هیچ اتهامی بر علیه هیچ‌کس اعلام نشد، اما تاب با کارکشتگی اعلام کرد که آزمایش خون میمون‌ها نشان می‌دهد که آن‌ها به‌علت سفر دو هزار کیلومتری دچار استرس زیاد و تحت شرایطی هستند که به آن تب نقل‌وانتقال می‌گویند. کمی پس‌ازآن یکی از میمون‌ها که بسیار آشفته بود، میمون دیگری به نام چارلی را کتک زده و او را گاز گرفت. دامپزشک تعیین شده از سوی دادگاه برای چارلی داروی زیادتر از حد لازم تجویز کرد که در نتیجه‌ی آن چارلی مرد.
در نوامبر ۱۹۸۱، در پایان دادگاه اول و قبل از صدور رأی،۱۱۳ مورد از ۱۱۹ موارد اتهامی مختومه اعلام شد. پس‌ازآن دادگاه دومی برگزار شد که در طی آن تاب پیشرفت بیشتری کرد. این پیشرفت به دنبال فرجام‌خواهی صورت گرفت که در طی آن دادگاه استیناف مریلند دریافت که در تدوین قانون ایالتی عدم سوء رفتار، قانون‌گذار ایالت مریلند هرگز منظورش محققین نبوده است. به‌این‌ترتیب

دادگاه به‌اتفاق آراء تاب را تبرئه کرد.
پس‌ازآن ظاهراً ورق در حال برگشتن بود. شصت‌وهفت انجمن تخصصی آمریکایی عریضه‌هایی را به طرفداری از تاب به مؤسسه‌ی ملی سلامت فرستادند که در تصمیم خود در مورد عدم حمایت از تاب تجدیدنظر کرده و اکنون اعلام می‌کرد شواهد خوبی برای موارد اتهامی وجود نداشته است.
اما تاب هنوز پول و میمون‌هایش را نداشت و دوستانش به او می‌گفتند که کسی حاضر نیست به او کار بدهد. هنگامی‌که سرانجام در سال ۱۹۸۶ توسط دانشگاه آلاباما استخدام شد، تظاهراتی بر علیه او صورت گرفت و تظاهرکنندگان تهدید کردند که جلوی تمام تحقیقاتی که بر روی حیوانات انجام می‌شد را خواهند گرفت؛ اما کارل مک‌فارلند رئیس بخش روانشناسی و دیگرانی که کارهای او را به‌خوبی می‌شناختند، از او طرفداری کردند.
بعد از سال‌ها، اولین دگرگونی در زندگی او ظاهر شد. به او یک اعتبار مالی برای انجام تحقیق در مورد سکته‌ی مغزی اعطاء کردند و او با آن کلینیکی به‌راه انداخت. دستکش‌ها و نوارها، چیزهایی هستند که شما در بدو ورود به کلینیک تاب آن‌ها را مشاهده می‌کنید: افراد بالغی که داخل کلینیک هستند، در ۹۰ درصد از اوقات بیداری دستکش به‌دست سالمشان دارند و همین دستشان نیز توسط نوارهایی بسته شده است.
کلینیک دارای تعداد زیادی اتاق کوچک و یک سالن بزرگ است که در آن تمرین‌های ابداعی تاب انجام می‌شوند. تاب این تمرین‌ها را در همکاری با یک فیزیوتراپیست به‌نام جین کراگو(۱۳۴) ابداع کرده است. بعضی از آن‌ها در ظاهر انواعی فشرده‌تر از فعالیت‌های روزانه است که در مراکز توان‌بخشی سنتی هم مورد استفاده قرار می‌گیرند. در کلینیک تاب همیشه از تکنیک رفتاری «شکل‌دهی» استفاده می‌شود و در آن از شیوه‌ای افزایشی در مورد انجام فعالیت‌ها استفاده می‌شود. افراد بزرگ‌سال در بازی‌هایی شرکت می‌کنند که شبیه به بازی‌های کودکان به‌نظر می‌رسد: بعضی از بیماران میخ‌های بزرگی را در تخته- میخ، با فشار قرار می‌دهند و یا توپ‌های بزرگی که به سمت آن‌ها پرتاب می‌شود را می‌گیرند؛ بقیه‌ی بیماران سکه‌هایی را از یک کُپه سکه و لوبیا برداشته و آن‌ها را در یک قلک می‌اندازند. این‌که این فعالیت‌ها شبیه به بازی هستند به‌هیچ‌وجه تصادفی نیست؛ به این طریق این افراد دوباره یاد می‌گیرند چگونه حرکت کنند؛ آن‌ها همان قدم‌های کوچکی را که همه‌ی ما در کودکی برمی‌داشتیم دوباره برمی‌دارند تا برنامه‌های حرکتی را بازیابی کنند که تاب معتقد است حتی بعد از وقوع سکته‌های مغزی، بیماری‌ها و حوادث مکرر همچنان در سیستم عصبی ما وجود دارد.
جلسات توان‌بخشی سنتی معمولاً سه بار در هفته و هر بار یک ساعت انجام می‌شود. در کلینیک تاب بیماران به مدت ده تا پانزده روز متوالی، هر روز شش ساعت تمرین دارند. با انجام تمرین‌ها، آن‌ها خسته شده و اغلب مجبور می‌شوند که پس‌ازآن چرتی بزنند. بیماران هر روز ده تا دوازده فعالیت را انجام

داده و هر فعالیت را ده بار تکرار می‌کنند. در ابتدا پیشرفت بسیار سریع است، اما با ادامه‌ی تمرینات کاهش پیدا می‌کند. تحقیقات مبتکرانه‌ی تاب نشان داده که این روش درمان برای تمام کسانی که دچار سکته‌ی مغزی شده و هنوز قادرند تا حدی انگشتان دستشان را تکان دهند، کارایی دارد؛ که این شامل نیمی از کسانی می‌شود که سکته‌ی مغزی سخت داشته‌اند. کلینیک تاب می‌داند چگونه به افرادی که دست‌هایشان کاملاً ازکار افتاده آموزش دهد تا بتوانند از آن‌ها استفاده کنند. تاب با درمان افرادی شروع کرد که دچار سکته‌های خفیف‌تر شده بودند، اما تاکنون با استفاده از تحقیقات کنترل‌شده نشان داده که ۸۰ درصد از بیمارانی که در اثر سکته‌ی مغزی عملکرد دست‌هایشان را از دست داده بودند، توانسته‌اند پیشرفت اساسی در به‌دست آوردن دوباره‌ی قوای دستشان داشته باشند. بسیاری از این افراد دچار سکته‌های مغزی سخت شده بودند که پیشرفت بسیار زیادی کرده‌اند. حتی بیمارانی که به‌طور متوسط چهارسال پیش از شروع استفاده از این شیوه‌ی درمان دچار سکته شده بودند، نیز به نحو بارزی از مزایای آن بهره‌مند شده‌اند.

یکی از این بیماران جرمیا اندروز (این اسم واقعی او نیست) وکیلی پنجاه‌وسه‌ساله است. او ۴۵ سال قبل از رفتن به کلینیک تاب، دچار سکته‌ی مغزی شده بود و اکنون بعد از گذشتن نیم‌قرن زمان از این فاجعه که در کودکی وی اتفاق افتاده بود، هنوز قابل درمان تشخیص داده شده بود. وی هنگامی‌که فقط هفت‌سال داشت و دانش‌آموز کلاس اول بود، در حین بازی بیسبال دچار سکته‌ی مغزی شد. او برایم تعریف کرد: «من در کنار خط زمین ایستاده بودم که ناگهان به زمین افتادم. در همان حال می‌گفتم ’من پا ندارم، من دست ندارم‘. پدرم مرا به منزل برد». به دنبال آن او هرگونه حسی در سمت راست بدنش را از دست داد؛ نمی‌توانست پای سمت راستش را بلند کند و یا از دستش استفاده کند و دچار رعشه هم می‌شد. او مجبور بود نوشتن با دست چپ را یاد بگیرد، زیرا دست راستش دچار ضعف شده و قادر نبود به‌خوبی حرکت کند. بعد از سکته او درمان‌های توان‌بخشی معمول را دریافت کرد، اما هنوز دچار مشکلات جدی بود.

اندروز به کمک عصا راه می‌رفت، اما مدام می‌افتاد. هنگامی‌که در حال گذراندن دهه‌ی چهل‌سالگی زندگی‌اش بود، هرسال قریب به ۱۵۰ بار می‌افتاد و در موارد مختلف دست‌وپاهایش می‌شکست و در ۴۹ سالگی هم لگنش شکست. بعد از شکسته شدن لگن، درمان‌های توان‌بخشی مرسوم به او کمک کرد که میزان افتادن‌هایش را به حدود سی‌وشش بار در سال کاهش دهد. پس‌ازآن هم به کلینیک تاب رفت و برای به‌کار گرفتن دوباره‌ی دست راستش دو هفته تحت تمرین قرار گرفت، بعد سه هفته برای پایش و توانست به طرز قابل‌توجهی در حفظ تعادلش پیشرفت کند. در این زمان کوتاه در به‌کارگیری دستش چنان پیشرفت کرده بود که «آن‌ها مرا وادار می‌کردند که با دست راست و با استفاده از یک مداد نام خود را آن‌قدر بنویسم تا خودم بتوانم

آن‌را بخوانم، که حیرت‌آور است». او به انجام تمرینات خود ادامه می‌دهد و مدام در حال پیشرفت است؛ در طی سه‌سال بعد از ترک کلینیک او فقط هفت بار زمین خورده است. وی می‌گوید: «بعد از سه‌سال من هنوز در حال پیشرفت هستم و به‌خاطر تمریناتی که انجام می‌دهم خوش‌هیکل‌تر از زمانی شده‌ام که تاب را با آن‌همه تغییر عمده ترک کردم».
پیشرفت جرمیا در کلینیک تاب نشان داد که به‌علت قابلیت تغییرپذیری و سازمان‌دهی مجددی که مغز دارد، ما باید با احتیاط در این مورد پیش‌بینی کنیم که فردی که در بخش‌های حرکتی یا حسی خود دچار سکته شده اما انگیزه‌ی خود برای بهبودی را حفظ کرده تا چه حد می‌تواند در بهبود پیشرفت داشته باشد؛ بدون توجه به این نکته که این بیمار چندسال را با این ناتوانی زندگی کرده است. مغز ما از قانون «از هر آنچه که داری استفاده کن یا آن‌را از دست می‌دهی» تبعیت می‌کند، به همین دلیل ممکن است تصور ما این باشد که مناطق حساس مغز جرمیا که وظایفی چون حفظ تعادل، راه رفتن و استفاده از دستان او را بر عهده دارند ممکن است در طی این سال‌ها به‌کلی از نقشه‌های مغزی او پاک شده باشند، بنابراین دیگر درمان برای وی سودمند نخواهد بود. گرچه که آن‌ها از بین رفته‌اند، اما مغز وی با دریافت پیغام‌های درست توانسته خود را مورد تجدید سازمان‌دهی قرار دهد و راهی را پیدا کند تا وظایف گذشته‌ی خود را انجام دهد؛ این همان چیزی است که ما امروزه می‌توانیم توسط اسکن مغزی آن‌را تأیید کنیم.
تاب، یواخیم لیپرت و همکاران دیگری از دانشگاه ینا در آلمان نشان داده‌اند که بعد از وقوع سکته‌ی مغزی نقشه‌ی مغزی دستی که آسیب دیده به میزان نصف کاهش می‌یابد، به همین دلیل فردی که دچار سکته شده تنها می‌تواند از نیمی از نورون‌های عصبی خود استفاده کند. تاب باور دارد که به همین دلیل است که بیمارانی که دچار سکته شده‌اند برای استفاده از دست آسیب‌دیده‌ی خود نیاز به تلاش بیشتری دارند. این تنها تحلیل رفتن ماهیچه‌ها نیست که استفاده از این دست را برای بیمار چنین سخت می‌کند؛ تحلیل مغزی نیز هست. هنگامی‌که این روش درمان بخش حرکتی مغز را به‌اندازه‌ی معمولی خود برمی‌گرداند، استفاده ازاین‌دست دیگر چندان باعث خستگی نمی‌شود.

دو تحقیق مؤید آن بوده‌اند که روش حرکت‌درمانی سی‌آی نقشه‌ی مغزی کاهش یافته را احیاء می‌کند. در یکی از آن‌ها نقشه‌های مغزی شش بیمار مورد سنجش قرار گرفت، که دچار سکته‌ی مغزی شده و دست و بازوهایشان به مدت شش‌سال فلج بوده است؛ مدت‌ها بعدازآنکه هر نوع بهبود خودبه‌خودی بتواند روی دهد. این تحقیق تأیید می‌کرد که بعد از استفاده از حرکت‌درمانی سی آی، اندازه‌ی نقشه‌ی مغزی که مسئول حرکات دست است، در آنان دو برابر شده بود. دومین تحقیق نشان داد که تغییرات در هر دو نیمکره‌ی مغزی قابل ملاحظه بوده‌اند، که مبین این نکته است که تغییرات نوروپلاستیک چقدر گسترده بوده‌اند. این‌ها اولین تحقیقات برای نشان دادن این واقعیت هستند که مغز افرادی که دچار سکته‌ی مغزی شده‌اند، در پاسخ به روش حرکت‌درمانی سی آی می‌تواند تغییر کند و سرنخی برای ما هستند که توسط آن می‌توانیم بفهمیم جرمیا چگونه شفا یافته است.
اخیراً تاب در حال بررسی و تحقیق درباره‌ی این موضوع است که برای بیماران چه طول درمانی مناسب‌تر است. گزارش‌هایی از متخصصین بالینی دریافت کرده که سه ساعت تمرین ممکن است نتایج خوبی در پی داشته باشد و این‌که افزایش تعداد حرکات در هر ساعت بهتر از تحمل کردن شش ساعت درمان خسته‌کننده است؛ و البته این‌که آنچه باعث سیم‌پیچی دوباره‌ی مغز بیماران می‌شود دستکش و نواری که مورد استفاده قرار می‌گیرد، نیست.
گرچه آن‌ها بیماران را وادار می‌کنند که با استفاده از دست آسیب‌دیده‌ی خود تمرین کنند، اما علت درمان ماهیت افزایشی در شکل‌دهی است که باعث می‌شود در طول درمان درجه‌ی سختی آن‌ها افزایش یابد. «تمرینات انباشته» - که تمرکزش بر میزان شگفت‌آوری از تمرینات فقط در طول دو هفته است- با هدف ایجاد تغییر در ماهیت انعطاف‌پذیری مغز باعث سیم‌پیچی دوباره‌ی آن می‌شود.
سیم‌پیچی دوباره‌ی مغز پس‌ازآن‌که حجم گسترده‌ای از سلول‌های مغزی دچار نابودی شده‌اند، به‌صورت کامل انجام نمی‌شود. نورون‌های جدید باید وظیفه‌ی انجام اعمال قدیمی را بر عهده بگیرند و ممکن است به‌اندازه‌ی سلول‌هایی که جانشین آن‌ها شده‌اند، کارایی نداشته نباشند؛ اما بهبودی ممکن است مانند آنچه که در مورد دکتر برن شتاین دیده شد قابل‌توجه باشد -یا مانند نیکوله فون رودن؛ زنی که دچار سکته‌ی مغزی نشد، بلکه دچار شکل دیگری از آسیب مغزی شد.
به‌من گفتند که نیکول فون رودن(۱۳۵) کسی است که با قدم گذاشتن به هر مکان باعث جلا بخشیدن به آن می‌شود. او که در سال ۱۹۶۷ به‌دنیا آمده به‌عنوان معلم در یک مدرسه‌ی ابتدایی کار می‌کرد و علاوه بر آن تهیه‌کننده‌ی شبکه‌ی سی‌ان‌ان و نمایش تلویزیونی «سرگرمی امشب» بود. او به‌صورت داوطلبانه در مدرسه‌ی نابینایان کار می‌کرد و همچنین با کودکانی که دچار سرطان و یا ایدز بودند نیز کار می‌کرد؛ کودکانی که در اثر تجاوز دچار ایدز شده و

یا با این بیماری به دنیا آمده بودند. او زنی جسور، فعال، عاشق قایقرانی در موج‌های خروشان و کوهنوردی بود؛ در یکی از مسابقات ماراتون شرکت کرده بود و برای پیمودن مسیر اینکا به کشور پرو سفر کرده بود.
یک‌روز در سن سی‌وسه‌سالگی، همان موقع که در شل بیچ کالیفرنیا زندگی می‌کرد و قرار بود به‌زودی ازدواج کند، به دلیل دوبینی که چند ماه بود او را آزار می‌داد نزد یک چشم‌پزشک رفت. دکتر که احساس خطر کرده بود، همان روز او را برای امرآرآی فرستاد. هنگامی‌که اسکن امرآرآی وی انجام شداو رادر بیمارستان بستری کردند. صبح روز بعد، یعنی ۱۹ ژانویه‌ی سال ۲۰۰۰ به او گفتند که دارای یک تومور مغزی غیرقابل عمل به نام گلیوم(۱۳۶) است. این تومور در ساقه‌ی مغز، ناحیه‌ای باریکی که تنفس را کنترل می‌کند قرارداشت و این‌که او بین سه تا نه ماه دیگر زنده می‌ماند.
والدین نیکول فوراً او را به بیمارستان دانشگاه کالیفرنیا در سن‌فرانسیسکو منتقل کردند. همان شب جراح ارشد بخش اعصاب به او گفت که تنها راه زنده ماندن وی استفاده از دُزهای بالای تشعشع است و این‌که استفاده از چاقوی جراحی در آن ناحیه‌ی باریک او رابه کشتن خواهد داد. صبح روز ۲۱ ژانویه، او اولین دز تشعشع را دریافت کرد ودر طول شش هفته‌ی بعد بیشترین میزان از آن‌را که یک انسان می‌تواند تحمل کند؛ آن‌قدر زیاد که او دیگر در طول زندگی‌اش امکان استفاده از درمان تشعشع را هرگز نخواهد داشت. به او دُز بالایی از استروید هم دادند تا آماس ساقه‌ی مغز را کاهش دهد، که خود آن‌هم می‌توانست مرگبار باشد.
استفاده از تشعشع زندگی او را نجات داد، اما خودباعث بروز مشکلات جدیدی شد. نیکول خود ماجرا را چنین تعریف می‌کند: «دو سه هفته از شروع درمان من با تشعشع می‌گذشت که پای راستم شروع به سوزش کرد. با گذشت زمان این سوزش شروع به پیشرفت درقسمت سمت راست بدنم کرد، از پا به بالای زانو، باسن، بالاتنه، دست و سپس صورتم رسید». به زودی او بدون هیچ‌گونه احساسی در سمت راست بدنش، فلج شد. او راست‌دست بود، بنابراین از دست دادن آن برایش فاجعه بود: «آن‌قدر وضعیتم بد بود که نمی‌توانستم دررختخواب بنشینم و یا غلت بزنم. درست مثل وقتی‌که پای شما خواب می‌رود و شما نمی‌توانید روی آن پا بایستید و بر زمین می‌افتید». خیلی زود پزشکان دریافتند که این سکته‌ی مغزی نیست، بلکه تأثیر جانبی تشعشع است که به مغز وی آسیب رسانده است. او در توصیف این وضعیت می‌گوید: «یکی از بازی‌های زندگی».
وی را از بیمارستان به خانه‌ی والدینش انتقال دادند: «باید مرا ازروی تخت بلند می‌کردند، در صندلی چرخدار می‌گذاشتند و در نشستن یا بلند کردنم از روی صندلی به من کمک می‌کردند». او می‌توانست با دست چپش غذا بخورد، اما فقط بعد از بستنش به صندلی با یک ملافه تا به زمین سقوط نکند؛ سقوط مخصوصاً ازآن‌جهت خطرناک بود که نمی‌توانست از دستان خود کمک بگیرد.

به‌علت عدم تحرک و دُزهای استرویدی که استفاده می‌کرد، وزنش از ۱۲۵ به ۱۹ پوند رسید و چیزی شد که خودش به آن می‌گوید «صورت تربچه‌ای». استفاده از تشعشع باعث شد که بخش‌هایی از موهایش هم بریزد.
او از نظر روحی ویران شده بود؛ به‌خصوص این‌که بیماریش باعث اندوه دیگران می‌شد، حالش را خراب می‌کرد. به مدت شش ماه وی چنان دچار افسردگی شد که از صحبت کردن با دیگران و حتی نشستن درتختخواب اجتناب می‌کرد. «من این دوره را به‌یاد می‌آورم، اما آن‌را درک نمی‌کنم. به یاد می‌آورم که به ساعت نگاه می‌کردم و منتظر بودم زمان بگذرد یا برای خوردن غذا بیدارم کنند، چون پدرومادرم اصرار داشتند که من برای سه وعده غذای روزانه‌ام باید ازجا بلند شوم».
والدین نیکول از جمله داوطلبان سپاه صلح آمریکا و پیرو نگرش «تا آنجایی که می‌توانی تلاش کن» بودند. پدرش که یک پزشک عمومی بود، علیرغم مخالف نیکول کارش را رها کرد و در خانه ماند تا از وی پرستاری کند. برای ایجاد شوق زندگی دروی، والدینش او را بر روی صندلی چرخدار می‌گذاشتند و به تماشای فیلم و یا ساحل اقیانوس می‌بردند. «آن‌ها می‌گفتند که من این وضعیت را پشت سر خواهم گذاشت، مسلط شدن به چرخه‌ی زندگی باعث گذران این دوران می‌شد». در همین احوال دوست و آشنا به دنبال یافتن اطلاعات درباره‌ی روش‌های درمانی ممکن بودند. یکی از آن‌ها به نیکول درباره‌ی کلینیک تاب گفت و او تصمیم گرفت تحت درمان توسط حرکت‌درمانی سی‌آی قرار گیرد.
در آنجا به او دستکشی دادند تا به دست کند، به‌این‌ترتیب او نمی‌توانست از دست چپش استفاده کند. او دریافت که کادر درمانی در این مورد بسیار سخت‌گیر هستند. او می‌خندد و می‌گوید: «اولین شب آن‌ها کار بامزه‌ای کردند». هنگامی‌که تلفن در اتاق هتلی به صدا درآمد که او به همراه مادرش در آن اقامت کرده بود، با شنیدن اولین زنگ، نیکول دستکش را از دستش درآورد و گوشی را برداشت. «تراپیست من بلافاصله شروع به غرولند کرد. او داشت مرا امتحان می‌کرد و می‌دانست اگر بعد از اولین زنگ گوشی را بردارم به معنای این است که از دست معیوبم برای برداشتن آن استفاده نکرده‌ام. از خجالت مُردم».
به او تنها دستکش ندادند؛ «ازآنجاکه من عادت به قصه‌گویی و حرف زدن با دستانم دارم آن‌ها مجبور شدند توسط یک نوار، دستکش مرا به پایم ببندند که به‌نظرم کار بامزه‌ای بود؛ که البته تا حدی باعث پایین آمدن عزت نفس انسانی هم می‌شود».
«برای هر یک از ما یک تراپیست تعیین کردند. کریستین تراپیست من شد و ما بلافاصله با هم دوست شدیم». نیکول درحالی‌که دستکش بر دست سالمش داشت، سریعاً شروع به تقلا کرد تا با دست معلولش بر روی وایت‌برد بنویسد و یا این‌که با آن تایپ کند. شروع تمرین به این‌صورت بود که او باید صفحات گردی را به داخل یک قوطی نوشابه‌ی بزرگ می‌انداخت، اما در پایان هفته او

می‌توانست این صفحات را از یک شکاف به داخل یک قوطی توپ‌های تنیس هم بیندازد. او بارها و بارها کپه‌ای از حلقه‌های کوچک بر روی میله درست می‌کرد، گیره‌های لباس را به چوب اندازه‌گیری می‌زد و یا تلاش می‌کرد چنگال خود را به داخل ظرف غذا فرو برده و آن‌را به دهان برد. در ابتدا کادر کلینیک به او کمک می‌کردند، بعدازآن درحالی‌که کریستین زمان او را با یک کرونومتر اندازه می‌گرفت، خود تمریناتش را انجام می‌داد. هربار نیکول تمرین را انجام می‌داد و می‌گفت: «تمام تلاشم را کردم» و کریستین جواب می‌داد: «نه هنوز نکرده‌ای».
نیکول می‌گوید: «میزان پیشرفتی که فقط در عرض پنج دقیقه اتفاق می‌افتد، غیرقابل باور است و بعد در عرض دو هفته که حقیقتاً زلزله است. آن‌ها به شما اجازه نمی‌دهند از واژه‌ی «نمی‌توانم» استفاده کنید؛ واژه‌ای که کریستین به آن می‌گفت ‘آن کلمه‌ی هشت حرفی’. بستن دگمه های لباس به‌طرز وحشتناکی مرا خسته می‌کرد. حتی بستن یک دگمه به‌نظر کاری نشدنی می‌آمد. در آن موقع من خودم را توجیه کرده بودم که می‌توانم بقیه‌ی زندگیم را سپری کنم، بدون این‌که یک بار دیگر چنین کار سختی را انجام دهم؛ و چیزی که شما بعد از دو هفته باز کردن و بستن دگمه‌های سریع روپوش‌های آزمایشگاه یاد می‌گیرید، این است که کل دستگاه ذهنی شما می‌تواند همسو با کارهایی که می‌توانید انجام دهید، تغییر کند».
در یکی از شب‌های میانی آن دوهفته‌ی درمان، همه‌ی بیماران برای صرف شام به رستوران رفتند. «به‌طور قطع ما روی میزها را کثیف کرده بودیم. گارسون‌های رستوران قبلاً از بیماران کلینیک تاب پذیرایی کرده بودند و می‌دانستند که چه چیزی قرار است پیش بیاید. هنگامی‌که ما سعی خود را به کار می‌بردیم تا با دست معیوب خود غذا را صرف کنیم، غذاها به این سو و آن سو پرتاب می‌شدند. ما روی هم شانزده نفر بودیم و واقعاً جریان بامزه‌ای بود. درپایان هفته‌ی دوم من واقعاً می‌توانستم با دست معیوبم قهوه درست کنم. اگر میل به نوشیدن قهوه پیدا می‌کردم، آن‌ها به من می‌گفتند: «چی فکر کردی؟ خودت باید قهوه درست کنی». من باید محتوای ظرف را خالی می‌کردم، بعد آن‌را در دستگاه گذاشته و با آب پرش می‌کردم و همه‌ی این‌کارها را با دست معیوبم انجام می‌دادم؛ نمی‌دانم قهوه‌ای که درست می‌شد چگونه قابل خوردن می‌شد».
از او پرسیدم هنگام ترک کلینیک احساسش چه بود.
«واقعاً احساس می‌کردم جوان شده‌ام؛ حتی بیش از آنکه از نظر فیزیکی احساس جوانی کنم از نظر ذهنی این احساس را می‌کردم. این دوره در من انگیزه برای بهبودی و داشتن یک زندگی طبیعی را به‌وجود آورد». سه‌سال بود که او با دست معیوبش هیچ‌کس را در آغوش نگرفته بود، اما حالا می‌توانست این کار را انجام دهد. «گو این‌که نمی‌توانم چندان محکم دست بدهم، اما در هرحال آن‌را انجام می‌دهم. با دست معیوبم نمی‌توانم نیزه پرتاب کنم، اما می‌توانم در یخچال را باز کنم، می‌توانم چراغ را خاموش کنم و شیر آب را ببندم و

در حمام بر روی سرم شامپو بریزم». این پیشرفت‌های «ناچیز» او را قادر کرده که به تنهایی زندگی کند و دربزرگراه درحالی‌که با دو دستش فرمان اتومبیل را گرفته، به طرف محل کارش رانندگی کند. او شروع به شنا کرده و هفته‌ی قبل از آن‌که من با وی دیدار کنم، برای انجام اسکی بدون چوب به یوتا رفته بود.
در تمام این دوران سخت روسا و همکارانش در سی‌ان‌ان و برنامه‌ی سرگرمی امشب پیشرفت‌های او را دنبال و از نظر مالی او را حمایت می‌کردند. هنگامی‌که در سی‌ان‌ان نیویورک یک موقعیت شغلی آزاد دریک برنامه‌ی سرگرمی جور شد، نیکول آن‌را به‌دست آورد. تا سپتامبر او دوباره تمام وقت مشغول به کار شده بود. یازدهم سپتامبر سال ۲۰۰۱ بود که پشت میزکارش ش نشسته و داشت از پنجره به بیرون نگاه می‌کرد که دید دومین هواپیما به برج‌های تجارت جهانی برخورد کرد. در طی این بحران او به‌عنوان گوینده اتاق خبر تعیین شد تا خبرهای آن‌را گزارش دهد، کاری که در شرایط دیگر ممکن بود بی‌توجهی به «نیازهای خاص» وی قلمداد شود؛ اما او چنین نیازهایی نداشت. ایده‌ی سپردن کار به او این بود که «تو فکر بکری داری، پس‌ازآن استفاده کن». نیکول می‌گوید: «شاید این بهترین ایده برای من بود».
هنگامی‌که دوره‌ی این‌کار به پایان رسید نیکول به کالیفرنیا و تدریس در مدرسه‌ی ابتدایی بازگشت. کودکان فوراً با روی باز او را پذیرفتند. آن‌ها حتی روزی را به نام «روز دوشیزه نیکول فون رودن» برپا کردند؛ روزی که در آن هنگامی‌که از اتوبوس مدرسه پیاده می‌شدند، دستکش‌های آشپزی -درست شبیه به دستکش‌های کلینیک تاب- در دست داشتند و در تمام طول روز آن‌ها را در دست نگه داشتند. آن‌ها درباره‌ی دست‌خط و دست راست ضعیف وی با او شوخی می‌کردند و او هم در پاسخ آن‌ها را مجبور می‌کرد تا با دست ضعیف خود بنویسند. نیکول می‌گوید: «آن‌ها اجازه نداشتند از واژه‌ی نمی‌توانم استفاده کنند. در حقیقت آن‌ها تراپیست‌های کوچک من بودند. بچه‌های اولین کلاسی که من معلمشان شدم، درحالی‌که اعداد را می‌شمردند مرامجبور می‌کردند که دستم را بالای سرم نگه دارم. هر روز مجبور بودم آن‌را به مدت طولانی‌تری در آن بالا نگه دارم... آن‌ها کوچولوهای سخت‌گیری بودند». نیکول اکنون به‌صورت تماموقت به‌عنوان تولیدکننده‌ی برنامه‌ی «سرگرمی امشب» مشغول به کار است. کار او اکنون نوشتن متن برنامه، راستی‌آزمایی و هماهنگ کردن تصاویر است؛ او بود که دادگاه مایکل جکسون را پوشش داد. زنی که زمانی نمی‌توانست در رختخواب غلت بزند اکنون ساعت ۵ بامداد سر کار می‌رود و هفته‌ای پنجاه ساعت و اندی کار می‌کند. نیکول اکنون به وزن سابق ۱۲۶ پوندی خود بازگشته است. او هنوز در سمت راست بدن خود مقداری احساس سوزش می‌کند و این سمت بدنش ضعیف است اما می‌تواند با دست راستش چیزهایی را حمل کند، آن‌را بلند کند، لباس بپوشد و در کل کارهایش را خودش انجام دهد. او دوباره به کار کمک به کودکانی که دچار ایدز هستند پرداخته است.

قواعد شیوه‌ی درمان قیدوبند با تحریک توسط تیمی در آلمان مورد استفاده قرار گرفته‌اند که توسط دکتر فریدمن پولورمولر سرپرستی می‌شوند. او در همکاری با تاب بر روی بیماران سکته‌ای کار می‌کند که به نقطه‌ی بروکای مغزشان آسیب وارد شده و توانایی صحبت کردن را از دست داده‌اند. حدود ۴۰ درصد از افرادی که نیمه‌ی چپ مغزشان دچار سکته می‌شود، دچار ضایعه‌ی زبان‌پریشی می‌شوند. بعضی مانند زبان‌پریش معروف، تان، که ناحیه‌ی بروکای مغزش دچار ضایعه شده بود، تنها می‌توانند یک کلمه بگویند. بقیه می‌توانند کلمات بیشتری را ادا کنند، اما باز هم این کلمات بسیار محدود هستند. بعضی خودبخود بهتر می‌شوند و یا قدرت تکلم بعضی از کلمات را به‌دست می‌آورند، اما به‌طور کلی طرز تفکردراین‌باره چنین است که اگر بیماردر عرض یک‌سال بهتر نشود دیگر به همان حال باقی خواهد ماند.
چه چیزی می‌تواند همان اثر پوشیدن دستکش و بستن نوار را در مورد زبان و کلام داشته باشد؟ بیماران زبان‌پریش هم مانند بیمارانی که دست‌شان فلج شده، تمایل به عقب‌نشینی و به‌کار گرفتن معادل دست «سالم» خود درحیطه‌ی گفتاری دارند. بدین منظور آن‌ها ازحرکات و اشارات و یا کشیدن اشکال استفاده می‌کنند؛ و اگر هم که بتوانند صحبت کنند، بارها و بارها کلماتی را می‌گویند که ادا کردنشان از همه ساده‌تر است.
«محدودیت» هایی که به بیماران زبان‌پریش تحمیل می‌شوند فیزیکی نیستند، اما به اندازه‌ی عوامل فیزیکی واقعی هستند. یک سلسله از قوانین زبانی. ازآنجاکه رفتار شخص باید شکل بگیرد، این قوانین به آهستگی ارائه می‌شوند. در کلینیک بیماران یک نوع بازی با ورق انجام می‌دهند که اثر درمانی دارد. هر چهار بیمار با یک دسته ورق سی‌ودو تایی بازی می‌کنند. این دسته ورق از ۱۶ تصویر تشکیل شده که هر تصویر در دو کارت تکرار شده است. بیماری که تصویر روی کارتش صخره است باید کارت با تصویر مشابه را از بیماران دیگر درخواست کند. در ابتدا تنها لازمه‌ی شرکت در بازی این است که از اشاره کردن خودداری کنند و آن‌هم به این منظور است که بلااستفادگی یادگیری شده تقویت نشود. تا زمانی‌که آن‌ها از گفتار برای تشریح تصویر استفاده کنند، هرگونه طول و تفسیر در کلام مجاز است. اگر یکی از آن‌ها به دنبال تصویر خورشید باشد و نتواند کلمه را ادا کند، برای گرفتن کارت از فرد دیگر می‌تواند بگوید «چیزی که شما را در طول روز گرم می‌کند». هر کسی که دو کارت یک‌جور را به دست آورد، می‌تواند آن‌ها را کنار بگذارد. برنده‌ی بازی کسی است که زودتراز همه کارت‌های خود را کنار بگذارد.
بازی بعد، درست ادا کردن نام شیء است. در این مرحله هر فرد باید یک سؤال صریح بپرسد، مانند این‌که «می‌توانید کارت سگ را به من بدهید»؟ در مرحله‌ی بعد باید نام فرد و یک کلمه‌ی محترمانه را به این عبارت اضافه کند: «آقای اسمیت می‌توانید لطفاً کارت خورشید را به من بدهید»؟ و بعد در فرآیند آموزش کارت‌های پیچیده‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند. رنگ‌ها و اعداد هم در کارت‌ها

جا می‌گیرند؛ مثلاً کارتی با سه جوراب آبی و دو صخره. در ابتدا بیماران برای انجام کارهای حتی ساده مورد تشویق قرار می‌گیرند، اما با پیشرفت بیشتر تشویق منحصر می‌شود به انجام کارهای سخت.

تیم آلمانی بر روی بیمارانی کار می‌کرد که وضعیت چالش برانگیزی داشتند؛ بیمارانی که سکته‌ی مغزی در آن‌ها به‌طور متوسط ۳ /۸ سال قبل اتفاق افتاده بود و بیشترشان امید به بهبودی خود را از دست داده بودند. آن‌ها هفده بیمار را مورد مطالعه قرار دادند. هفت بیمار رادر گروه کنترل قرار داده و درمان متعارف یعنی تکرار ساده‌ی کلمات را را برای آن‌ها مورد استفاده قرار دادند. ده نفر دیگر روش حرکت درمانی سی‌ای برای زبان را دریافت کردند. آن‌ها باید قواعد این بازی زبانی را به مدت ده روز و هر روز سه ساعت به کار می‌بردند. هر دو گروه به مدت مساوی در طی روز کار می‌کردند. سپس از آن‌ها امتحان استاندارد زبانی گرفتند. در طی ده روز و با صرفاً سی و دو ساعت تمرین، گروهی که تحت درمان با روش حرکت درمانی سی‌ای بودند، ۳۰ درصد در برقراری ارتباط پیشرفت کرده بودند، که این میزان در مورد گروهی که با روش معمول تحت درمان قرار گرفته بودند صفر بود.
تاب بر اساس تجاربش در زمینه‌ی پلاستیسیتی، چند قاعده را برای کار با بیماران ارائه کرد: در صورتی آموزش مؤثر تر خواهد بود که مهارتی که بر روی آن کار می‌شود با فعالیت‌های روزانه نزدیکی بیشتری داشته باشد؛ آموزش باید روندی افزایشی داشته باشد و تمرکز کار با بیمار باید در طی دوره‌ای کوتاه‌مدت باشد؛ تکنیکی که تاب به آن «تمرین متراکم» می‌گوید. او معتقد است این نوع تمرین‌ها تأثیری به مراتب موثرتر از تمرین‌هایی دارد که در مدت طولانی اما با تکرار کمتر صورت می‌گیرد.

بسیاری از این قواعد همان‌هایی است که در یادگیری زبان خارجی به روش «غوطه‌وری(۱۳۷)» مورد استفاده قرار می‌گیرد. چند نفر از ما بوده‌ایم که در طی سالیان متمادی در دوره‌های آموزشی زبان شرکت کرده‌ایم، اما به اندازه‌ی سفر به کشور مزبور و غوطه‌ور کردن خودمان در زبان آن کشور، حتی در طول دوره‌ای کوتاه‌تر، زبان یاد نگرفته‌ایم؟ گذران وقت با کسانی که به زبان بومی ما صحبت نمی‌کنند، ما را مجبور می‌کند که به زبان آن‌ها صحبت کنیم که این یک «اجبار» است. غوطه‌وری روزانه‌ی ما در زبان باعث می‌شود که «تمرین متراکم» داشته باشیم. لهجه‌ی ما در صحبت باعث می‌شود که دیگران از زبان ساده‌تری برای گفتگو با ما استفاده کنند؛ به‌این‌ترتیب ما به‌صورت افزایشی در چالش قرار می‌گیریم و زبان‌مان شکل می‌گیرد. یادگیری‌های بلااستفاده مانع پیشرفت است، زیرا بقای ما بر پایه‌ی ارتباط با دیگران است.
تاب از قواعد حرکت درمانی سی‌آی برای درمان اختلالات دیگری استفاده کرده است. او شروع به کار با کودکانی کرده که دچار فلج مغزی هستند؛ یک نوع

ناتوانی پیچیده و فجیع که در نتیجه‌ی آسیب به مغزی که در حال رشد است، ایجاد می‌شود. این آسیب می‌تواند در نتیجه‌ی عواملی مانند سکه‌ی مغزی، عفونت، کمبود اکسیژن در زمان تولد، و دیگر مشکلات روی دهد. این کودکان غالباً قادر به راه رفتن نبوده، تمام عمر اسیر صندلی چرخدار هستند، نمی‌توانند به‌طور واضح صحبت و حرکات خود را کنترل کنند و دارای دست‌های افلیج و معیوب هستند. قبل از شروع به درمان توسط حرکت‌درمانی سی‌آی، روش‌های موجود عموماً به درمان دست‌های افلیج این کودکان پاسخ نمی‌داد. تاب تحقیقی انجام داد که در طی آن نیمی از کودکان درمان‌های توان‌بخشی معمول در مورد کودکان مبتلا به فلج مغزی را دریافت می‌کردند و نیمی دیگر از روش حرکت‌درمانی سی‌آی استفاده می‌کردند. در کودکان گروه دوم دستی را که عملکرد بهتری داشت در قالبی سبک از فایبرگلاس قرار داده بودند. در مورد آنان حرکت‌درمانی سی‌آی شامل ترکاندن حباب‌های صابون با استفاده از دست ناتوان، با مشت ضربه وارد کردن به توپ و انداختن آن درون سوراخ و و برداشتن تکه‌های پازل بود. هر بار که کودک در انجام یکی از این کارها موفق می‌شد، او را به‌شدت تحسین می‌کردند و همین تشویق باعث می‌شد که حتی در حین خستگی بسیار زیاد بازی بعدی را درست‌تر، با سرعت بیشتر و روان‌تر انجام دهد. در طی سه هفته تمرین، کودکان نتایج فوق‌العاده‌ای را کسب کردند. بعضی از آنان برای اولین بار در زندگی‌شان شروع به خزیدن بر روی زمین کردند. در یک مورد یک کودک هجده ماهه می‌توانست با کشیدن پا بر روی زمین، چند قدم راه برود و برای اولین بار با دست خود غذا در دهانش بگذارد. یک پسر چهارسال و نیمه که در طی عمرش هرگز نتوانسته بود دست خود را به کار گیرد، بعد از طی دوره می‌توانست با استفاده از آن توپ‌بازی کند و بعد از همه این‌ها می‌رسیم به مورد فدریک لینکلن.

فردریک هنگامی‌که در رحم مادر بود دچار سکته‌ای بسیار شدید شده بود. هنگامی‌که چهار ماه و نیمه بود، مادرش دریافت که او دچار مشکل است. «در مرکز نگهداری کودکان بود که متوجه شدم او نمی‌تواند کارهایی را انجام دهد که پسربچه‌های به سن او انجام می‌دادند. آن‌ها می‌توانستند بنشینند و شیشه‌ی خود را در دست نگهدارند درحالی‌که بچه‌ی من نمی‌توانست این کارها را انجام دهد. من می‌دانستم که او دچار مشکل است اما نمی‌دانستم به کجا باید مراجعه کنم». سمت چپ بدن او به کلی آسیب دیده بود: دست و پای چپ به‌خوبی عمل نمی‌کردند. پلکش افتادگی داشت و نمی‌توانست کلمات و صداها را تلفظ کند، چون قسمتی از زبانش فلج شده بود. درحالی‌که کودکان به سن وی می‌توانستد بخزند، یا راه بروند او نمی‌توانست این کارها را انجام دهد. او تاسه سالگی قادر نبود حرف بزند.

فردریک در هفت‌ماهگی دچار حمله شد، که در نتیجه‌ی آن، دست چپش به سمت قفسه‌ی سینه قفل شد به‌صورتی که نمی‌توانست آن‌را به‌حالت کشیده درآورد. با انجام اسکن امآرآی، دکترمعالج به مادر وی گفت: «یک چهارم از مغز

وی از کار افتاده است و او احتمالاً دیگر هرگز نمی‌تواند روی زمین بخزد، راه برود و یا حرف بزند». اعتقاد دکتر این بود که سکته‌ی فردریک در طی هفته دوازدهم بارداری اتفاق افتاده است.
بیماری او فلج مغزی تشخیص داده شد که سمت چپ بدن وی را از کار انداخته بود. مادر او که در دادگاه محلی فدرال مشغول به‌کار بود از کار خود استعفاء کرد، تا بتواند تمام وقتش را صرف نگهداری از فردیک کند. این عمل باعث ایجاد فشار شدید مالی بر خانواده شد. معلولیت فردریک بر زندگی خواهر هشت‌سال و نیمه‌اش هم تأثیر گذاشت.
مادرش می‌گوید: «من مجبور بودم به خواهرش توضیح دهم که او نمی‌تواند از خودش مراقبت کند، این‌که مامان باید این‌کار را برای او انجام دهد و این‌که ما نمی‌دانیم این وضعیت وی تا کی طول خواهد کشید. ما حتی نمی‌دانستیم که آیا هرگز فردریک خواهد توانست کارهای مربوط به‌خودش را انجام دهد یا خیر».
هنگامی‌که فردریک هجده ماهه بود، مادر او از وجود کلینیک تاب که برای درمان بزرگ‌سالان بود، مطلع شد. او با کلینیک تماس گرفت و از آن‌ها در مورد درمان فردریک سؤال کرد؛ اما این اتفاق چندین‌سال قبل از آن بود که کلینیک برنامه‌ی درمانی را برای کودکان در نظر بگیرد.
فردریک هنگامی به کلینیک تاب رفت که چهار ساله شده بود. او با استفاده از روش‌های معمول درمان کمی پیشرفت کرده بود. می‌توانست با کمک بریس پا، راه برود و با دشواری سخن گوید، اما پیشرفت او در همین حد متوقف شده بود. او می‌توانست از بازوی دست چپش استفاده کند، اما قادر به استفاده از قسمت پایین دست نبود. دست چپ او گیره نداشت؛ یعنی این‌که او نمی‌توانست انگشت شست خود را به بقیه انگشتانش برساند به همین دلیل نمی‌توانست توپ را بلند کرده و در کف دستانش نگاه دارد. برای این منظور او مجبور بود از کف دست راست و بازوی دست چپش استفاده کند.
در بدو ورود فردریک نمی‌خواست تن به روش درمانی کلینیک تاب بدهد و مقاومت می‌کرد و به‌جای استفاده از دست معلول برای خوردن پوره سیب‌زمینی از دست سالمش که درون قالب قرار داشت استفاده می‌کرد. برای اطمینان از این‌که فردریک دوره بیست‌ویک‌روزه را بدون وقفه دریافت می‌کند، حرکت‌درمانی سی‌آی در کلینیک تاب بر روی او انجام نگرفت. مادرش می‌گوید: «برای راحتی ما، این درمان در مهد کودک، خانه‌ی خودمان، کلیسا، خانه‌ی مادربزرگش و هر جا که لازم بود و ما در آنجا بودیم انجام می‌شد. تراپیست با ما و با اتومبیل به کلیسا می‌آمد و وقتی‌که در اتومبیل بودیم بر روی دست او کار می‌کرد. بعد فردریک همراه با او به کلاس روز یکشنبه‌اش می‌رفت. او خود را با برنامه‌های ما همگام کرده بود. از دوشنبه تا جمعه بیشتر وقت فردریک در مهدکودک صرف می‌شد که او همراهیش می‌کرد. فردریک می‌دانست که همه‌ی این کارها برای این است که وضع ‘دست چپی’ اوبهتر شود، این چیزی بود که ما به او گفته بودیم».

با گذراندن فقط نوزده روز از درمان، «دست چپی» او دارای گیره شد. مادرش می‌گوید: «حالا او می‌تواند هر کاری را با دست چپ انجام دهد، اما این دستش از دست راست ضعیف‌تر است. اکنون او قادر است کیسه‌های زیپ‌دار را باز کندو چوب بیسبال را در دست نگاه دارد. او مدام در حال پیشرفت است. قسمت مهارت‌های مکانیکی مغز او به شکلی خارق‌العاده در حال بهبود است. این بهبودی با استفاده از روش درمانی کلینیک تاب شروع شد و تا به‌حال ادامه پیدا کرده است. من همان کارهایی را می‌کنم که هر مادری برای پیشرفت کودک خود انجام می‌دهد». به دلیل توانایی فردریک در انجام کارهای مربوط به‌خودش، مادرش توانسته به سر کار خود بازگردد.
فردریک اکنون هشت ساله است و خود را یک فرد ناتوان نمی‌بیند. او می‌تواند بدود و به انجام چند ورزش از جمله والیبال بپردازد، اما ورزش محبوب او بیسبال است. برای اینکه وی بتواند دستکش بیسبال را به دست داشته باشد، مادرش داخل آن گیره‌ای دوخته که به این گیره یک بریس کوچک وصل می‌شود و او آن‌را به دست خود می‌بندد.
پیشرفت فردریک خارق‌العاده بوده است. او برای عضویت در یک تیم معمولی بیسبال و نه یک تیم کودکان معلول امتحان داد و توانست از سد آن بگذرد. مادرش می‌گوید: «فردریک آن‌قدر خوب در تیم بازی کرد که مربیان او را برای بازی در تیم ستارگان انتخاب کردند. وقتی‌که این خبر را شنیدم دو ساعت تمام گریه می‌کردم». فردریک راست‌دست است و چوب بیسبال را به‌طورمعمول می‌گیرد. گاهی پیش می‌آید که دست چپ او چندان توان ندارد، اما دست راست وی حالا چنان پرقدرت است که می‌تواند با یک دست ضربه بزند.
مادرش می‌گوید: «در سال ۲۰۰۲ او در رده‌ی سنی پنج تا شش‌سال بیسبال بازی می‌کرد و در پنج بازی ستارگان بازی کرد. او در سه بازی از پنج بازی برنده شرکت داشت و با این پیروزی‌ها به مقام قهرمانی رسید. فوق‌العاده بود. من آن‌را روی ویدئو دارم».

***

اما هنوز داستان میمون‌های سیلور اسپرینگ ادامه داشت. از آن زمان‌که میمون‌ها را از آزمایشگاه تاب بردند، سال‌ها می‌گذشت. در خلال این مدت دانشمندان علم اعصاب شروع به قدردانی از تاب کرده بودند؛ مردی که کشفیاتش غالباً از زمان خود جلوتر بود. بروز این اشتیاق تازه به کارهای تاب و به‌خود میمون‌ها، منجربه انجام یکی از مهم‌ترین آزمایش‌ها در زمینه‌ی پلاستیسیتی شد.
مرتزنیچ در طی آزمایشات خود نشان داد هنگامی‌که ورودی‌های حسی ازیک انگشت قطع می‌شوند معمولاً در یک تا دو میلی‌متر از کورتکس مغز تغییراتی صورت می‌گیرد. توضیح احتمالی که دانشمندان برای این میزان از تغییر پلاستیک در مغز می‌دهند، رشد زنجیره‌های عصبی در آن فرد است. هنگامی‌که نورون‌های مغزی آسیب می‌بینند برای ارتباط با دیگر نورون‌ها ممکن

است به بیرون جوانه بزنند و یا رشته‌ای را به بیرون بفرستند. اگر یک نورون بمیرد و یا سیگنال ورودی را از دست بدهد، رشته‌های نورون همجوار دارای این قابلیت هستند که برای جبران این آسیب یک تا دو میلی‌متر رشد کنند؛ اما اگر این مکانیزمی است که از طریق آن تغییرات پلاستیک روی می‌دهد در این‌صورت تغییر منحصر می‌شود به چند نورونی که در نزدیکی قسمت آسیب دیده قرار دارند. به‌این‌ترتیب تغییر پلاستیک در بین بخش‌هایی که در نزدیکی هم قرار دارند روی می‌دهد و نه در بین بخش‌هایی که دور از یکدیگر هستند.
همکار مرتزنیچ، جان کاس(۱۳۸)، در واندربیلت با دانشجویی به نام تیم پونس(۱۳۹) کار می‌کرد. این دانشجو در مورد این محدودیت یک تا دو میلی‌متری سؤال داشت. آیا این واقعاً حد اعلی تغییرات پلاستیک بود؟ یا دلیل این‌که مرتزنیچ تغییر را فقط در این میزان دیده به تکنیک او برمی‌گردد که در بعضی آزمایش‌های کلیدی تنها شامل قطع یک نورون بوده است.
سؤال پونس این بود که چه اتفاقی می‌افتد اگر همه‌ی نورون‌های مربوط به دست در مغز قطع شوند؟ در آن صورت آیا تغییر در سطحی بیش از ۲ میلی‌متر روی می‌دهد، و آیا می‌توان در بین بخش‌ها تغییری را ملاحظه کرد؟
حیواناتی که می‌توانستند جواب این سؤال را بدهند میمون‌های اسپرینگ سیلور بودند؛ زیرا تا آن زمان آن‌ها دوازده‌سال را بدون رسیدن ورودی‌های حسی به نقشه‌ی مغزیشان گذرانده بودند. برخلاف آنچه که انتظار می‌رفت دخالت‌های پتا در طی آن سالیان طولانی باعث شده بود که این میمون‌ها برای دانشمندان ارزشی رو به تزاید پیدا کنند؛ زیرا تنها موجوداتی که بخش کورتکس مغزشان با آن حجم وسیع بازسازی شده بود و می‌شد از آن نقشه‌برداری کرد، یکی از آن‌ها بود.
با این‌که میمون‌ها در توقیف انستیتو ملی سلامت بودند، اما مشخص نبود که در مالکیت چه کسانی هستند. این مرکز در آن موقع اصرار داشت که میمون‌ها در اختیارش قرار ندارند -آن‌ها مشکل‌دار بودند- و این‌که آن‌ها جرئت نداشتند بر روی میمون‌ها آزمایشی انجام دهند؛ چرا که مبارزات پتا بر روی آزادی این میمون‌ها تمرکز یافته بود؛ اما تا آن موقع دیگر جوامع مهم علمی از جمله انستیتو ملی سلامت هم از کارهای این گروه فرصت‌طلب خسته شده بودند. در سال ۱۹۸۷ پتا موردی را به دادگاه عالی کشاند، اما دادگاه حاضر به استماع آن نشد.
هرچه که سن میمون‌ها بالاتر می‌رفت، وضعیت سلامتی آن‌ها بدتر می‌شد و یکی از آن‌ها به نام پل، وزن زیادی را از دست داده بود. پتا شروع به رایزنی با انستیتو ملی سلامت کرد تا در مورد پل عمل قتل با ترحم صورت گیرد و به دنبال رای دادگاه بود تا آن‌را به انجام رساند. در دسامبر ۱۹۸۹ میمون دیگری به‌نام بیلی نیز که از همین مشکل رنج می‌برد در حال مرگ بود.
مورتمر میشکین(۱۴۰)، رئیس انجمن علوم اعصاب و مدیر آزمایشگاه روانشناسی عصب‌شناختی در بخش سلامت مغز انستیتو ملی سلامت بود.

چندین‌سال قبل هنگامی‌که اولین آزمایش آوران‌برداری در این آزمایشگاه انجام و منجر به اضمحلال تئوری شرینگتون شد، میشیکن این آزمایشگاه را مورد بازدید و بررسی قرار داده بود. در خلال ماجرای میمون‌های سیلور اسپرینگ، میشکین تمام‌قد به حمایت از تاب برخاست و یکی از معدود کسانی بود که مخالف قطع اعتبار مالی از سوی انستیتو ملی سلامت به تاب بود. میشکین با پونس ملاقات و موافقت کرد قبل ازاین‌که کشتن از روی ترحم بر روی میمون‌ها اجرایی شود بر روی آن‌ها یک آزمایش نهایی صورت گیرد. این تصمیمی شجاعانه بود؛ زیرا کنگره به سمت جهت‌گیری به نفع پتا پیش رفته بود. دانشمندان اطلاع داشتند که انجام چنین آزمایشی ممکن است پتا را ازخشم دیوانه کند، بنابراین دور کمک‌های دولتی را خط کشیده بودند و برای انجام آزمایش‌های خود به دنبال اعطای اعتبارات مالی خصوصی می‌گشتند.
قرار بود قبل از آن‌که عمل کشتن از روی ترحم بر روی بیلی صورت گیرد، طی یک آزمایش او را بی‌هوش کرده و توسط یک میکروالکترود تحلیلی از نقشه‌ی مغزی دست او، به دست آورند. به دلیل فشار زیادی که در آن زمان بر روی دانشمندان و جراحان وجود داشت، این آزمایش که معمولاً انجام آن بیش از یک روز طول می‌کشید را در عرض چهار ساعت انجام دادند. آن‌ها بخشی از جمجه‌ی بیلی را بیرون آورده و الکترودها را در ۱۲۴ نقطه‌ی متفاوت از ناحیه کورتکس حسی مغز او کار گذاشتند و به دست آوران‌برداری شده ضربه زدند. همان‌طور که انتظار می‌رفت دست هیچ‌گونه سیگنال الکتریکی به الکترودها نفرستاد. بعد پونس به‌صورت میمون ضربه زد؛ با اطلاع از این حقیقت که نقشه‌ی مغزی صورت درست در مجاورت نقشه‌ی مغزی دست قرار گرفته است.
او با حیرت متوجه شد هنگامی‌که صورت میمون را لمس می‌کند، نورون‌های نقشه‌ی مغزی دست آوران‌برداری شده او شروع به ارسال پیغام می‌کنند؛ که تأییدی بر این مطلب بود که نقشه‌ی مغزی صورت بر نقشه‌ی مغزی دست تسلط پیدا کرده است. همان‌طور که مرتزنیچ در هنگام انجام آزمایش‌هایش متوجه شده بود هنگامی‌که یکی از نقشه‌های مغزی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد، مغز خود را بازسازی کرده و در نتیجه یکی دیگر از فعالیت‌های مغزی بر قسمت پردازشی فوق تسلط پیدا می‌کند. آن‌چه که بیش از همه باعث تعجب بود وسعت بخشی بود که مورد تجدید سازمان‌دهی قرار گرفته بود. چهارده میلی‌متر یا درواقع بیش از نیمی از یک اینچ نقشه‌ی مغزی «دست» دوباره خود را مورد تجدید سیم‌پیچی قرار داده بود تا سیگنال‌های ورودی حسی صورت را پردازش کند؛ که بیشترین میزانی بود که در سیم‌پیچی مجدد نقشه‌ی آن تا آن‌زمان برداشته شده بود.
پس‌ازآنجام آزمایش، یک تزریق مرگبار برای بیلی صورت گرفت. شش‌ماه بعد همین آزمایش در مورد میمون دیگری انجام شد و همان نتایج را به بار آورد.
انجام این آزمایش، که تاب در نوشتن مقاله‌ی مربوط به آن با پونس همکاری کرد، اهمیت کار تاب و دیگر متخصصین نوروپلاستیک را دوچندان کرد؛

متخصصینی که در پی آن بودند تا مغز کسانی که دچار آسیب‌های مغزی گسترده شده‌اند را مورد سیم‌پیچی مجدد قرار دهند. اهمیت قضیه در این است که نه تنها مغز می‌تواند با رشد رشته‌های جدید از تک‌تک سلول‌ها در بخش‌های کوچک مربوط به هریک به آسیب واکنش نشان دهد، بلکه همان‌طور که آزمایش نشان داد تجدید سازمان می‌تواند در سرتاسرنقشه‌های مغزی مربوط به بخش‌های بسیار بزرگ صورت گیرد.
مانند بسیاری از متخصصین نوروپلاستیک، تاب هم در انجام آزمایشات مشترک زیادی شرکت کرده است. او یک مدل کامپیوتری از روش درمانی سی‌آی دارد که به درد کسانی می‌خورد که نمی‌توانند به کلینیک مراجعه کنند. این مدل که روش حرکت درمانی سی‌آی اتوماتیک نامیده می‌شود نتایج امیدوارکننده‌ای داشته است. روش حرکت درمانی سی‌آی اکنون در سطح ملی در ایالات متحده تحت آزمایش و ارزیابی قرار دارد. در حال حاضر تاب عضویت گروهی را دارد که در حال تولید دستگاهی برای کمک به افرادی هستند که در نتیجه اسکلروز جانبی آمیوتروفیک(۱۴۱) کاملاً فلج شده‌اند؛ بیماری که استفان هاوکینگ به آن دچار است. این دستگاه افکار این بیماران را به صورت موج‌های مغزی به یک کامپیوتر انتقال می‌دهد. این موج‌های مغزی می‌توانند نشانه‌گر کامپیوتر را برای انتخاب حروف و ساخت کلمات و شکل‌دهی جملات کوتاه هدایت کنند. او به دنبال درمانی برای بیماری تینیتوس(۱۴۲) و یا زنگ زدن گوش هم هست. درمان این بیماری می‌تواند از طریق تغییرات پلاستیک در کورتکس شنوایی صورت گیرد. تاب همچنین می‌خواهد بفهمد که آیا بیمارانی که دچار سکته‌ی مغزی شده‌اند می‌توانند از طریق استفاده از روش درمانی سی‌آی حرکات روزمره‌ی خود را به‌طور کامل انجام دهند. در حال حاضر بیماران فقط به مدت دو هفته این درمان را دریافت می‌کنند؛ او در پی این است که بداند با استفاده‌ی یک‌ساله از این روش درمانی چه تغییراتی روی می‌دهد.
اما شاید بزرگ‌ترین هدیه‌ای که او به عالم علم ارزانی داشته درک این مطلب است که روش ابداعی او برای بهبود آسیب‌های مغزی و مشکلات سیستم عصبی در بسیاری از دیگر موارد بغرنج قابل استفاده است. حتی بیماری مانند ورم مفاصل که در ارتباط با رشته‌ی عصب‌شناختی نیست، ممکن است باعث بروز بلااستفادگی یادگیری شده در بیمار شود، زیرا پس از هر حمله در غالب موارد بیمار به‌کارگیری عضو ویا مفصل مورد حمله واقع شده را کنار می‌گذارد. ممکن است استفاده از روش درمانی سی‌آی در کمک به این بیماران در جهت بازگرداندن حرکت عضو مزبور مؤثر باشد.
در عالم پزشکی موارد نادری وجود دارد که مانند سکته‌ی مغزی در اثر آن یک بخش از مغز ما بمیرد و چنین تبعات وحشتناکی داشته باشد؛ اما تاب نشان داده که حتی در چنین وضعیتی تا موقعی که یک بافت زنده در مجاورت این بخش مرده قرار دارد، این امیدواری هست که این بافت بتواند زمام امور را به دست بگیرد؛ چراکه این بافت خاصیت پلاستیک و انعطاف‌پذیری دارد.

دانشمندان محدودی هستند که از طریق حیوانات تحت آزمایش خود توانسته‌اند چنین اطلاعات مستقیم و عملی را جمع‌آوری کنند. عجیب آنکه تنها موقعیت پریشانی فیزیکی بیهوده برای حیوانات در سرتاسر دوره‌ای که در سیلور اسپرینگ تحت آزمایش بودند، هنگامی اتفاق افتاد که آن‌هادر دست گروه پتا بوده و به‌طور مشکوکی ناپدید شدند؛ هنگامی‌که ظاهراً به یک سفر دوهزار مایلی به فلوریدا برده و بازگردانده شدند که از نظر فیزیکی چنان پریشان و آشفته شوند.
آنچه که ادوارد تاب در طی روز انجام می‌دهد باعث تغییر وضعیت کسانی می‌شود که شب‌های تیره‌ی بیماریشان آن‌ها را از پا انداخته است. هربار که هریک از آن‌ها یاد می‌گیرد که چگونه بدن معلول خود را به حرکت درآورد نه تنها وجود خود را احیاء می‌کند بلکه به یافته‌های درخشان ادوارد تاب نیز اعتبار می‌بخشد.

فصل شش: چگونه مغزی که قفل کرده را باز کنیم

استفاده از پلاستیسیتی برای پایان دادن به نگرانی‌ها، وسواس‌های فکری، وسواس‌های عملی و دیگر عادات بد

همه‌ی ما نگرانی‌هایی داریم؛ ما نگران می‌شویم چون موجودات هوشمندی هستیم. هوشمندی عامل به‌وجود آمدن پیش‌بینی در ماست که درواقع اساس و جوهره‌ی هوشمندی است؛ همان هوشمندی که باعث می‌شود برنامه‌ریزی کنیم، امیدوار باشیم، قوه‌ی تصور خود را به کار گیریم و فرضیه‌چینی کنیم، درعین‌حال این اختیار را به ما می‌دهد که نگران شویم و نتایج منفی را برای کار خود متصور شویم؛ اما در این میان افرادی هستند که دچار «اضطراب زیاده از حد» هستند، به‌صورتی که این میزان از نگرانی را نمی‌توان در دیگران یافت. گرچه که مایه‌ی این‌همه رنج و عذاب در آنان «به کل چیزی است که در سرشان است»، اما آنچه که آنان تجربه می‌کنند بسیار دردناک‌تر از تجارب دیگر انسان‌هاست و هم این‌که چون در سرشان است پس گریزناپذیر است. آن‌ها چنان از ذهن خود در عذابند که غالباً به خودکشی فکر می‌کنند. یکی از این موارد، مربوط به دانشجویی بود که چنان در نگرانی‌های وسواس‌گونه‌ی فکری و عملی خود به دام افتاده بود که اسلحه را در داخل دهان خود گذاشت و شلیک کرد. گلوله از لوب گیجگاهی وی عبور کرد و باعث لوبوتومی فرونتال شد(۱۴۳) که در آن زمان درمانی برای اختلال وسواس فکری-عملی بود. او زنده ماند، اختلالش درمان شد و به دانشگاه بازگشت.
نگرانی‌ها و اضطراب‌ها را می‌توان در انواع گوناگونی تقسیم‌بندی کرد. انواع ترس‌های روانی (فوبیا)، اختلالات اضطرابی بعد از آسیب‌های روحی و اختلالات وحشت‌زدگی (پانیک)؛ اما کسانی که بیشترین رنج را ازاین‌گونه بیماری‌ها می‌برند کسانی هستند که به اختلال وسواس فکری-عملی(۱۴۴) مبتلا هستند؛ آن‌ها کسانی هستند که همیشه در این هراس به سر می‌برند که اتفاق بدی برای خود و یا نزدیکانشان روی داده و یا خواهد داد. این افراد در دوره‌ی کودکی کمی دچار اضطراب هستند اما در مقاطع بعدی زندگی و غالباً در هنگام جوانی وقتی به «حمله‌ای» دچار می‌شوند، میزان اضطراب آن‌ها را به سطحی جدید می‌رساند. در این زمان درحالی‌که بزرگ‌سالانی مستقل هستند، احساسشان شبیه به کودکانی وحشت‌زده و نگران است. این افراد خجل از این‌که کنترل احساساتشان را از دست داده‌اند، غالباً نگرانی خود را برای سال‌ها از دیگران مخفی می‌کنند؛ قبل از آنکه درصدد کمک خواستن برای حل آن برآیند. در شدیدترین موارد، گاه برای ماه‌ها و یا سال‌ها آن‌ها قادر نیستند از این کابوس‌ها رهایی پیدا کنند. استفاده از دارو ممکن است بتواند درد آن‌ها را تسکین دهد، اما مشکل را برطرف نمی‌کند.

وضعیت بیمار مبتلا به اختلال وسواس فکری-عملی به‌مرور زمان بدتر شده و این بیماری به‌تدریج باعث تغییر در ساختار مغز بیمار می‌شود. بیماری که به اختلال وسواس فکر-عملی دچار است، ممکن است با تمرکز بر روی نگرانی خود بخواهد که از شر آن رها شود؛ با این اطمینان که به تمام موارد ضروری عمل کرده و شانسی برای بروز نگرانی در خود باقی نگذاشته است؛ اما هرچه که او بیشتر به این ترس از نگرانی فکر می‌کند به نگرانی او افزوده می‌شود؛ زیرا در بیماری اختلال وسواس فکری-عملی فکر کردن به نگرانی باعث تولید نگرانی می‌شود.

در این بیماری غالباً یک عامل احساسی باعث بروز اولین حمله‌ی اصلی می‌شود. ممکن است این شخص به‌یاد بیاورد که در سالگرد مرگ مادرش بوده که درباره‌ی سانحه‌ی رانندگی که برای رقیبش اتفاق افتاده چیزی شنیده، که در عضوی از بدنش احساس درد کرده، وجود توده‌ای را احساس کرده، چیزی درباره‌ی وجود نوعی ماده‌ی شیمیایی در مواد غذایی خوانده و یا تصویر دستان سوخته‌ای را در یک فیلم دیده است. حالا این نگرانی در او به‌وجود می‌آید که دارد به سنی نزدیک می‌شود که مادرش در آن فوت کرده و اگرچه آدم خرافاتی نیست، اما احساس می‌کند سرنوشت برای او مرگ در همان روز را رقم زده، یا مرگی زودهنگام مانند آنچه که رفیقش به آن دچار آن شد در انتظار او نیز هست، یا این‌که اولین نشانه‌های یک بیماری غیرقابل درمان را در خود احساس می‌کند و یا این‌که دچار مسمومیت شده، ازاین‌جهت که توجه کافی به آنچه که می‌خورده نداشته است. همه‌ی ما به مدتی کوتاه چنین افکاری را تجربه کرده‌ایم؛ اما افرادی که دچار این بیماری هستند بر روی نگرانی کلید کرده و آن‌را رها نمی‌کنند. فکر و ذهن این افراد دائماً انواع سناریوهای ترسناک را تداعی می‌کند و گرچه آن‌ها سعی می‌کنند در برابر این افکار مقاومت کنند، اما شکست می‌خورند. تهدیدات آن‌قدر واقعی هستند که آن‌ها احساس می‌کنند باید مواظب باشند. وسواس‌های فکری شایع‌تر شامل ترس از دچار شدن به یک بیماری صعب‌العلاج، مورد حمله میکروب‌ها قرار گرفتن، مسمومیت توسط مواد شیمیایی، در معرض امواج الکترومغناطیس قرار گرفتن و یا ترس از بیماری‌هایی که ژن خودشان ممکن است آن‌را به‌وجود آورد. بعضی مواقع افکار وسواسی به‌صورت تمایل به تقارن تظاهر می‌یابد: عکس‌هایی که در یک ردیف میزان نشده آن‌ها را اذیت می‌کند، یا دندان‌هایی که صاف و مرتب نیست، یا اشیایی که در حالتی منظم نگهداری نمی‌شوند. در این موارد این بیماران ممکن است ساعت‌ها وقت صرف کنند، تا آن‌ها را به‌صورت درست به خط کنند. یا ممکن است تبدیل به فردی خرافاتی در مورد اعدادی خاص شوند، به‌صورتی که زنگ ساعت و یا کنترل صدا را بر روی یک عدد خاص تنظیم کنند.
افکار جنسی و پرخاشگرانه؛ ترس از این‌که به افرادی که به آن‌ها عشق

می‌ورزند صدمه وارد کنند، ممکن است ناخوانده مهمان ذهن آن‌ها شود درحالی‌که خود از علت بروز آن‌ها در ذهنشان آگاهی نداشته باشند. یک فکر وسواسی نوعی ممکن است چنین باشد که «این صدای تاپ‌تاپی که در حین رانندگی به گوشم می‌رسد به این معناست که شاید من کسی را زیر بگیرم». اگر بیمار فردی مذهبی باشد ممکن است در ذهنش افکاری کفرآمیز به‌وجود آید که باعث ایجاد گناه و اضطراب در وی شوند. بسیاری از کسانی که دچار این بیماری هستند، شک‌های وسواس‌گونه دارند و همیشه کارهای خود را زیر ذره‌بین می‌گذارند: آیا اجاق گاز را خاموش کردم، در را قفل کردم و یا آیا ممکن است ناخواسته احساس کسی را جریحه‌دار کرده باشم؟
ممکن است نگرانی‌ها شامل مواردی بسیار عجیب باشد -و حتی در خود شخص نگران هم هیچ حس قابل فهمی را به‌وجود نیاورد- یک مادر دوست‌داشتنی و یک همسر ممکن است چنین افکاری در سر داشته باشند «من قصد دارم به کودکم صدمه بزنم» و «ممکن است در حال خواب راه بیفتم و درحالی‌که همسرم خواب است یک چاقو را در سینه‌ی او فرو کنم». یک شوهر ممکن است دارای این فکر وسواسی باشد که یک تیغ ریش‌تراشی به ناخنش متصل است به همین خاطر او نمی‌تواند کودکانش را نوازش کند، محبت خود را به همسرش نشان دهد و یا سگش را لمس کند. چشمان او هیچ تیغی را نمی‌بیند، اما ذهنش اصرار دارد که آن تیغ به ناخنش وصل است و او دائم در حال سؤال از همسرش است برای این‌که مطمئن شود به او صدمه نزده است.
بیماران وسواس فکری غالباً به‌علت اشتباهاتی که ممکن است درگذشته مرتکب شده باشند، از آینده در هراسند؛ اما این صرفاً اشتباهات آن‌ها نیست که آن‌ها را در دام خود گرفتار کرده است. این‌که تصور می‌کنند اگر لحظه‌ای غفلت کنند -که به‌علت ماهیت انسان بودن لاجرم برایشان پیش خواهد آمد- ممکن است مرتکب اشتباهاتی بشوند، نیز به نوبه‌ی خود در این افراد ترسی را به‌وجود می‌آورد که نمی‌توان شعله‌ی آن‌را خاموش کرد. درد و رنج بیمار مبتلا به وسواس فکری در این است که هرگاه امکان اتفاق بدی هرچند بعید وجود دارد، از نظر وی اجتناب‌ناپذیر است.
من هم در دوران حرفه‌ای‌ام بیمارانی داشته‌ام که نگرانی آن‌ها در مورد سلامتی‌شان به حدی شدید بوده که احساسی مانندِ در صف مرگ بودن را تجربه می‌کردند و هر روز منتظر اعدام خود بودند؛ اما داستان غم‌انگیز زندگی آن‌ها در همین خلاصه نمی‌شود. اگر به آن‌ها گفته شود که شما در وضعیت خوبی از نظر سلامتی هستید تنها برای لحظه‌ی کوتاهی احساس آسودگی می‌کنند، قبل از آن‌که به‌صورت ناخوش‌آیندی خود را به‌خاطر همه‌ی کارهایی که انجام داده‌اند «دیوانه» تشخیص دهند؛ که اغلب این «دیدگاه» هم همان افکار وسواسی انتقاد از خود است اما در لباس مبدل.
بلافاصله بعد از شروع افکار وسواسی اضطراب، معمولاً مبتلایان به اختلال وسواس فکری-عملی برای کاهش اضطراب در خود به انجام کاری می‌پردازند؛

یک وسواس عملی. اگر احساس کنند که مورد سرایت میکروب‌ها واقع شده‌اند خود را می‌شویند؛ وقتی‌که این‌کار باعث از بین رفتن اضطراب در آن‌ها نشود، همه‌ی لباس‌هایشان را مورد شستشو قرار می‌دهند، کف زمین و سپس دیوارها را می‌شویند. اگر یک زن از این ترس در عذاب باشد که مبادا کودکش را بکشد، چاقوی قصابی را در پارچه می‌پیچد، آن‌را در یک جعبه گذاشته در آن‌را می‌بندد، در زیرزمین محبوسش می‌کند و سپس در زیرزمین را قفل و زنجیر می‌کند. روانشناس دانشگاه ایالتی کالیفرنیا جفری ام. شوارتز(۱۴۵) از مردی سخن می‌گوید که در هراس بود مبادا در معرض اسید باطری اتومبیلی قرار گیرد که دچار سانحه شده و اسید باطری آن بیرون ریخته است. وی هر شب در بسترش دراز می‌کشید و گوش می‌سپرد تا صدای آژیر که نشانه‌ی وقوع حادثه‌ای در آن حوالی بود را بشنود. وقتی‌که صدای آژیر به گوشش می‌خورد، بدون توجه به این‌که چه وقتی از شب است، از بستر برمی‌خاست، کفش‌های مخصوصی را به پا می‌کرد و بعد با اتومبیل تا مقصد موردنظر می‌رفت. پس‌ازآنکه پلیس صحنه را ترک می‌کرد، او ساعت‌ها وقت صرف می‌کرد و با برس زمین را می‌سابید. بعد یواشکی به خانه بازمی‌گشت و کفش‌هایی که پوشیده بود را به دور می‌انداخت.

افراد مرددی که دچار وسواس فکری هستند، غالباً دچار «رفتار وسواسی وارسی» می‌شوند. اگر مردد باشند که آیا اجاق گاز را خاموش کرده و یا در را بسته‌اند، اغلب برای صدها بار و حتی بیشتر از آن، برمی‌گردند تا اجاق و در را وارسی و دوباره وارسی کنند. چون این تردید هرگز وجود آنان را ترک نمی‌کند، ممکن است ساعت‌ها طول بکشد تا عاقبت آن‌ها حاضر به ترک خانه شوند.

کسانی که صدای تاپ‌تاپ در حین رانندگی این فکر را در ذهنشان تداعی می‌کند که ممکن است کسی را زیر بگیرند، در حین رانندگی آن محدوده را مورد کاوش قرار دهند تا مطمئن شوند که جسدی بر روی زمین نیفتاده است. اگر ترس وسواسی آن‌ها از یک بیماری مهلک باشد ممکن است برای یافتن نشانه‌های بیماری، بدنشان را بارها و بارها مورد اسکن قرار دهند و یا ده‌ها بار به پزشک مراجعه کنند. بعد از مدتی این عمل وسواسی وارسی کردن تبدیل به رفتاری آیینی در آن‌ها می‌شود. اگر احساس آلودگی کنند باید خود را طبق نظم دقیقی از آلودگی پاک کنند، برای باز کردن شیر آب دستکش به‌دست کنند و بدن خود را طبق ترتیبات خاصی بسابند. اگر دچار افکار جنسی و یا کفرگویی شده‌اند، ممکن است یک روش آیینی نیایش برای خود ابداع کرده و آن‌را چندین بار انجام دهند. احتمالاً چگونگی این مراسم آیینی در ارتباط با اعتقادات سحرآمیز و خرافاتی است که بیشتر مبتلایان به وسواس فکری دارند. آن‌ها تصور می‌کنند که با وارسی خود با روشی خاص، از وقوع بلایا جلوگیری می‌کنند و تنها امید آن‌ها در این راه هر بار وارسی با همان ترتیبات خاص است.

مبتلایان به وسواس فکری-عملی که غالباً سرشار از تردید هستند، ممکن است از انجام یک اشتباه دچار هراس شده و به‌صورت وسواس‌گونه‌ای شروع به تصحیح خود و دیگران کنند. در یک مورد زنی بود که برای نوشتن نامه‌های کوتاه، صدها ساعت وقت صرف می‌کرد. علت هم این بود که احساس می‌کرد قادر به پیدا کردن کلماتی نیست که در او احساس «اشتباهی» نبودن آن‌ها را به‌وجود آورد. یا وقت‌کشی زیادی که بر سر نوشتن یک پایان‌نامه دکترا انجام می‌گیرد؛ نه برای این‌که نویسنده‌ی آن فردی کمال‌گراست بلکه به‌این‌علت که نویسنده‌ی مردد آن‌که دچار اختلال وسواس فکری-عملی است نمی‌تواند کلماتی را پیدا کند که در او «احساس» درست بودن کلمات را به‌وجود بیاورند.

هنگامی‌که فرد می‌خواهد در برابر وسواس عملی خود مقاومت کند، اضطرابش به نقطه‌ی اوج می‌رسد. اگر آن عمل وسواسی را انجام دهد؛ گرچه برای مدت کوتاهی احساس آسودگی می‌کند اما این احتمال را بیشتر می‌کند که افکار وسواسی و اشتیاق به انجام رفتار وسواسی هر بار با شدت بیشتری در او تظاهر پیدا کند.

درمان اختلال وسواس فکری-عملی بسیار دشوار است. برای بسیاری از مردم دارو و رفتاردرمانی فقط تا حدی مؤثر است. جفری ام. اشوارتز بر اساس پلاستیسیتی، درمانی مؤثر را پایه نهاده که نه‌تنها به بیماران دچار اختلال وسواس فکری-عملی بلکه به همه‌ی آن‌هایی که دارای نگرانی‌های روزمره‌ی زیادتری هستند نیز کمک می‌کند. به کسانی که وجود عاملی باعث به‌وجود آمدن حس نگرانی در آن‌ها شده و با وجود آگاهی از بیهوده بودن این حس، بازهم نمی‌توانند مانع بروز آن شوند. هنگامی‌که ذهن ما «بهانه‌گیر» شده و نگرانی را رها نمی‌کند و یا هنگامی‌که ما دچار رفتارهای وسواسی می‌شویم که با انجام «عادات نامطبوعی» مانند جویدن ناخن، کشیدن مو، خرید، قمار و خوردن هدایت می‌شوند این روش درمانی می‌تواند به ما کمک کند. این درمان حتی می‌تواند به اشکالی از حسادت وسواسی، سوء استعمال اشیاء، رفتارهای جنسی وسواسی، نگرانی بیش‌ازاندازه درباره‌ی طرز تفکر مردم درباره‌ی ما، تصورِ از خود، بدن و عزت نفس هم کمک کند.
شوارتز با مقایسه‌ی اسکن مغزی افراد مبتلا به وسواس فکری-عملی، با اسکن مغزی افراد سالم دیدگاه جدیدی را نسبت به این بیماری به‌وجود آورده و سپس با استفاده از این دیدگاه روش درمانی جدید خود ابداع کرده است؛ بر اساس اطلاعات من این اولین باری بود که انجام چنین اسکن‌های مغزی به‌مانند اسکن پِت به پزشکان کمک کرد که هم یک اختلال را بشناسند وهم روش روان‌درمانی را برای آن ایجاد کنند. او با انجام اسکن مغزی از بیماران قبل و بعد از استفاده از روان‌درمانی، این روش درمانی را مورد آزمایش قرار داد و نشان داد که با استفاده از این درمان، مغز بیماران وضعیت طبیعی خود را پیدا کرده

است. این نشانه‌ای بود بر این موضوع که صحبت‌درمانی می‌تواند مغز را تغییر دهد.
در حالت معمول وقتی‌که ما مرتکب اشتباه می‌شویم، سه رویداد اتفاق می‌افتد. در ابتدا «احساس خطا» می‌کنیم که به قوه‌ی ادراک ما گوشزد می‌کند که اشتباهی صورت گرفته است. بعدازآن مضطرب می‌شویم و این نگرانی ما را در جهت تصحیح اشتباهمان سوق می‌دهد. سوم، وقتی‌که اشتباهمان را تصحیح کردیم، تغییر دنده‌ی اتوماتیکی که در مغزمان صورت می‌گیرد باعث می‌شود که به سراغ فکر و یا فعالیت بعدی برویم. بعدازآن است که هم «احساس خطا» و هم نگرانی از وجود ما رخت برمی‌بندند.
اما ذهن افراد دچار وسواس فکری-عملی، این مشکل را دارد که جلو نمی‌رود و «صفحه را ورق نمی‌زند». هرچند چنین فردی در جهت تصحیح اشتباه تلفظی خود اقدام کرده، با شستن دست میکروب‌ها را از آن پاک کرده، یا از دوستش به‌علت فراموش کردن تاریخ تولد او عذرخواهی کرده، اما به وسواس خود ادامه می‌دهد. دنده‌ی اتوماتیک مغز چنین فردی کار نمی‌کند و به همین دلیل احساس خطا و نگرانی در وی شدت پیدا می‌کند.
حالا ما از طریق اسکن‌های مغزی دریافته‌ایم که در پدیده‌ی وسواس سه بخش مغز درگیر هستند. ما اشتباه خود را با قسمت شکنج فوق چشمی کاسه پیشانی(۱۴۶) که بخشی از لوب پیشانی است و در سطح زیرین مغز و درست پشت چشم واقع شده، تشخیص می‌دهیم. اسکن‌ها نشان می‌دهند هر چه فرد دچار وسواس بیشتری باشد این بخش در او فعال‌تر است.
شکنج فوق چشمی کاسه پیشانی با «احساس انجام اشتباه» پیغامی را به شکنج سینگولیت(۱۴۷) می‌فرستد که در عمیق‌ترین بخش کورتکس واقع شده است. با رسیدن پیغام، سینگولیت تولید نگرانی هولناکی می‌کند که اتفاق بدی در شرف وقوع است و تا زمانی‌که ما اشتباه خود را تصحیح نکنیم این امر تداوم پیدا می‌کند. علاوه بر این سیگنال‌هایی را هم به قلب و احشاء بدن می‌فرستد که تظاهرات فیزیکی مربوط به ترس را در این اعضاء به‌وجود می‌آورند.
«دنده‌ی اتوماتیک» همان هسته‌ی دمی(۱۴۸) است که در قسمت مرکزی و عمیق مغز واقع شده و باعث می‌شود افکار ما از یکی به بعدی جریان پیدا کند، مگر در موردی مانند مبتلایان به وسواس فکری-عملی که تغییر دنده در آن‌ها بسیار «سخت» است.
اسکن مغزی مبتلایان به وسواس نشان می‌دهد که هر سه بخش مغزی در آن‌ها بیش‌ازاندازه فعال است. با فعال شدن شکنج فوق چشمی کاسه پیشانی و سینگولیت در این افراد، این دو بخش در همین وضعیت باقی می‌مانند؛ مثل این‌که هر دو با هم در «وضعیت فعال» قفل شده‌اند؛ این‌هم دلیلی است بر این‌که چرا شوارتز این بیماری را «قفل مغزی» می‌نامد. به دلیل آن‌که هسته‌ی دمی «دنده را اتوماتیک‌وار تغییر نمی‌دهد»، دو بخش دیگر یعنی شکنج فوق چشمی کاسه پیشانی و سینگولیت به فرستادن سیگنال‌ها ادامه

می‌دهند که باعث افزایش احساس ارتکاب اشتباه و نگرانی می‌شود. چون تا این زمان فرد مذکور اشتباه خود را تصحیح کرده، مطمئناً این سیگنال‌ها، سیگنال‌هایی اشتباه هستند که فرستاده می‌شوند. هسته‌ی دمی احتمالاً بیش‌ازاندازه فعال است؛ چراکه هنوز به همان وضعیت چسبیده و غرق در جریانی از سیگنال‌های شکنج فوق چشمی کاسه پیشانی است.
دلایل قفل مغزی مبتلایان به وسواس فکری-عملی حاد متنوع است. در بسیاری موارد آن‌را می‌توان در افرادی با نسبت فامیلی مشاهده کرد که ممکن است دلیلی بر ارثی بودن آن باشد؛ اما این بیماری می‌تواند در اثر عفونتی به‌وجود آید که باعث تورم هسته‌ی دمی می‌شود؛ و همان‌طور که بعداً می‌بینیم، یادگیری هم در ایجاد این بیماری نقش بازی می‌کند.
شوارتز در صدد بود درمانی را ابداع کند که با برطرف کردن ارتباط بین شکنج کاسه پیشانی و سینگولیت و به‌حالت طبیعی برگرداندن عملکرد هسته‌ی دمی، این سیکل را در مبتلایان تغییر دهد. سؤال شوارتز این بود که آیا بیماران می‌توانند با تمرکز مجدانه و دائم بر روی چیزی جدا از نگرانی‌شان، مانند یک فعالیت لذت‌بخش و جدید، عملکرد هسته‌ی دمی را به‌صورتی «غیراتوماتیک» تغییر دهند؟ استفاده از این روش درمانی قابلیت تغییر در ادراک بیمار را فراهم می‌کند، زیرا باعث «رشد» سیکل جدیدی در مغز می‌شود که تولید لذت می‌کند و باعث رهاسازی دوپامین در مغز می‌شود که همان‌طور که می‌دانیم پاداشی است برای این فعالیت جدید و مسببی است برای به‌وجود آمدن ارتباطات جدید نورونی و تقویت آن‌ها. این سیکل جدید در نهایت می‌تواند وارد رقابت با سیکل قدیمی شده و بر اساس قانون «از هرآن‌چه که داری استفاده کن یا آن‌را از دست می‌دهی»، شبکه‌های وسواس را تضعیف می‌کند. در این روش درمان، ما بیش از آنکه در پی این باشیم که صرفاً عادت‌های بد را «از بین ببریم» در پی آن هستیم که رفتارهای بد را با رفتارهای بهتر جایگزین کنیم.
شوارتز روش درمانی خود را به چند مرحله تقسیم کرده که دو مرحله از آن‌ها کلیدی هستند.
برای فرد مبتلا به اختلال وسواس فکری-عملی، اولین مرحله شامل تغییر دیدگاه خود است در ارتباط با وقایعی که برایش اتفاق می‌افتد. به‌این‌ترتیب او می‌فهمد که اتفاقی که وی در حال تجربه‌ی آن است حمله‌ی میکروب‌ها، ایدز و یا اسید باطری نیست، بلکه بخشی از بیماری اوست که با این اشکال تظاهر پیدا می‌کند. او باید به‌خاطر آورد که در حین حمله‌ی بیماری سه بخش از مغزش قفل می‌کنند. به‌عنوان یک درمانگر، من این بیماران را تشویق می‌کنم که این خلاصه را در ذهن خود پرورش دهند: «بله من هم‌اکنون دچار مشکل بزرگی شده‌ام، اما این مشکل میکروب‌ها نیستند، این مشکل بیماری وسواس من است». این تغییر دیدگاه باعث می‌شود که آن‌ها بتوانند از مضمون بیماری وسواس کمی فاصله بگیرند و به آن به همان‌گونه‌ای نگاه کنند که پیروان بودا به مقوله‌ی رنج در مدیتیشن نگاه می‌کنند: آن‌ها اثرات آن‌را بر خود مشاهده کرده،

به‌آرامی خود را از آن جدا می‌کنند.
بیمار مبتلا همچنین باید به‌خود یادآوری کند که آن سیکل معیوب دلیلی است بر این‌که چرا حمله‌ی بیماری بلافاصله مرتفع نمی‌شود. بعضی بیماران به انجام عملی مبادرت می‌کنند که معتقدند در این راستا برایشان مفید می‌باشد. آن‌ها درحالی‌که به حمله‌ی بیماری دچار شده‌اند، به اسکن‌های مغزی غیرمعمول مبتلایان به این بیماری نگاه می‌کنند که در کتاب «قفل ذهن(۱۴۹)» شوارتز چاپ شده و آن‌را با عکس‌های اسکن مغزی بسیار معمولی‌تر بیمارانی مقایسه می‌کنند که تحت درمان روش شوارتز قرار گرفته‌اند. این عمل به آن‌ها یادآوری می‌کند که می‌توان این سیکل معیوب را تغییر داد.
شوارتز بیماران را تحت آموزش قرار می‌دهد تا بتوانند قالب کلی اختلال وسواس فکری-عملی (افکار اضطرابی و انگیزشی که مخل توجه است) را از مضمون آن (برای مثال میکروب‌ها) تمیز دهند. هرچه که توجه بیمار بیشتر بر روی مضمون بیماری باشد وضعیت او وخیم‌تر می‌شود.
تراپیست‌ها هم مدت‌ها به مضمون بیماری توجه داشتند. عمومی‌ترین روش درمان این اختلال «در معرض قرار گرفتن و ممانعت از تکرار(۱۵۰)» نام دارد. این روشی از رفتاردرمانی است که می‌تواند به نیمی از مبتلایان به وسواس فکری-عملی کمک کند تاحدی بهبود پیدا کنند؛ گرچه که بیشتر آن‌ها بهبودی کامل پیدا نمی‌کنند. اگر بیماری به ترس از میکروب‌ها مبتلاست برای از بین بردن این حساسیت، او را به‌صورت مرحله‌به‌مرحله در معرض میزان بیشتری از میکروب‌ها قرار می‌دهند. این می‌تواند در عمل به معنای ملزم کردن بیمار به گذراندن وقتی بیشتر در توالت‌های عمومی باشد. (اولین بار که من از وجود چنین روش درمانی اطلاع پیدا کردم وقتی بود که یک روانشناس از بیمارش می‌خواست که لباس‌زیر کثیفی را روی صورتش بگذارد). قابل درک است که چرا ۳۰ درصد از بیماران با چنین روش درمانی مخالفت می‌کنند. هدف از در معرض میکروب قرار دادن بیمار، این نیست که دنده را به‌سوی فکر بعدی «تغییر» دهد؛ این‌کار باعث می‌شود که حداقل برای لحظه‌ای بیمار با شدت بیشتری روی این موضوع فکر کند.
بخش دوم از رفتاردرمانی استاندارد برای این اختلال «ممانعت از تکرار» است که به معنای ممانعت از انجام عمل وسواسی توسط بیمار است. روش دیگر درمان به نام «شناخت درمانی(۱۵۱)» بر این فرضیه مبتنی است که خلق بهانه‌گیر و نگرانی‌ها در بیمار مبتلا به وسواس فکری-عملی، در نتیجه‌ی تحریف‌شناختی به‌وجود می‌آید؛ به معنای افکار نادرست یا مبالغه‌آمیز. تراپیست‌هایی که از روش‌شناختی برای درمان استفاده می‌کنند از بیماران می‌خواهند که انواع ترس‌های خود را بر روی کاغذ بنویسند و بعد برای این ترس‌ها دلایلی ارائه می‌کنند که خود بیماران تابه‌حال متوجه آن‌ها نبوده‌اند؛ اما این فرآیند درمان هم بیمار را در مضمون بیماری وسواس خود غرق می‌کند. همان‌طور که شوارتز می‌گوید: «آموزش بیمار به این‌که بگوید ‘دست‌های من

تمیز نیستند‘ صرفاً تکرار چیزی است که خود از آن آگاه است... تحریف شناختی تنها بعد اصلی این بیماری نیست؛ اساساً بیمار از این امر آگاه است اگر امروز نتواند به وسواس خود عمل کرده و قوطی‌های نوشیدنی درون انباری را بشمرد، معنایش این نیست که مادرش شب نرسیده در اثر یک بیماری مهلک جان می‌سپارد. چیزی که هست این است که او این مطلب را به این‌صورت درنمی‌یابد».
توجه روانکاوها نیز بر روی نشانه‌های بیماری اختلال وسواس فکری-عملی است که بسیاری از آن‌ها شامل افکار مزاحم جنسی و یا پرخاشگرانه است. آن‌ها دریافته‌اند یک فکر وسواسی مانند این‌که «من به کودکم صدمه خواهم زد» ممکن است بیان‌کننده‌ی خشم سرکوب‌شده‌ای نسبت به آن کودک باشد و این‌که این دیدگاه در موارد خفیف بیماری ممکن است کافی باشد تا فکر مزاحم وسواسی را از سر براند؛ اما در مورد مبتلایانی که در حد متوسط و یا شدید به بیماری مبتلا هستند، مؤثر نخواهد بود. در این میان شوارتز معتقد است که ریشه‌ی بسیاری از وسواس‌ها به تعارضاتی در زمینه‌ی جنسیت، پرخاشگری و گناه برمی‌گردد که فروید بر آن‌ها تأکید داشت و این‌که این تعارضات صرفاً مضمون بیماری را معلوم می‌کنند و نه قالب آن‌را.
بعدازآنکه بیمار قبول کرد که نگرانی نشانه‌ای از اختلال وسواس فکری-عملی است، مرحله‌ی بسیار مهم بعدی این است که در هر حمله، بیمار بلافاصله تمرکز خود را بر روی فعالیتی مثبت و سالم جلب کند که انجام آن به‌طور مطلوب باعث ایجاد لذت در او می‌شود. این فعالیت می‌تواند چیزی باشد مانند باغبانی، کمک به دیگران، یک سرگرمی، نواختن یک ساز، گوش دادن به موسیقی، کار بیرون و یا بازی بسکتبال. فعالیتی که فرد دیگری هم در انجام آن شرکت داشته باشد تا بتواند به بیمار کمک کند تا تمرکزش را بر آن حفظ کند. اگر حمله‌ی بیماری در زمان رانندگی بیمار بود، او باید فعالیتی را دم دست آماده داشته باشد، مثل این‌که نوار یا سی‌دی را در دستگاه بگذارد. لازم است که در این حالت کاری انجام شود تا آن دنده به‌صورت «غیراتوماتیک تغییر یابد».
شاید این اعمال از نظر ما بسیار ساده و در حد یک سری کارهای بدیهی باشند، اما برای افرادی که دچار اختلال وسواس فکری-عملی هستند به این سادگی‌ها نیست. هرچند که «تغییر دنده به‌صورت غیراتوماتیک» در این بیماران کاری سخت است، اما شوارتز این اطمینان را به بیمارانش می‌دهد که با سخت‌کوشی و با به کار گرفتن کورتکس مغزی و استفاده از یک فکر و یا عمل مجدانه در هر بار حمله‌ی بیماری، می‌توانند آن‌را تغییر دهند.
البته تغییر دنده عبارتی است که در مورد ماشین کاربرد دارد و مغز ماشین نیست، بلکه جزئی زنده از بدن ماست که قابلیت تغییر دارد. هر بار که بیمار سعی می‌کند دنده را تغییر دهد، با تلاش در جهت به‌وجود آوردن سیکل جدید و تغییر هسته‌ی دمی، در جهت تثبیت این «انتقال» اقدام می‌کند. هنگامی‌که بیمار توجه خود را بر روی چیز دیگری متمرکز می‌کند یاد می‌گیرد که در مضمون

بیماری وسواس فکری اسیر نشود بلکه بر روی آن کار کند. پیشنهاد من به بیمارانم این است که به‌قاعده‌ی «از هرچه که داری استفاده کن وگرنه آن‌را از دست می‌دهی» فکر کنند. هر لحظه از وقت آنان که صرف فکر کردن به نشانه‌ی بیماری شود -باور کنند که برای مثال میکروب‌ها آن‌ها را تهدید می‌کنند- باعث می‌شوند که سیکل وسواس در وجودشان عمق بیشتری پیدا کند؛ اما با توجه نکردن به آن در مسیر از دست دادن آن گام برمی‌دارند. هرچه که بیشتر به افکار و اعمال وسواسی بپردازید، بیشتر می‌خواهید به آن‌ها مشغول شوید و هرچه که کمتر به آن‌ها بپردازید کمتر می‌خواهید مشغول آن‌ها شوید.
به نظر شوارتز درک این مطلب حیاتی است که در هنگام به‌کارگیری تکنیک این روش درمان آن‌چیزی که مهم تلقی می‌شود احساس شما نیست، بلکه کاری است که انجام می‌دهید. «هدف این نیست که احساس شما از بین برود، هدف این است که خود را به‌دست احساستان نسپارید»؛ در صورت تمرکز بر روی یک فکر وسواسی و یا انجام یک عمل وسواسی، شما خود را به‌دست احساستان می‌سپارید. استفاده از این تکنیک باعث بهبودی سریع در شما نخواهد شد، زیرا تغییرات نوروپلاستیک پایدار زمان‌بَرند؛ اما این تکنیک با استفاده از تمرینات مغزی به روشی جدید، زمینه‌ی تغییر را اجرایی می‌کند؛ بنابراین در ابتدای استفاده از این روش، بیمار هردو احساس انگیزش برای انجام عمل وسواسی و اضطراب و نگرانی به‌علت مقاومت در برابر انجام آن‌را، توأمان دارد. در این زمان که بیمار مورد حمله‌ی بیماری واقع شده، هدف «تغییر کانال» در جهت انجام فعالیتی جدید به مدت پانزده تا سی دقیقه است. (اگر کسی نمی‌تواند این مدت را تاب بیاورد، هر مدت‌زمانی‌که بتواند در برابر این انگیزش مقاومت کند، ولو یک دقیقه، پربار خواهد بود. ظاهراً این پایداری و این تلاش، عاملی است که باعث ایجاد سیکل‌های جدید می‌شود).
تکنیک مورد استفاده‌ی شوارتز برای درمان مبتلایان به اختلال وسواس فکری-عملی و روش CI که تاب برای درمان مبتلایان به سکته‌ی مغزی استفاده می‌کرد، آشکارا در یک‌جهت هستند. با الزام بیمار برای «تغییر کانال» و تمرکز بر روی انجام یک فعالیت جدید، شوارتز محدودیتی را به بیمار تحمیل می‌کند؛ چیزی مانند دستکش تاب؛ و با مجاب کردن بیمار برای تمرکز شدید بر روی رفتار جدید در مقاطع زمانی سی‌دقیقه‌ای آن‌ها را در معرض تمرینات انبوه قرار می‌دهد.
در فصل سوم این کتاب با عنوان «طراحی دوباره‌ای برای مغز» ما درباره‌ی دو قانون کلیدی پلاستیسیتی خواندیم که در مورد این روش درمان هم کاربرد دارد. اولین قانون این است که نورون‌هایی که با هم پیغام می‌فرستند به هم سیم‌پیچی و مربوط می‌شوند. با انجام کاری لذت‌بخش به‌جای آن عمل وسواسی، بیماران سیکل جدیدی را به‌وجود می‌آورند که به‌تدریج تقویت شده، جایگزین آن عمل وسواسی می‌شود. دومین قانون این است که نورون‌هایی که

جدا از هم پیغام می‌فرستند به هم سیم‌پیچی و مربوط نمی‌شوند. با انجام ندادن آن عمل وسواسی، بیماران از نظر ذهنی ارتباط بین آن عمل وسواسی و این احساس که انجام آن باعث از بین رفتن نگرانی در آن‌ها می‌شود را قطع می‌کنند. این قطع ارتباط حیاتی است، زیرا همان‌طور که دیدیم درحالی‌که انجام عمل وسواسی باعث از بین رفتن نگرانی در کوتاه‌مدت می‌شود، اما وضعیت خود بیماری را در درازمدت بدتر می‌کند.
استفاده از این روش باعث شده شوارتز نتایج خوبی را بگیرد. وضعیت هشتاد درصد از بیماران او با استفاده از این روش در کنار استفاده از دارو -به‌خصوص داروهای ضدافسردگی آنافرانیل و یا پروزاک- بهتر شده است. عملکرد استفاده از دارو در این پروسه مانند آموزش رکاب زدن در یادگیری دوچرخه‌سواری است. استفاده از دارو باعث جدی نگرفتن نگرانی از سوی بیمار و یا کاهش آن تاحدی می‌شود که بتواند از تراپی بهره ببرد. در طول زمان، بسیاری از بیماران استفاده از دارو را کنار گذاشته‌اند و کسانی هم بوده‌اند که از ابتدا نیازی به استفاده از آن نداشتند.
من خود شاهد بوده‌ام که استفاده از روش قفل مغزی، در مواردی مانند ترس از میکروب‌ها، شستن دست‌ها، رفتار وسواسی وارسی، رفتار وسواسی تخطئه کردن و ترس‌های مالیخولیایی غیرطبیعی عملکردی خوب داشته است. هنگامی‌که بیمار با استفاده از این روش بر روی خود کار می‌کند «تغییر دنده به‌صورت دستی» بیشتر و بیشتر به‌سوی اتوماتیک‌وار شدن می‌رود. مدت‌زمان بروز این افکار و رفتار وسواسی کوتاه‌تر و از نظر دفعات کمتر می‌شود و گرچه که ممکن است در زمان بروز اضطراب، علائم بیماری عود کند اما بیمار با استفاده از تکنیک جدید تازه‌یافته می‌تواند سریعاً کنترل اوضاع را به‌دست گیرد.
هنگامی‌که شوارتز و اعضای تیمش مغز بیماران بهبودیافته‌ی خود را مورد اسکن قرار دادند، دریافتند سه قسمت از مغز که قبلاً «قفل» شده بودند و با روشی بیش‌فعال با هم پیغام می‌فرستادند، شروع به فرستادن پیغام به‌صورت جداگانه و طبیعی کرده‌اند. این نشانه‌ی آن بود که قفل مغزی باز شده است.
یک‌شب در یک مهمانی شام با دوستی بودم که اینجا او را اما می‌نامم، به همراه همسر نویسنده‌اش به‌نام تئودور و چند مهمان دیگر.
اکنون اما در دهه‌ی پنجم از زندگی خود است. هنگامی‌که وی بیست‌وسه‌ساله بود، یک جهش خودبه‌خود ژنتیکی در وی باعث شد که به بیماری با نام رنگ‌دانه‌ای شدن شبکیه(۱۵۲) مبتلا شود. این بیماری باعث مرگ سلول‌های شبکیه‌ی چشم می‌شود. پنج‌سال پیش‌ازاین بود که اما به‌کلی نابینا شد و شروع به گرفتن کمک از یک سگ مخصوص هدایت افراد نابینا به نام متی کرد.
نابینایی در اما باعث شده بود که مغز و طریقه‌ی زندگی او از نو برنامه‌ریزی شود. تعدادی از ما که در آن مهمانی شام حضور داشتیم، به ادبیات علاقه‌مند بودیم. نابینایی در اما باعث شده بود که بسیار بیشتر از ما کتاب خوانده باشد. یک برنامه‌ی کامپیوتری از سیستم آموزشی کورتزوایل هست که کتاب را برای

او به صدای بلند و یکنواخت می‌خواند، در هنگام رسیدن به ویرگول مکث می‌کند، زنجیره‌ی کلام را با رسیدن به نقطه پاره می‌کند و به هنگام رسیدن به علامت سؤال آهنگ صدا را بالا می‌برد. این برنامه‌ی کامپیوتری آن‌قدر با سرعت متن را می‌خواند که من یک کلمه‌ی آن‌را متوجه نمی‌شوم ولی اما یاد گرفته که به‌تدریج به آن با سرعت بیشتر و بیشتری گوش کند به‌صورتی که اکنون سرعت خواندن وی در حدود ۳۴۰ کلمه در دقیقه است و با این سرعت بر روی تمام آثار ادبی کلاسیک مهم مانور می‌دهد. «من یک نویسنده را در نظر می‌گیرم و همه‌ی آثاری را که تاکنون نوشته، می‌خوانم و بعد به سراغ بعدی می‌روم». او آثار مربوط به داستایوفسکی (آن چیزهایی که موردعلاقه‌اش بوده‌اند)، گوگل، تولستوی، تورگنف، دیکنز، چسترتون، بالزاک، هوگو، فلوبر، پروست، استاندال و بسیاری دیگر از نویسندگان را مطالعه کرده است. اخیراً او سه اثر ترولوپ را در یک‌روز مطالعه کرد. یک‌بار از من پرسید چگونه ممکن است که بتواند با این میزان سرعت بیشتر از قبل از نابینا شدنش کتاب بخواند. فرضیه‌ای که من برای او شرح دادم این بود که ساختار عظیم کورتکس بینایی که دیگر هیچ تصویری را پردازش نمی‌کند، تحت تسلط بخش پردازش شنوایی او قرار گرفته است.

ولی در آن شب خاص اما از من پرسید که آیا من چیزی درباره‌ی نیاز فرد به وارسی چیزها، آن‌هم در دفعات مکرر، می‌دانم. او به‌من گفت اغلب هنگامی‌که می‌خواهد به بیرون از منزل برود مشکلات عدیده‌ای دارد، زیرا باید اجاق گاز و قفل‌ها را چندین‌باره وارسی کند. هنگامی‌که قصد رفتن به سرکار را دارد برای انجام وارسی به خانه بازمی‌گردد، بعد به‌قصد رفتن به سرکار به‌راه می‌افتد، نیمی از مسیر را نرفته دوباره بازمی‌گردد تا مطمئن شود که در را قفل کرده است. هنگامی‌که برمی‌گردد خود را مجبور می‌بیند که دوباره اجاق‌گاز و وسایل برقی و شیر آب را امتحان کند که حتماً خاموش یا بسته باشند. با ترک خانه دوباره این سیکل چندین بار دیگر تکرار می‌شود؛ این درحالی است که او در هربار تلاش می‌کند با این انگیزش‌ها مبارزه کند. او برایم شرح داد که در سنین رشد، پدر مستبدش عامل بروز اضطراب در وی بوده است. هنگامی‌که خانه‌ی پدر را ترک کرد، نگرانی هم در او از بین رفت. او خاطرنشان کرد که ظاهراً اکنون این وارسی‌ها جای آن نگرانی را گرفته و مرتباً هم در حال بدتر شدن است.

من تئوری قفل‌کردن مغز را برای او شرح دادم. به وی گفتم که ما بدون حواس جمع غالباً وسایل منزل را وارسی و باز هم وارسی می‌کنیم؛ بنابراین به او پیشنهاد کردم که وسایل را یک‌بار و فقط یک‌بار اما با حواس کاملاً جمع وارسی کند.

دفعه‌ی بعد که او را ملاقات کردم شادمان بود. او گفت: «حالا بهترم. وسایل را یک‌بار وارسی می‌کنم و بعد به راه می‌افتم. گو این‌که انگیزه برای وارسی مجدد در من وجود دارد، اما در برابر آن مقاومت می‌کنم و بعد از مدتی تمام می‌شود. هرچقدر که من بیشتر این‌کار را می‌کنم، این انگیزش سریع‌تر رفع می‌شود».

همسرش شوخی می‌کند و می‌گوید درست نیست در یک مهمانی با

نورون‌هایت مزاحم یک روانشناس شوی. او هم در جواب به شوخی به او اخم کرده، می‌گوید: «تئودور معنی این حرف‌ها این نیست که من دیوانه شده‌ام. مشکل فقط این است که مغز من نمی‌تواند صفحه را ورق بزند».

فصل هفت: درد

زاویه‌ی تاریک پلاستیسیتی

هنگامی‌که ما در پی این هستیم که حس‌های گوناگون خود را ارتقاء بخشیم، پلاستیسیتی یک نعمت است اما هنگامی‌که آن‌را در جهت خدمت به درد به‌کار می‌گیریم ممکن است به لعنت خدا هم نیرزد. راهنمای ما در این زمینه یکی از نویدبخش‌ترین صاحب‌نظران در زمینه‌ی پلاستیسیتی یعنی وی. اس. رماچاندران(۱۵۳) است. ویلایانور سابرامانین رماچاندران در مدرس هند به‌دنیا آمد. او یک هندوتبار نورولوژیست و صاحب گنجینه‌ای افتخارآمیز از علوم قرن نوزده است که با مسائل بغرنج قرن بیست‌ویک دست‌وپنجه نرم می‌کند.
راماچاندران پزشک است؛ یک متخصص نورولوژی و در روانشناسی درجه‌ی دکترای خود را از کالج ترینیتی کمبریج گرفته است. ما یکدیگر را در ساندیگو ملاقات کردیم؛ وی در آنجا مدیریت مرکز مغز و ادراک دانشگاه کالیفرنیا را بر عهده دارد. موهای «راما» مشکی و پیچ و تابدار است و یک کت چرم مشکی به تن دارد. او صدایی غران دارد و لهجه‌اش انگلیسی است، اما وقتی‌که هیجان‌زده می‌شود «ر» هایش را کشیده ادا می‌کند.
درحالی‌که بسیاری از نوروپلاستیست‌ها در حال مددرسانی به بیماران هستند تا آنان بتوانند مهارت‌های خود را بهبود بخشند و یا مهارت‌های جدیدی کسب کنند -بخوانند، حرکت کنند و یا بر ناتوانی‌های خود در یادگیری فائق آیند- رماچاندران از پلاستیسیتی در جهت شکل دادن دوباره به محتوای ذهنی استفاده می‌کند. او نشان می‌دهد که با استفاده از درمان‌های نسبتاً ساده و بدون درد که در آن‌ها قوه‌ی تصور و ادراک ما به‌کار گرفته می‌شوند، می‌توانیم مغزمان را از نو سیم‌پیچی کنیم.
دفتر کار او انباشته از دستگاه‌های مدرن نیست، بلکه پر است از ماشین‌های ساده‌ی متعلق به قرن نوزدهم؛ ابداعات ساده‌ای که موجب جذب کودکان به سمت علم می‌شد؛ ازجمله یک استریوسکوپ، وسیله‌ی بصری که از یک صحنه دو عکس می‌گرفت و سه‌بعدی به نظر می‌آمد. یک وسیله‌ی مغناطیسی هم هست که زمانی برای درمان هیستری مورد استفاده قرار می‌گرفت، تعدادی آینه‌های محدب و مقعر، چند ذره‌بین قدیمی، چند فسیل و مغز در الکل گذاشته شده‌ی یک انسان بزرگ‌سال. علاوه بر این‌ها مجسمه‌ای از فروید، تصویری از داروین و تعدادی آثار هنری هندی از جمله دیگر اقلامی است که در این دفتر به چشم می‌خورد.
این دفتر تنها می‌تواند به یک نفر تعلق داشته باشد؛ شرلوک هلمز نورولوژی مدرن یعنی وی. اس. رماچاندران. او هم مانند یک کارآگاه، هر بار یک مورد اسرارآمیز را رمزگشایی می‌کند، گویی مطلقاً بی‌خبر است که دانش امروز به

مطالعات آماری کلان گره خورده است. او معتقد است هر مورد به‌تنهایی دارای هر آن‌چیزی است که علم بدان نیاز دارد و موضوع را چنین مطرح می‌کند: «تصور کن قرار است که من یک خوک را به یک دانشمند شکاک هدیه دهم و اصرار دارم که این خوک می‌تواند انگلیسی صحبت کند. اگر این دانشمند بگوید که ‘اما این فقط یک خوک است رماچاندران. یکی دیگر مثل این به‌من نشان بده، آن‌وقت شاید حرفت را باور کنم’! آیا این درخواست واقعاً به ادراک این فرد شکاک کمک می‌کند»؟

او مکرراً نشان داده که با توضیح «موارد عجیب‌وغریب» در نورولوژی، می‌توان عملکرد مغزهای معمولی را هم روشن کرد: «من از حجمه‌ی تعداد در علوم متنفرم». او به گردهمایی‌های پرتعداد دانشمندان هم علاقه‌ای ندارد. «من به دانشجویانم می‌گویم هر وقت به این گردهمایی‌ها رفتید ببینید همه به کدام طرف می‌روند، آن‌وقت شما جهت مخالف را در پیش بگیرید».

راماچاندران به‌من می‌گوید که از هشت‌سالگی دور رفتن به مهمانی و یا شرکت در فعالیت‌های ورزشی را خط کشیده و در عوض وقت خود را صرف علایقش کرده است؛ فسیل‌شناسی (او فسیل‌های نادری را در این رابطه جمع کرده)، صدف‌شناسی (مطالعه‌ی صدف‌های دریایی)، حشره‌شناسی (او علاقه‌ی عجیبی به انواع سوسک‌ها داشته) و گیاه‌شناسی (کاشت انواع ارکیده را انجام می‌داده است). زندگینامه‌ی او در شکل موجودات طبیعی و زیبا در سراسر اتاقش پهن شده است؛ انواع فسیل‌ها، صدف‌ها، حشرات و گیاهان. وی به‌من می‌گوید که اگر نورولوژیست نمی‌شد، حتماً باستان‌شناس می‌شد و به مطالعه‌ی تمدن‌های قدیمی سومر، بین‌النهرین یا دره‌ی ایندوس می‌پرداخت. این‌گونه کاوش‌های اساساً عهد عتیقی باعث شد که علاقه‌ی وی به سمت علم طلایی آن دوران یعنی تاکسونومی کشیده شود؛ آنجا که گروه دانشمندان در اطراف‌واکناف دنیا با استفاده از چشم غیرمسلح و کار مفتشانه‌ی داروین به طبقه‌بندی موجودات طبیعی و نامتعارف اقدام می‌کردند و آن‌ها را به‌صورت تئوری‌های عریض و طویلی درهم می‌بافتند که ماهیت عظیم دنیای موجودات زنده را توضیح می‌داد.

راماچاندران به این‌طریق به نورولوژی نزدیک شد. در تحقیقات اولیه‌اش، او افرادی را مورد بررسی قرار می‌داد که دچار توهمات ذهنی بودند. وی بر روی افرادی مطالعه می‌کرد که بعد از صدمات مغزی فکر می‌کردند پیامبرند؛ یا کسانی که دچار سندرم کاپگراس(۱۵۴) بودند و به این باور رسیده بودند که والدین و یا همسران آن‌ها شیادانی بیش نیستند؛ افرادی بدلی از کسانی که واقعاً مورد علاقه‌ی آن‌ها بودند. او توهمات بصری و نقاط کور دیدگان را مورد مطالعه قرار داد. اطلاع او از این‌که در هر یک از این بیماری‌ها چه واقع شده است -عموماً بدون استفاده از تکنولوژی مدرن- باعث روشن‌تر شدن چگونگی عملکرد مغزهای طبیعی و سالم می‌شد.

او می‌گوید: «من به دستگاه‌های پیچیده‌ی فانتزی اعتقاد ندارم، زیرا یادگرفتن

چگونگی کار با آن‌ها وقت زیادی می‌گیرد و به نتیجه‌ی کار هنگامی‌که بین داده‌های خام و نتیجه‌گیری نهایی فاصله‌ی زیادی وجود دارد، مشکوکم. این فاصله‌ی زیاد فرصت بازی با داده‌ها را فراهم می‌کند و انسان‌ها، چه دانشمند و چه غیر دانشمند، آشکارا استعداد زیادی برای فریب خود دارند».
راماچاندران یک جعبه‌ی چهارگوش بزرگ را بیرون می‌کشد که درون آن یک آینه‌ی قائم وجود دارد و شبیه به یک تردستی کودکانه است. با استفاده از این جعبه و نظریاتش در مورد پلاستیسیتی او معمای قدیمی عضو خیالی(۱۵۵) که به مدت چندین قرن لاینحل مانده و دردهای مزمنی برای بیماران به همراه داشت را حل کرد.
دردهای عذاب‌آور زیادی وجود دارند که به دلایلی که ما آن‌ها را نمی‌دانیم؛ از عالم غیب سر می‌رسند و باعث آزار ما می‌شوند؛ دردهایی که در آن‌ها فرستنده آدرس ندارد. دریاسالار انگلیسی، لرد نلسون، در جریان حمله‌ی سانتاکروز دتنریف در سال ۱۹۷۹ دست راست خود را از دست داد. رماچاندران می‌گوید اما کمی بعدازاین واقعه بود که او به‌صورتی شفاف حضور دستش را احساس می‌کرد، دستی خیالی که او می‌توانست وجود آن‌را احساس کند اما نمی‌توانست آن‌را ببیند. نلسون نتیجه گرفت که احساس حضور دست «نشانه‌ای مستقیم از وجود روح است». او دلیل می‌آورد که اگر بشود یک دست را بعد از قطع شدن احساس کرد، بنابراین وجود یک فرد بعد از نابودی کامل جسم او نیز ممکن است.
وجود این عضو خیالی مشکل‌زاست، زیرا در ۹۵ درصد از کسانی که عضوی از بدنشان قطع شده «درد موهومی» و مزمنی را ایجاد می‌کند که غالباً در تمام مدت عمر ادامه پیدا می‌کند؛ اما چگونه می‌توان درد عضوی را از بین برد که وجود خارجی ندارد؟
دردهای موهومی باعث عذاب سربازانی هستند که دچار قطع عضو شده‌اند و یا افرادی که در اثر سانحه‌ای دست‌وپایشان را از دست داده‌اند. آن‌ها بخشی از دسته‌ای بزرگ‌تر از دردهای موهومی هستند که به دلیل نبودن عضوی سرمنشأ برای تولید آن‌ها، چندین هزاره است پزشکان را دچار گیجی کرده‌اند. حتی بعد از انجام عمل‌های جراحی معمولی، بعضی افراد دچار دردهای بعد از عمل می‌شود که به همان اندازه عجیب بوده و برای تمام عمر آن‌ها را درگیر خود می‌کند. از جمله‌ی موارد علمی که در مورد چنین دردهایی نوشته شده، داستان‌هایی از زنانی است که حتی بعد از عمل جراحی خارج کردن رحم، هنوز دچار دردهای قاعدگی و زایمانی می‌شوند و مردانی که باوجود برداشتن بافت زخم معده و اعصاب مربوط به آن هنوز دچار درد زخم معده هستند و یا افرادی که انجام عمل برداشت روده در آن‌ها دردهای مزمن مقعدی و بواسیری را برایشان باقی گذاشته است. مواردی هم از کسانی گزارش شده که مورد عمل برداشتن مثانه واقع شده‌اند، اما هنوز نیاز به ادرار کردن در آن‌ها به‌صورت جدی، دردناک و فوری ظاهر می‌شود. اگر ما این دردها را دردهای موهومی در

نظر بگیریم که در نتیجه‌ی «قطع» یک عضو داخلی از بدن به‌وجود می‌آیند، آن‌وقت است که می‌توان این موارد را درک کرد.
دردهای معمولی و «دردهای حاد» با فرستادن پیغام به مغز در مورد جراحت و یا بیماری به ما هشدار می‌دهند. معنی پیغام آن‌ها این است که «این جایی از بدن است که صدمه دیده، مواظبش باش»؛ اما گاهی جراحت می‌تواند به هر دو قسمت بافت و اعصاب سیستم درد در بدن صدمه بزند و باعث ایجاد «درد نوروپاتیکی(۱۵۶)» شود که برای آن منشأ خارجی وجود ندارد. به‌این‌ترتیب نقشه‌های درد در مغز ما آسیب می‌بینند و پیغام‌های لاینقطع نادرستی می‌فرستند که باعث می‌شود ما فکر کنیم مشکل از بدن ماست درحالی‌که مشکل در مغز ماست. مدت‌ها پس از بهبود بدنی، سیستم درد در بدن هنوز پیغام می‌فرستد و درد حاد تا پایان عمر ما را همراهی می‌کند.

***

عضو خیالی اختلالی است که اولین بار توسط سیلاس ویر میچل(۱۵۷) مطرح شد. او پزشک آمریکایی بود که به جراحات سربازان در جنگ گتیزبرگ رسیدگی می‌کرد و بروز موجی از توهمات در سربازان باعث برانگیخته شدن حس کنجکاوی وی شد. دست‌ها و پاهای زخمی سربازانی که در این جنگ شرکت کرده بودند، غالباً دچار قانقاریا می‌شد و تنها راه برای نجات آن‌ها از چنگال مرگ، در دورانی که هنوز آنتی‌بیوتیک کشف نشده بود، قطع دست یا پا قبل از انتشار قانقاریا به سراسر بدنشان بود؛ اما مدت‌زمان کوتاهی بعد از قطع دست‌وپا، این بیماران اظهار می‌کردند که دست‌وپای قطع شده چون ارواحی به مکان قبلی‌شان بازگشته‌اند.
میچل نام این اختلال را در ابتدا «ارواح حسی» گذاشت اما بعد آن‌را به «عضوهای خیالی» تغییر داد.
این اختلال دارای احساساتی کاملاً واقعی است. بیمارانی که دست خود را از دست داده‌اند گفته‌اند که بعضی اوقات در هنگام صحبت، سلام و احوالپرسی با دوستان و یا در هنگام زنگ خوردن گوشی تلفن احساس می‌کنند که دستشان حرکت متناسب با هر موقعیت را انجام می‌دهد.
تصور تعداد کمی از پزشکان این بود که این توهمات نتیجه‌ی افکار آرزومندانه است؛ تصوری که توسط آن می‌توان واقعه‌ی دردناک از دست دادن عضو را رد کرد؛ اما فرضیه‌ی مورد قبول بیشتر پزشکان این بود که عصبی که دربیخ انتهایی عضو از دست داده واقع شده، با حرکت تحریک و یا آزرده می‌شود. بعضی از پزشکان سعی کردند که این توهم را از طریق قطع کردن نه یک‌باره، بلکه چندین مرحله‌ای عضو از بین ببرند. برای این منظور آن‌ها هر بار بخشی از عضو و اعصاب آن‌را قطع می‌کردند، با این امید که این روش ممکن است توهم را از بین ببرد؛ اما بعد از هر عمل توهم دوباره ظاهر می‌شد.
از زمان تحصیل در رشته‌ی پزشکی، رماچاندران درباره‌ی این توهمات کنجکاو بود. در سال ۱۹۹۱ بود که او مقاله‌ی تیم پونس و ادوارد تاب که درباره‌ی آزمایش

نهایی بر روی میمون‌های سیلور اسپرینگ بود را خواند. همان‌طور که قبلاً گفتیم، پونس مغز میمون‌هایی را مورد نقشه‌برداری قرار داد که در آن‌ها تمامی سیگنال‌های ورودی از دست به مغز، در نتیجه‌ی عمل آوران‌برداری قطع شده بود. او دریافته بود که نقشه‌ی مغزی مربوط به‌دست این میمون‌ها به‌جای این‌که تحلیل رود، فعال شده و اکنون سیگنال‌های ورودی از صورت را پردازش می‌کند؛ که قابل پیش‌بینی هم بود، زیرا همان‌طور که ویلدر پن‌فیلد نشان داده بود نقشه‌های مغزی صورت و دست‌ها در کنار هم قرار دارند.
راماچاندران بلافاصله فکر کرد که شاید پلاستیسیتی بتواند دلیل عضو خیالی را توضیح دهد، زیرا میمون‌های تاب و بیمارانی که دستشان قطع شده بود وضعیتی مشابه داشتند. نقشه‌های مغزی هر دو گروه میمون‌ها و قطع عضو شدگان، دیگر توسط فرستادن پیغام از طرف اعضای مربوطه تحریک نمی‌شد. آیا این امکان وجود داشت که در این افراد، نقشه‌ی مغزی صورت، جای نقشه‌ی مغزی مربوط به دست‌های ازدست‌رفته‌شان را گرفته باشد و لمس‌کردن صورت آن‌هاست که باعث توهم وجود دست در آنان می‌شود؟ سؤالی که در ذهن رماچاندران به‌وجود آمده بود، این بود که با لمس صورت این میمون‌ها، آن‌ها این لمس‌شدگی را در کجا احساس می‌کنند در صورتشان و یا در دست «به آوران‌برداری شده‌شان»؟
تام سورنسن -نامی مستعار برای بیمار- فقط هفده‌سال داشت هنگامی‌که در اثر سانحه‌ی اتومبیل یک دستش را از دست داد. در همان حال پرت شدن در هوا بود که او نگاهش به سمت عقب افتاده و دستش را می‌بیند که درحالی‌که از بدن قطع شده هنوز در حال فشردن تشک صندلی اتومبیل است. آنچه که از دستش باقی مانده بود باید از بالای آرنج قطع می‌شد.
بعد از گذشت حدود چهار هفته، حس عضو خیالی در او به‌وجود آمد که بسیاری از کارهایی را انجام می‌داد که سابقاً دست وی عادت به انجام آن‌ها داشت. در هنگام نوازش برادر کوچک‌ترش و در واکنش به زمین خوردن، دستش به‌صورت غیرارادی کشیده می‌شد. تام نشانه‌های دیگری هم ازاین‌دست خیالی داشت؛ از جمله یکی که به‌شدت او را اذیت می‌کرد: او در دستش احساس خارش می‌کرد، اما دستی وجود نداشت که آن‌را بخاراند.
راماچاندران توسط همکارانش از قطع دست تام آگاه شد و خواست که بر روی او تحقیق کند. برای آزمایش تئوری خود مبنی بر این‌که سندرم عضو خیالی در نتیجه‌ی سیم‌پیچی‌های دوباره‌ی مغزی روی می‌دهد، چشمان تام را بست. بعد با یک گوش‌پاک‌کن شروع به زدن ضربه بر روی قسمت‌های مختلف صورت تام کرد و در همان حال از تام درباره‌ی احساسش می‌پرسید. وقتی‌که به چانه‌ی تام رسید و به آن ضربه زد، تام گفت که این ضربه را هم در چانه وهم در انگشت سبابه‌ی دست خیالی خود احساس می‌کند. وقتی‌که به لب بالایی او ضربه می‌زد، تام آن‌را هم در لب بالایی و هم در انگشت میانی دست خیالی‌اش احساس می‌کرد. رماچاندران دریافت هنگامی‌که او بخش‌های

مختلف صورت تام را لمس می‌کند، او این لمس‌شدگی را در قسمت‌های مختلف دست خیالی‌اش احساس می‌کند. وقتی‌که رماچاندران چانه‌ی تام را در معرض جریانی از آب گرم قرار می‌داد، او حرکت به سمت پایین جریان آب گرم را هم در چانه و هم در دست خیالی‌اش احساس می‌کرد. با استفاده از نتایج آزمایش‌ها، سرانجام رماچاندران دریافت که می‌تواند آن خارش غیرقابل خاریدن که به‌علت آن تام مدت‌ها تحت فشار بود را با خاراندن چانه‌ی او برطرف کند.
بعد از انجام موفقیت‌آمیز آزمایش توسط یک گوش‌پاک‌کن، رماچاندران به سراغ ابزار پیشرفته می‌رود و اسکن مغزی به نام مگ(۱۵۸) را انجام می‌دهد. با نقشه‌برداری مغزی دست و بازوی تام، اسکن تأیید می‌کند که نقشه‌ی مغزی دست او اکنون برای پردازش حس‌های ناحیه‌ی صورت مورد استفاده قرار می‌گیرد. نقشه‌های مغزی صورت و دست وی آمیخته شده بودند.
یافته‌های رماچاندران در مورد تام، که در آغاز باعث ایجاد بحث‌هایی در بین نورولوژسیت‌هایی شده بود که در مورد خاصیت پلاستیسیتی مغز شک داشتند، اکنون به‌طور گسترده مورد پذیرش واقع شده است. گروه آلمانی که تاب با آن‌ها همکاری می‌کرد، مطالعاتی را بر روی اسکن‌های مغزی انجام داد. نتایج این تحقیقات مؤید این بود که بین میزان تغییرات پلاستیک مغز و درجاتی که افراد دردهای توهمی را احساس می‌کنند همبستگی وجود دارد.
ظن قوی رماچاندران دراین‌باره که چرا نقشه‌ها مورد تعرض قرار می‌گیرند این است که در مغز ارتباطات جدید «جوانه» می‌زند. او معتقد است هنگامی‌که بخشی از بدن از دست می‌رود، نقشه‌ی مغزی موجود مربوط به آن عضو، «مشتاق» دریافت محرک‌های ورودی است. به همین دلیل فاکتورهای رشد سلولی را آزاد می‌کند که نورون‌های متعلق به نقشه‌های مغزی مجاور را دعوت می‌کنند تا جوانه‌های کوچکی را به‌طرف آن بفرستند.
معمولاً این جوانه‌های کوچک به سلول‌های مشابه متصل می‌شوند؛ سلول‌های مربوط به لمس، به دیگر سلول‌های مربوط به این حس متصل می‌شوند. البته پوست ما حامل اطلاعاتی بسیار بیشتر از لمس است. پوست دارای گیرنده‌های مجزایی برای تشخیص دما، ارتعاش و همین‌طور درد است. هرکدام از آن‌ها دارای فیبرهای عصبی مخصوص به‌خود است که به سمت مغز می‌روند و هر یک برای خود در مغز نقشه‌ای دارد. بعضی از این نقشه‌ها بسیار به هم نزدیک هستند. گاهی بعد از یک جراحت به دلیل نزدیکی بیش‌ازحد سلول‌های مربوط به لمس، دما و درد به هم ممکن است اشتباهاتی در اتصال آن‌ها به یکدیگر روی دهد. بر این اساس این سؤال برای رماچاندران پیش آمده بود که در موردی که سلول‌های غیرمشابه به هم اتصال یابند، آیا در صورت لمس آن فرد این امکان وجود دارد که او احساس دیگری مانند گرما یا درد را تجربه کند؟ آیا این امکان وجود دارد که کسی که صورتش به‌آرامی مورد لمس قرار می‌گیرد احساس درد در دست خیالی خود کند؟
دلیل دیگری که باعث می‌شود سندرم عضو خیالی به این اندازه دردسرساز و

غیرقابل‌پیش‌بینی باشند این است که نقشه‌های مغزی پیوسته فعال و در حال تغییرند: همان‌طور که مرتزنیچ نشان داد حتی در شرایط عادی نقشه‌های مربوط به‌صورت در مغز تمایل دارند که کمی به اطراف حرکت کنند. نقشه‌های مربوط به عضو خیالی هم به دلیل آن‌که سیگنال‌های ورودی به آن‌ها به‌شدت تغییر کرده شروع به حرکت می‌کنند. رماچاندران و دیگر دانشمندان -از جمله تاب و همکارانش- با انجام اسکن‌های پی‌درپی از مغز نشان داده‌اند که حد فاصل نقشه‌های عضو خیالی در مغز پیوسته در حال تغییر هستند. دلیلی که او فکر می‌کند به‌علت آن افراد دچار سندرم عضو خیالی احساس درد دارند این است که هنگامی‌که یک عضو قطع می‌شود نقشه‌ی مربوط به آن نه‌تنها کوچک می‌شود، بلکه مغشوش شده و دیگر به‌صورت درست عمل نمی‌کند.
اما سندرم عضو خیالی همیشه دردناک نیست. بعدازآنکه رماچاندران یافته‌های خود را به چاپ رساند، بعضی از کسانی که توسط عمل جراحی عضوی از بدنشان برداشته شده بود به او مراجعه کردند. چند تن از کسانی که پایشان قطع شده بود با شرم گزارش دادند که هنگامی‌که رابطه‌ی جنسی دارند ارگاسم را در پای خیالی خود احساس می‌کنند. یک مرد اظهار کرد که به دلیل این‌که پاهای وی بسیار بزرگ‌تر از دستگاه تناسلی‌اش بوده‌اند، احساس ارگاسم وی بعد از قطع پا «بسیار شدیدتر» از قبل شده است.
گرچه در گذشته به نظرات چنین بیمارانی توجه نمی‌شد -با این توجیه که خیال‌پردازی آن‌ها بیش‌ازحد معمول است- اما رماچاندران اعلام کرد که چنین مواردی باعث درک کامل علم اعصاب می‌شوند. در نقشه‌ی مغزی پن‌فیلد نقشه‌ی پاها درست در کنار نقشه‌ی دستگاه تناسلی واقع شده و ازآنجاکه این نقشه دیگر سیگنال ورودی دریافت نمی‌کند، احتمالاً نقشه‌ی دستگاه تناسلی به نقشه‌ی پا هجوم برده و همین باعث می‌شود هنگامی‌که در آلت تناسلی احساس لذت به‌وجود می‌آید، این لذت در پا هم احساس شود. اکنون این شک در ذهن رماچاندران به‌وجود آمده بود که شاید خواسته‌ی انحرافی شهوانی که فتیشیست در پا و یا پاهای خود احساس می‌کند، قسمتی به دلیل نزدیکی نقشه‌ی پاها و دستگاه تناسلی در مغزاست.
به‌این‌ترتیب دیگر موارد مبهم در زمینه‌ی احساسات شهوانی مورد بررسی قرار گرفت. یک پزشک ایتالیایی به نام دکتر سالواتوره آگلیوتی(۱۵۹) گزارش کرد، تعدادی از زنانی که تحت عمل جراحی برداشتن پستان قرار گرفته بودند گفته‌اند که هنگام تحریک گوش، استخوان ترقوه و یا جناغ سینه دچار برانگیختگی جنسی می‌شوند. موقعیت مکانی هر سه این قسمت‌ها در نقشه‌های مغزی در نزدیکی نوک پستان است. بعضی از مردانی که دچار سرطان بیضه شده و بیضه‌های آن‌ها با عمل جراحی برداشته شده بود، نه‌تنها بیضه‌های خیالی را در خود احساس می‌کردند بلکه نعوظ خیالی هم داشتند.
هنگامی‌که رماچاندران بیماران بیشتری را مورد بررسی قرار داد که با عمل جراحی عضوی از بدنشان قطع شده بود، دریافت که در حدود نیمی از آنان دچار

این احساس ناخوشایند هستند که عضو خیالی‌شان ثابت و بدون حرکت، در یک حالت معلولیت ثابت آویزان مانده و یا مثل این‌که در پوششی از سیمان گرفتار شده است. احساس بقیه این بود که وزن یک لاشه را با خود حمل می‌کنند. نه‌تنها تصاویر این اعضای افلیج برای همیشه در ذهن آن‌ها باقی می‌مانَد، بلکه در مواردی تأسف‌بار شامل درد و رنجی هم می‌شود که در هنگام از دست دادن عضو بدان دچار شده‌اند. هنگامی‌که یک نارنجک در دست یک سرباز منفجر می‌شود، می‌تواند درد خیالی را ایجاد کند که به شکلی مستمر لحظه‌ی زجرآور انفجار نارنجک را برای او تداعی می‌کند. رماچاندران زنی را ملاقات کرد که انگشت شستش در نتیجه‌ی سرمازدگی قطع شده بود. احساس حضور عضو خیالی در او باعث شده بود که درد عذاب‌آور سرمازدگی هم در وجودش «یخ»زده، باقی بماند. خاطراتی که این افراد از قانقاریا، تاول‌ها و بریدگی‌های قبل از قطع عضو دارند مایه‌ی شکنجه‌شان است؛ به‌خصوص اگر این درد در هنگام قطع عضو هم وجود داشته باشد. درد و رنج در چنین بیمارانی تنها به‌صورت «خاطراتی» مربوط به گذشته نمود نمی‌یابد، بلکه دردی است که در زمان حال جاری است. گاهی یکی از این بیماران برای سال‌ها دچار هیچ دردی نیست، اما وقوع یک اتفاق، مثل فرو کردن سوزن در یک نقطه‌ی حساس، باعث فعال شدن درد در ماه‌ها و یا سال‌های بعد می‌شود.
هنگامی‌که رماچاندران تاریخچه‌ی بیمارانی را مورد بررسی قرار داد که به احساس دست بی‌حرکت و دردناک دچار بودند، متوجه شد که دست آنان قبل از قطع شدن به مدت چندین ماه در قالب بوده و ظاهراً اکنون نقشه‌ی مغزی آنان حالت ثابت دست در مرحله‌ی قبل از قطع‌شدگی را برای همیشه در خود نگاه داشته است. به تصور او وجود این دستِ ناموجود بود که باعث می‌شد احساس افلیجی در آن ادامه پیدا کند. در حالت طبیعی این مرکز فرماندهی حرکت در مغز است که برای حرکت کردن به‌دست فرمان می‌دهد، پس‌ازآن مغز پاسخی از حس‌های مختلف دریافت می‌کند که مؤید آن است که فرمان اجرا شده است؛ اما مغز کسی که دست خود را از دست داده، هرگز چنین تأییدی را دریافت نمی‌کند. ازآنجاکه حالا دیگر نه خود دست وجود دارد و نه گیرنده‌های حرکتی که می‌توانستند این پاسخ را بفرستند، مغز دچار این تصور می‌شود که دست قدرت حرکت ندارد. ازآنجاکه دست در طی ماه‌های متمادی در قالب و یا آویز قرار داشته طرح نقشه‌ی مغزی از آن به‌صورتی بی‌حرکت تثبیت شده است. هنگامی‌که دست قطع می‌شود دیگر هیچ پیغام ورودی برای تغییر نقشه‌ی مغزی فرستاده نمی‌شود، درنتیجه تصور مغز از دست برای همیشه به‌صورت بی‌حرکت باقی می‌ماند؛ وضعیتی مشابه با معلولیت یادگیری شده که تاب در بیماران دچار سکته‌ی مغزی کشف کرد.
رماچاندران به این باور رسید که عدم وجود پاسخ، نه‌تنها باعث احساس عضو خیالی افلیج می‌شود بلکه درد خیالی هم ایجاد می‌کند. بخش مرکزی حرکت در مغز ممکن است برای ماهیچه‌های دست پیغامی بفرستد که خود را منقبض

کنند، عدم دریافت پاسخ تأیید، مبنی بر این‌که دست این حرکت را انجام داده، باعث می‌شود مغز دادن پیغام را شدت بخشد. مثل این‌که به آن دست می‌گوید: «مشت کن، به‌اندازه‌ی کافی مشت نکرده‌ای، هنوز کف دستت را مشت نکرده‌ای! تا حدی که می‌توانی خود را مشت کن»! احساس بیمار در این زمان این است که ناخن‌هایش دارد به کف دستش فرو می‌رود. اگر دست واقعاً وجود داشت چنین مشت کردن شدیدی باعث بروز درد در آن می‌شد، اما این مشت کردن خیالی هم تولید درد می‌کند زیرا حداکثر انقباض و درد همراه این عمل در ذهن وجود دارد.
سپس رماچاندران بی‌باکانه‌ترین پرسش را مطرح کرد؛ این‌که آیا می‌توان معلولیت خیالی و درد «یادگیری شده» را از بین برد؟ این از آن دسته سؤالاتی است که روان‌پزشکان، روانشناسان و روانکاوان ممکن است بپرسند: چگونه می‌توان موقعیتی که جنبه‌ی واقعی ندارد و فقط روانی است را تغییر داد؟ به‌این‌ترتیب بود که رماچاندران شروع به از بین بردن مرزهای بین نورولوژی و روانشناسی، واقعیت و توهم کرد.

در این مسیر بود که ایده‌ی نابغه‌مآبانه‌ی استفاده از یک توهم بر علیه توهم دیگر به مغزش راه یافت. اگر او می‌توانست سیگنال‌های دروغینی به مغز بفرستد، به‌صورتی که مریض تصور کند عضو خیالی او حرکت می‌کند چه اتفاقی می‌افتاد؟
این سؤال باعث شد که او دست به ابداع یک جعبه‌ی آینه‌دار بزند. طراحی این آینه به‌صورتی بود که مغز بیمار را دچار اشتباه می‌کرد. این وسیله تصویر آینه‌ای دست سالم بیمار را به‌گونه‌ای به وی نشان می‌داد که تصور می‌کرد دست قطع‌شده‌ی وی «دوباره» جان گرفته است.

جعبه‌ی آینه‌دار به‌اندازه‌ی یک جعبه‌ی کیک بزرگ، بدون درپوش و دارای دو بخش است، یکی در سمت چپ و دیگری در سمت راست. در قسمت جلویی جعبه دو سوراخ وجود دارد. اگر دست سمت چپ بیمار قطع شده، او دست راست خود را در بخش سمت راستی و در داخل سوراخ می‌گذارد. پس‌ازآن از او می‌خواهند که تصور کند دست خیالی سمت چپش را در قسمت سمت چپ گذاشته است.
یک آینه قائم دو بخش را از هم جدا می‌کند. روی این آینه به سمت دست سالم است. چون این جعبه دارای درپوش نیست بیمار با کمی خم شدن به سمت راست می‌تواند تصویر دست سالم سمت راست خود را در آینه ببیند که در ظاهر به‌صورت دست چپ قبل از قطع شدن نمودار می‌شود. هنگامی‌که وی دست راست خود را به جلو و عقب می‌برد این دست چپ «جان» گرفته‌ی اوست که در ظاهر به سمت جلو و عقب جابه‌جا می‌شود و به‌این‌ترتیب این حرکت با دست خیالی تلفیق می‌شود. رماچاندران امیدوار بود به این طریق مغز

بیمار ممکن است خیال کند که این دست چپ اوست که حرکت می‌کند.
برای یافتن موارد انسانی جهت انجام آزمایش جعبه‌ی آینه‌دار بر روی آن‌ها، رماچاندران آگهی‌هایی مبهم به روزنامه‌های محلی داد که عنوانشان چنین بود، «به افراد قطع عضو نیاز داریم». فیلیپ مارتینز به آگهی پاسخ داد.
در حدود ده‌سال قبل هنگامی‌که فیلیپ با سرعت چهل‌وپنج مایل در ساعت در حال موتورسواری بود در اثر سانحه‌ای از روی آن پرت شد. در اثر این حادثه تمامی عصب‌های دست چپ وی تا نخاع قطع شدند. درحالی‌که دست وی هنوز به بدنش متصل بود، هیچ‌یک از اعصاب وی از نخاع به سمت دست پیغامی نمی‌آوردند و هیچ عصبی نیز به نخاعش پیغام نمی‌فرستاد تا حس‌های گوناگون را به مغز منتقل کند. برای وی بدتر از بلااستفادگی دست، حمل این‌بار اضافه‌ی بدون حرکت در یک آویز به همراه خود بود. او سرانجام تصمیم گرفت که اجازه دهد تا دستش را قطع کنند؛ اما نتیجه‌ی این‌کار برای او احساس درد شدید خیالی در قسمت آرنج خیالی‌اش بود. این دست خیالی افلیج نیز بود و او احساس می‌کرد که اگر بتواند حتی اندکی آن‌را حرکت دهد از درد رها خواهد شد. این وضعیت دشوار او را چنان دچار افسردگی کرده بود که باعث شده بود به فکر خودکشی بیفتد.
هنگامی‌که فیلیپ دست سالم خود را در جعبه‌ی آینه‌دار گذاشت نه‌تنها در آینه دید که دست خیالی‌اش حرکت می‌کند بلکه برای اولین بار این حرکت را احساس کرد. او که سرشار از تعجب و شادمانی شده بود گفت که احساس می‌کند دست خیالی‌اش دوباره به بدنش وصل شده است؛
اما بلافاصله بعدازاینکه چشمانش را می‌بست و یا نگاه خود را از آینه منحرف می‌کرد دوباره دست خیالی‌اش همان حالت فلج‌شدگی را پیدا می‌کرد. رماچاندران جعبه‌ی آینه‌دار را به فیلیپ داد تا به خانه برده و در آنجا هم تمرین کند. او امیدوار بود این تمرین‌ها تحریکی باشد در جهت تغییری پلاستیک در مغز که باعث می‌شد نقشه‌ی مغزی او اتصالی دوباره پیدا کند و به‌این‌ترتیب حالت فلج یادگیری شده‌ی دست خیالی‌اش از بین برود. او هر روز ده دقیقه با این جعبه‌ی آینه‌دار کار می‌کرد، ولی هنوز به نظر می‌رسید کارایی آن فقط تا وقتی است که چشمانش باز است و به تصویر دست سالم خود در آینه نگاه می‌کند.
اما پس از چهار هفته رماچاندران تماسی هیجان‌انگیز از طرف فیلیپ داشت که اطلاع می‌داد نه‌تنها دست خیالی‌اش برای همیشه از حالت افلیجی درآمده، بلکه خیال وجود آن از بین رفته و این حالت حتی هنگامی‌که او از آینه استفاده نمی‌کند هم وجود دارد. نه‌تنها دست خیالی او رفته بود، بلکه درد آزاردهنده‌ی آن‌هم از بین رفته بود. اکنون فقط انگشتان خیالی حضور داشتند که بدون درد از شانه‌ی وی آویزان بودند.
وی. اس. رماچاندران را می‌توان شعبده‌بازی در حیطه‌ی علم اعصاب دانست؛ اولین پزشکی که عمل به‌ظاهر غیرممکنی را به مرحله‌ی اجرا درآورد: عمل جراحی موفقیت‌آمیز قطع عضو خیالی. رماچاندران این جعبه را برای معالجه‌ی

تعدادی دیگر از بیماران به‌کار برد که باعث شد در حدود نیمی از آنان درد خیالی پایان یابد، عضو خیالی از حالت افلیج‌شدگی درآید و بیمار احساس کند که بر این عضو خیالی کنترل دارد. دانشمندان دیگر هم دریافتند که بیمارانی که تحت درمان با جعبه‌ی آینه‌دار قرار می‌گیرند بهبود می‌یابند. اسکن مغزی نشان داد با بهبود این بیماران نقشه‌های حرکتی عضو خیالی آن‌ها افزایش می‌یابد، کوچک شدن نقشه‌ی مغزی که همراه با قطع عضو به‌وجود آمده بود روندی معکوس پیدا می‌کند و نقشه‌های حسی و حرکتی حالت طبیعی خود را بازمی‌یابند.
ظاهراً جعبه‌ی آینه‌دار با تغییر ادراک بیمار از تصویر بدنی خود باعث از بین رفتن درد در بیماران می‌شود. این کشفی مهم است؛ زیرا زوایای پنهان چگونگی عملکرد مغز و چگونگی احساس درد توسط ما را روشن می‌کند.
درد و تصویری که ما از بدن خود داریم ارتباط نزدیکی با هم دارند. ما همیشه درد را هنگامی‌که بر بدن سایه انداخته احساس می‌کنیم. هنگامی‌که کمر خود را می‌کشید می‌گویید، «این کمر آخر مرا می‌کشد» و هیچ‌وقت نمی‌گویید «این سیستم درد در بدنم آخر مرا می‌کشد»؛ اما داشتن عضو خیالی نشان داده که ما برای احساس درد در یک عضو، نیازی به داشتن آن عضو و یا حتی گیرنده‌های درد نداریم. صرفاً اگر توسط نقشه‌های مغزی تصویری بدنی از آن‌ها داشته باشیم نیز کفایت می‌کند. کسانی‌که اعضای بدن خود را از دست نداده‌اند معمولاً نمی‌توانند این مفهوم را درک کنند، زیرا تصویر ما از بدنمان درست بر اساس اعضای واقعی آن طرح‌ریزی شده و غیرممکن است که تصویر ما از بدنمان چیزی جدای از آن باشد. رماچاندران می‌گوید: «بدن خود شما یک خیال است، چیزی که مغز شما آن‌را صرفاً در جهت آسودگی شما ساخته است».
اما عموماً ما تصویرهایی تحریف شده از بدن خود داریم که نشان‌گر این است که بین تصویر ما از بدنمان و خود بدن تفاوت‌هایی وجود دارد. تصور انسان‌های مبتلا به بی‌اشتهایی در هنگامی‌که از گرسنگی در حال مرگ هستند بدین‌صورت است که فکر می‌کنند چاق شده‌اند؛ مردمی که دچار این تصورات تحریف شده از بدنشان هستند، شرایطی که به آن «اختلال بدشکلی بدن» می‌گویند، می‌توانند بخشی از بدنشان که کاملاً حالت و شکلی طبیعی دارد را معیوب تصور کنند. آن‌ها فکر می‌کنند گوش، بینی، لب‌ها، سینه، آلت تناسلی، واژن و یا ران‌هایشان زیاده از حد بزرگ و یا کوچک است و یا این‌که صرفاً «آن‌طور که باید باشد نیست» و به این دلیل به‌شدت احساس شرم می‌کنند. مرلین مونرو تصور می‌کرد که دارای نقص‌های بدنی زیادی است. چنین افرادی غالباً اقدام به جراحی پلاستیک می‌کنند، اما بعد از عمل هنوز دچار احساس بدقوارگی هستند. این افراد برای تغییر تصویری بدن خود به‌جای عمل جراحی نیاز به «جراحی نوروپلاستیک» دارند.
موفقیت رماچاندران در ارائه‌ی سیم‌پیچی دوباره‌ای از اعضای خیالی در مغز باعث شده به این فکر بیفتد که ممکن است راهی برای سیم‌پیچی دوباره‌ی

مغز افرادی که دچار تصورات تحریف‌شده از بدنشان هستند نیز وجود داشته باشد. برای درک بهتر تعریف او از تصویرهای بدنی از وی خواستم که اگر ممکن است تفاوت بین بدن واقعی و آن چیزی که ذهن از آن می‌سازد را نشان دهد.
او مرا پشت میز نشاند و یک‌جور دست پلاستیکی مصنوعی از آن نوعی که در مغازه‌های اسباب‌بازی‌فروشی می‌فروشند را بیرون آورد و روی میز گذاشت. انگشتان این دست در جلوی من بر روی میز و در جهت موازی با لبه و در فاصله‌ی یک اینچی آن قرار داشت. سپس از من خواست که دستم را بر روی میز بگذارم، به‌موازات دست مصنوعی و با فاصله‌ی حدود هشت اینچی از لبه‌ی میز. اکنون دست من و آن دست مصنوعی دقیقاً در یک خط وجهت قرار داشتند. بعد او یک صفحه‌ی مقوایی را بین من و دست مصنوعی قرار داد، به ترتیبی که من فقط می‌توانستم دست مصنوعی را ببینم.
بعد درحالی‌که من مشغول نگاه کردن بودم با دستش ضرباتی به‌دست مصنوعی زد. در همان حین با دست دیگرش ضرباتی هم به‌دست من در پشت مقوا می‌زد. وقتی‌که به شست دست مصنوعی ضربه می‌زد همان ضربات را هم به انگشت شست من می‌زد. هنگامی‌که سه‌بار به انگشت کوچک دست مصنوعی ضربه می‌زد، همان سه ضربه را هم به انگشت کوچک دست من می‌زد با همان ریتم و در یک‌زمان. وقتی‌که به انگشت میانی دست مصنوعی ضربه می‌زد، به انگشت میانی دست من هم ضربه می‌زد.
چند لحظه طول نکشید که در من این احساس که دست خودم ضربه می‌خورد از بین رفت و این حس به‌وجود آمد که ضربه خوردن من از دست مصنوعی است. دست مصنوعی تبدیل به بخشی از تصویربدنی من شده بود! این خطای ادراکی بر اساس همان قاعده‌ای عمل می‌کند که ما را به‌اشتباه انداخته و فکر می‌کنیم که این قهرمانان نمایش خیمه‌شب‌بازی، کارتون و فیلم هستند که واقعاً دارند صحبت می‌کنند چراکه لب‌های آن‌ها هماهنگ با صدا حرکت می‌کند.
پس‌ازآن رماچاندران تردستی انجام داد که حتی از اولی هم ساده‌تر بود؛ او از من خواست دست راستم را زیر میز ببرم، به‌این‌ترتیب دست من پنهان شد. سپس با یک دست شروع به ضربه زدن بر روی سطح میز کرد، این در حالی بود که با دست دیگرش در همان لحظه و با همان ریتم بر روی دست من که زیر میز قرار داشت و من نمی‌توانستم آن‌را ببینم ضربه می‌زد. وقتی‌که نقطه‌ی ضربه زدن بر روی میز را با کمی انحراف به سمت چپ یا راست تغییر می‌داد، همان تغییر را هم در مورد جهت ضرباتی اعمال می‌کرد که بر روی دست من در زیر میز می‌زد. بعد از چند دقیقه من این احساس که دستم در زیر میز دارد ضربه می‌خورد را از دست دادم و به‌جای آن -این احساس خارق‌العاده بود- این حس در من به‌وجود آمد که تصویر بدنی دست من با سطح میز تلفیق شده و این‌که احساس ضربه خوردن من در ظاهر از سطح میز است که به‌من منتقل می‌شود. او خطای ادراکی را به‌وجود آورده بود که در آن تصویر بدنی من از حس‌هایم اکنون چنان گسترده بود که شامل یک میز هم می‌شد!

او افرادی که تحت این آزمایش قرار می‌گرفتند را به یک اسباب برقی اندازه‌گیری واکنش پوستی وصل می‌کرد که واکنش تنشی را اندازه می‌گرفت.
وی بر روی سطح میز و بر روی دست فرد تحت آزمایش در زیر میز ضربه می‌زد تا هنگامی‌که تصویر بدنی او شامل میز هم می‌شد، در آن هنگام وی یک چکش بیرون می‌آورد و با آن بر روی سطح میز ضربه‌ای محکم می‌زد. در این هنگام واکنش تنشی فرد تحت آزمایش به حداکثر میزان خود می‌رسید؛ درست مثل این‌که رماچاندران با آن بر دست واقعی او ضربه زده است.

***

بر اساس نظرات رماچاندران این مغز است که مانند تصویر بدنی، درد را نیز به‌وجود آورده و آن‌را به بدن می‌فرستد. این اظهار بر خلاف نظر عوام و دیدگاه سنتی علوم اعصاب است که می‌گوید هنگامی‌که ما صدمه می‌بینیم گیرنده‌های درد در ما سیگنال یک‌طرفه به مرکز حسی درد در مغز می‌فرستند و این‌که شدت دردی که احساس می‌شود بستگی به میزان وخیم بودن جراحت دارد. تصور ما این است که درد همیشه نشان‌دهنده‌ی دقیقی از میزان آسیب است. این دیدگاه سنتی به زمان فیلسوف معروف دکارت برمی‌گردد که به نظرش مغز چیزی بیش از یک دریافت‌کننده‌ی انفعالی درد نبود؛ اما این دیدگاه در سال ۱۹۶۵ از بین رفت و آن هنگامی بود که دانشمند علوم اعصاب رونالد ملزاک([۱۶۰]) (یک کانادایی که بر روی سندرم عضو خیالی و درد تحقیق می‌کرد) به همراهی پاتریک وال([۱۶۱]) (یک انگلیسی که بر روی درد و پلاستیسیتی تحقیق می‌کرد) مهم‌ترین مقاله در زمینه‌ی درد را در طول تاریخ نوشتند. بر اساس فرضیه‌ی وال و ملزاک، سیستم درد در تمام مغز و نخاع گسترده شده است و این‌که مغز یک دریافت‌کننده‌ی انفعالی نیست، بلکه سیگنال‌های درد را به آن صورت که ما آن‌ها را احساس می‌کنیم، کنترل می‌کند.
«نظریه‌ی کنترل دریچه‌ای درد([۱۶۲])» وجود یک سری از عوامل کنترلی یا «دریچه‌ها» را مابین محل جراحت و مغز مطرح می‌کند. هنگامی‌که سیگنال‌های درد از بافت آسیب‌دیده و از طریق سیستم عصبی ارسال می‌شوند از چندین «دریچه» می‌گذرند که از نخاع آغاز شده و تا مغز پیش می‌روند؛ اما این پیغام‌ها فقط در صورت «اجازه»ی مغز جابجا می‌شوند و آن‌هم درصورتی‌که مشخص شود آن‌قدر مهم هستند که باید عبور کنند. اگر اجازه صادر شود، یک دریچه باز شده و با روشن شدن نورون‌های خاص و انتقال سیگنال‌ها از طرف آن‌ها احساس درد افزایش می‌یابد. مغز همچنین قادر است با ترشح اندرفین، یک دریچه را بسته و جلوی عبور سیگنال درد را بگیرد. اندرفین مسکنی طبیعی است که برای فرونشاندن درد از سوی بدن تولید می‌شود.
تئوری دریچه می‌توانست انواع دردها را توضیح دهد. برای نمونه در جنگ جهانی دوم و در طی پیاده شدن نفرات ارتش آمریکا در خاک ایتالیا، ۷۰ درصد از سربازانی که به‌شدت زخمی شده بودند گزارش می‌کردند که احساس درد نمی‌کنند و به هیچ مسکنی نیاز ندارند. مردانی که در صحنه‌ی جنگ زخمی

می‌شوند، معمولاً احساس درد نمی‌کنند و به جنگ ادامه می‌دهند؛ مثل این است که مغز «دریچه» را بسته تا توجه سرباز گرفتار در جنگ، کاملاً معطوف به این شود که چگونه از گزند دشمن نجات یابد. تنها هنگامی‌که اوضاع امن است، سیگنال‌های درد اجازه می‌یابند که به سمت مغز بروند.
مدت‌های مدیدی است که پزشکان به این نکته پی برده‌اند که فردی که انتظار دارد با استفاده از قرص‌های مسکن از درد رهایی یابد غالباً به این خواسته‌ی خود می‌رسد، حتی اگر آن قرص دارونما بوده و در آن هیچ ماده‌ی مسکنی وجود نداشته باشد. اسکن‌های مغزی نشان می‌دهند در زمان اثرگذاری دارونما، مغز مناطقی از خود که به درد پاسخ می‌دهند، را خاموش می‌کند. هنگامی‌که یک مادر با ابراز سخنان محبت‌آمیز و نوازش، فرزند صدمه‌دیده‌ی خود را آرام می‌کند به مغز وی کمک می‌کند تا میزان درد را کاهش دهد. بخش مهمی از این‌که ما به چه میزان درد را احساس می‌کنیم توسط مغز و فکر ما تعیین می‌شود؛ وضع خلقی فعلی‌مان، تجارب قبلی‌مان از درد، روانشناسی ما و این‌که فکر می‌کنیم جراحتمان تا چه حد جدی است.
وال و ملزاک نشان دادند نورون‌های سیستم درد در بدن ما، بیش‌ازاندازه‌ی تصورمان پلاستیک هستند و قابلیت تغییر دارند. این‌که نقشه‌های نخاعی درد می‌تواند میزان درد در جراحت بعدی را تغییر دهند و این‌که یک جراحت شدید می‌تواند سلول‌های سیستم درد را وادار سازد که با سهولت بیشتری پیغام بفرستد -تغییر پلاستیک- و باعث شوند فرد نسبت به درد فوق‌العاده حساس شود. علاوه بر این نقشه‌ها می‌توانند گستره‌ی دریافت درد را افزایش دهند که باعث می‌شود درد در منطقه‌ی بیشتری از سطح بدن تظاهر پیدا کند و یا باعث افزایش حساسیت به درد شوند. هنگامی‌که نقشه‌ها تغییر پیدا می‌کند، سیگنال‌های درد از یک نقشه می‌تواند به نقشه‌ی درد مجاور «کشیده شده» و در ما «درد ارجاعی(۱۶۳)» به‌وجود آورند و آن هنگامی است که یک قسمت از بدن ما آسیب دیده، اما ما درد را در ناحیه‌ی دیگر احساس می‌کنیم. گاهی هم یک سیگنال درد به‌تنهایی در داخل مغز دچار طنین شده باعث می‌شود در عین عدم فعالیت عامل اصلی تحریک، درد ادامه داشته باشد.
تئوری دریچه باعث کشف روش‌های جدیدی برای درمان درد شد. وال در همکاری مشترک با دیگران تحریک‌کننده‌ی الکتریکی عصبی وراپوستی(۱۶۴) ابداع کرد که از الکتریسیته‌ی جاری استفاده می‌کند تا عصب‌هایی را تحریک کند که مانع از بروز درد می‌شوند و در عمل به بستن دریچه کمک می‌کنند. تئوری دریچه همچنین باعث شد که تردید دانشمندان در مورد طب سوزنی کاهش پیدا کند. طب سوزنی با تحریک نقاطی از بدن سبب کاهش درد می‌شود، این نقاط غالباً دور از مراکزی هستند که درد در آن‌ها احساس می‌شود. ظاهراً این امکان وجود دارد که طب سوزنی باعث تحریک نورون‌هایی شود که مانع از بروز درد می‌شوند، دریچه‌ها را می‌بندد و مانع از ادراک درد می‌شود.

ملزاک و وال دیدگاه انقلابی دیگری هم داشتند: این‌که سیستم درد شامل اجزایی حرکتی است. هنگامی‌که ما انگشت خود را می‌بُریم، به‌صورت واکنشی آن‌را فشار می‌دهیم، که یک عمل حرکتی است. به‌صورت ذاتی مراقبت ما از قوزک پایی که زخمی شده این است که این عضو وضعیت سلامت خود را به‌دست آورد و دستور مراقبتی این است که: «تا زمانی‌که قوزک پایت بهتر نشده ماهیچه‌ها را به حرکت درنیاور».
با بسط دادن تئوری دریچه، رماچاندران ایده‌ی بعدی خود را ارائه کرد: این‌که درد یک سیستم پیچیده بوده و تحت کنترل مغزی است که پلاستیک است و قابلیت تغییر دارد. او این مطلب را بدین گونه خلاصه کرده است: «درد صرفاً پاسخی واکنشی به جراحت نیست، بلکه نشانی از ارگانیسم سلامت است». مغز قبل از آن‌که باعث برانگیختن درد شود از بسیاری منابع شواهدی را جمع‌آوری می‌کند. او همچنین گفته است که: «درد یک توهم است» و این‌که «ذهن ما یک ماشین بالقوه واقعی است» که جهان را به شکلی غیرمستقیم تجربه کرده و آن‌را با یک واسطه پردازش کرده، مدلی را در سر می‌سازد؛ بنابراین درد مانند تصویر بدنی محصول ذهن ماست. رماچاندران که از جعبه‌ی آینه‌دار برای اصلاح تصویر بدن و از بین بردن عضو خیالی و درد ناشی از آن استفاده کرد، آیا می‌تواند از آن در جهت از بین بردن درد مزمن یک عضو واقعی بدن استفاده کند؟
فکر رماچاندران این بود که شاید بتواند «درد مزمن نوع ۱» که در اثر اختلالی به نام «سندرم دیستروفی سمپاتیکی واکنشی([۱۶۵])» به‌وجود می‌آید را درمان کند. این سندرم هنگامی به‌وجود می‌آید که یک جراحت سطحی مانند کوفتگی و یا گزش نوک انگشت توسط یک حشره سرتاسر آن عضو را چنان دردناک می‌کند که «عمل دفاعی»، بدن بیمار را از حرکت دادن آن عضو بر حذر می‌دارد. این شرایط ممکن است مدت‌های مدید بعد از جراحت اولیه ادامه پیدا کرده و غالباً حالت مزمن پیدا کند. در ادامه ممکن است عضو در واکنش به یک تماس و یا ضربه‌ای ساده احساس ناراحتی کرده و دچار درد آزاردهنده‌ای شود. رماچاندران این فرضیه را مطرح کرد که توانایی مغز در تغییر خود با انجام اتصال‌های مجدد باعث شده که شکل آسیب‌شناختی به‌صورت اسپاسم ماهیچه‌ای تظاهر یابد.
برای انجام اقدام مراقبتی، ما ماهیچه‌های خود را حرکت نمی‌دهیم تا جراحت خود را شدیدتر نکنیم. اگر برای مراقبت از خود دائم مجبور باشیم به‌خود یادآوری کنیم که نباید حرکت کنیم عاقبت خسته شده، مرتکب اشتباه می‌شویم، به‌خودمان صدمه می‌زنیم و درد را احساس می‌کنیم. فرضیه‌ی رماچاندران در این مورد این بود که مغز بر آن حرکت اشتباه پیش‌دستی کرده و درست لحظه‌ای قبل از انجام آن به سیستم درد پیغام می‌فرستد. این پیغام درست در بین زمانی‌که موتور حرکتی فرمان حرکت را صادر می‌کند و زمانی‌که آن حرکت اجرا می‌شود فرستاده می‌شود. در جهت جلوگیری از حرکت چه راهی برای مغز بهتر از این است که فرمانِ حرکت خودِ سیستمِ درد را نشانه رود؟

رماچاندران به این باور رسید که در بیماران با چنین دردهای مزمنی، فرمان‌های حرکتی به سیستم درد اتصال پیدا کرده است. به همین دلیل است که با وجود بهبود جراحت عضو، هنگامی‌که مغز فرمان حرکت دست را صادر می‌کند هنوز باعث ایجاد درد می‌شود.
راماچاندران نام این درد را «درد یادگیری شده(۱۶۶)» گذاشت؛ اکنون این سؤال برایش مطرح بود که آیا جعبه‌ی آینه‌دار می‌تواند در رفع این درد مؤثر باشد؟ روش‌های درمانی سنتی که درباره‌ی این بیماران به کار گرفته شده بود - منفصل کردن ارتباط عصب و منطقه‌ی آزرده، فیزیوتراپی، داروهای مسکن، طب سوزنی و استخوان‌درمانی- اثربخش نبودند. در تحقیقی که توسط تیمی انجام شد که پاتریک وال در آن حضور داشت، از بیمار مبتلا خواسته شد که هر دو دستش را در جعبه‌ی آینه‌دار بگذارد و به‌گونه‌ای بنشیند که صرفاً دست سالم خود و تصویرش را در آینه ببیند. سپس از بیمار خواسته شد که به مدت چند هفته، هر روز و هر روز چندین بار و هر بار به مدت ده دقیقه دست سالم خود را به هر طریقی که مایل است (و همین‌طور دست معیوب خود را اگر توانایی حرکت آن‌را دارد) در داخل جعبه‌ی آینه‌دار تکان دهد. احتمالاً بازتاب حرکت دست که بدون فرمان حرکت صورت می‌گرفته، با این فکر که دست صدمه‌دیده اکنون بدون درد در حال حرکت است، باعث گول خوردن مغز بیمار می‌شده است. یا این‌که انجام این حرکت مغز را قادر کرده که دریابد دیگر اقدامات مراقبتی لازم نیست، بنابراین او ارتباط نورونی بین فرمان حرکت دست و سیستم درد را قطع کرده است.
بیمارانی که تا آن زمان فقط دو ماه بود که دچار درد بودند، بهبود پیدا کردند. در طی روز اول دردشان کاهش یافت، حتی بعدازاین‌که جلسه‌ی تمرین با آینه خاتمه پیدا کرد، آن‌ها احساس آسودگی داشتند و پس از گذشت یک ماه دیگر دردی را احساس نمی‌کردند. بیمارانی که تا آن زمان پنج ماه تا یک‌سال بود که دچار درد بودند مثل گروه اول بهبودی کامل پیدا نکردند، اما سختی عضو در آن‌ها از بین رفت و توانستند به کار خود بازگردند. در بیمارانی که بیشتر از دوسال بود که دچار این درد شده بودند بهبودی مشاهده نشد.
چرا این بیماران بهبود پیدا نکردند؟ یک ایده این بود که این بیماران اعضای تحت مراقبت خود را برای آن‌چنان مدت طولانی حرکت نداده‌اند که نقشه‌ی حرکتی مغز در مورد این عضو شروع به ضعیف شدن کرده که تأییدی دوباره است بر همان قانون «یا از آنچه که داری استفاده کن یا آن‌را از دست می‌دهی». آنچه که باقی مانده رابطهایی است که در هنگام آخرین استفاده از عضو بیشتر از همه فعال بوده‌اند و متأسفانه این‌ها رابطهایی به سیستم درد بدن بوده‌اند، درست مانند بیمارانی که قبل از عمل قطع دست از آتل استفاده کرده‌اند و بعد از عمل، دست خیالی را «چسبیده» به بدنشان همان‌طور که قبل از عمل قطع عضو بوده تصور می‌کنند.
در همان زمان یک دانشمند استرالیایی به‌نام جی.ال. موسلی(۱۶۷) به این فکر

افتاد که شاید بتواند به بیمارانی که با استفاده از جعبه‌ی آینه‌دار بهبود پیدا نکرده بودند، کمک کند. عدم بهبود آن‌ها در استفاده از این وسیله به سبب دردی بود که چنان شدید بود که مانع از حرکت دست در مقابل آینه می‌شد. موسلی به این فکر افتاده بود که با ترمیم نقشه‌ی حرکتی دست آسیب‌دیده با استفاده از تمرینات مغزی، شاید بتواند باعث بروز تغییرات پلاستیک در مغز شود. او از بیماران خواست که بدون انجام حرکات دست، صرفاً تصور کنند که در حال حرکت دادن دست دردناک خود هستند، تا به‌این‌ترتیب شبکه‌های حرکتی مغز آن‌ها فعال شوند. تصاویری برای بیماران به نمایش گذاشته شد و از آنان خواسته شد به تصاویر نگاه کرده، بگویند که کدام‌یک از آن‌ها دست چپ و کدام‌یک دست راست است. آن‌ها این تمرین را تا حدی انجام دادند که با دیدن دست‌ها به‌درستی و با سرعت می‌توانستند چپ و راستی دست را تشخیص دهند. این تمرین باعث فعال کردن کورتکس مغز می‌شد. سپس عکس‌هایی از دست در وضعیت‌های مختلف به آن‌ها نشان داده شد و از آن‌ها خواسته شد تا هر وضعیت را سه بار در روز و هر بار به مدت پانزده دقیقه در مورد دست خود تصور کنند. بعدازاین تمرین‌های تجسمی آن‌ها تمرین با آینه را شروع کردند. در ظرف ۱۲ هفته درمان در بعضی احساس درد از بین رفت و در نیمی دیگر به‌کلی ناپدید شد.
تصور کنید این روش تا چه اندازه می‌تواند فوق‌العاده باشد؛ که برای دردی مزمن و جانکاه یک روش درمانی کاملاً جدید می‌تواند بدون کمک گرفتن از دارو، سوزن و یا الکتریسیته فقط با استفاده از قوه‌ی تصور و خیال‌پردازی، نقشه‌های مغزی را به‌صورت پلاستیسیتی بازسازی کند.
کشف نقشه‌های درد باعث یافتن راه‌های جدید برای جراحی و استفاده از داروها برای از بین بردن درد شد. درد عضو خیالی که پس از عمل قطع عضو پدید می‌آید را می‌توان به حداقل رساند، درصورتی‌که عصب ناحیه موردنظر مسدود شده و یا بیهوشی موضعی که بر روی اعصاب محیطی عمل می‌کند قبل از بیهوشی عمومی آن‌ها را به خواب برد. داروهای آرام‌بخشی که قبل از عمل جراحی به بیمار داده می‌شود ظاهراً از تغییرات پلاستیک در نقشه‌ی درد مغز که وقوع آن‌ها ممکن است سبب «انسداد» درد شود جلوگیری می‌کند. این مورد شامل داروهایی نمی‌شود که پس از عمل جراحی به بیمار داده می‌شود.
راماچاندران و اریک آلتشولر نشان داده‌اند که استفاده از جعبه‌ی آینه‌دار برای رفع مشکلاتی به‌جز عضو خیالی نیز مؤثر است؛ مشکلاتی مانند پاهای افلیج در مبتلایان به سکته مغزی.
آینه درمانی با روش درمانی تاب از این لحاظ فرق دارد که باعث فریب مغز بیمار می‌شود. بیمار با این فکر که دارد عضو آسیب‌دیده‌ی خود را حرکت می‌دهد باعث تحریک برنامه‌ی حرکتی آن عضو در مغز می‌شود.
تحقیقی دیگر نشان داد آینه‌درمانی می‌تواند به فردی که در نتیجه‌ی سکته مغزی دچار معلولیت شدید شده و نمی‌تواند از یک سمت بدنش استفاده کند،

کمک کرده و او را برای درمانی شبیه به آنچه که در مورد تاب دیدیم آماده کند. به‌این‌ترتیب بیمار تا حدی می‌تواند از دست خود استفاده کند. این اولین بخش از دو درمانی است که پایه‌ی آن‌ها بر پلاستیسیتی است و به دنبال هم استفاده می‌شوند؛ آینه‌درمانی و درمانی شبیه به روش حرکت درمانی سی آی.
راماچاندران در هند بزرگ شد؛ در محیطی که بسیاری از اجزای آن برای غربی‌ها شگفت‌آور است، اما برای خود مردم هند اموری عادی قلمداد می‌شوند. او چیزهای زیادی در مورد مرتاضان هندی می‌داند؛ کسانی که به استفاده از مراقبه بر رنج و درد غلبه می‌کنند، با پای برهنه بر روی زغال‌های برافروخته راه می‌روند و یا بر روی سطحی میخ‌دار می‌خوابند. او دین‌داران هندی را دیده که در حالت خلسه سوزن در چانه‌ی خود فرو می‌کنند. این ایده که موجودات زنده دچار تغییر شکل می‌شوند از سوی آن‌ها کاملاً پذیرفته شده است. این‌که قدرت فکر می‌تواند بر بدن تأثیر داشته باشد مسلم فرض گرفته می‌شود و توهمات آن‌چنان نیروی اساسی هستند که در شکل ربوبی مایا، الهه توهمات جلوه پیدا می‌کنند. او حسی از شگفتی را از خیابان‌های هند گرفته و آن‌را در نورولوژی غربی برگردان کرده است. تحقیقات او سؤالاتی را به‌وجود می‌آورد که باعث ممزوج کردن این دو می‌شود. خلسه را چه می‌توان نامید به‌جز بسته شدن دریچه‌های درد در درون ما؟ و او به ما یادآوری می‌کند که کارهای بزرگ علمی را هنوز می‌توان با سادگی هوشمندانه انجام داد.

فصل هشت: قوه‌ی خیال

چگونه تفکر همه‌چیز را به نفع خود تغییر می‌دهد

من در بوستون هستم، در آزمایشگاهی که در آن با استفاده از امواج مغناطیسی مغز را تحریک می‌کنند؛ در مرکز پزشکی که بخشی از دانشکده‌ی پزشکی هاروارد است. آلوارو پاسکوال- لئونه(۱۶۸) رئیس این مرکز است. تحقیقات او نشان داده که ما قادریم با استفاده از صرفاً قوه‌ی خیال خود، آناتومی مغزمان را تغییر دهیم. او هم‌اکنون یک دستگاه را که به شکل پارو می‌باشد، در سمت چپ سر من می‌گذارد. این دستگاه از خود محرک‌های مغناطیسی ترانسکرانیال(۱۶۹) یا همان تی‌اماس منتشر می‌کند؛ امواجی که می‌توانند بر رفتار من تأثیر گذارند. در داخل روکش پلاستیکی دستگاه یک سیم‌پیچ مسی قرار دارد که از آن جریان برق می‌گذرد. این جریان، یک میدان مغناطیسی متغیر به‌وجود آورد که به درون مغزم، به داخل آکسون‌های سیم‌مانند نورون‌های مغزی من و از آنجا به نقشه‌ی حرکتی دستم که در لایه خارجی کورتکس مغزیم قرار دارد، هجوم می‌برند. یک میدان مغناطیسی متغیر در اطراف خود یک جریان الکتریکی القاء می‌کند. پاسکوال- لئونه پیشگام در استفاده از تی‌اماس در جهت تحریک نورون‌ها و فرستادن پیغام توسط آنان است. هربار که او جریان را جاری و میدان الکتریکی را به‌وجود می‌آورد، انگشت چهارم دست راست من تکان می‌خورد. او با این‌کار درواقع محدوده‌ای به‌اندازه‌ی نیم سانتیمتر مکعب از مغز مرا تحریک می‌کند؛ محدوده‌ای که شامل میلیون‌ها سلول است؛ نقشه‌ی مغزی مربوط به آن انگشت.
تی‌اماس پلی است که مبتکرانه به مغز من زده شده است. میدان مغناطیسی آن بدون درد و بدون وارد آوردن صدمه‌ای به بدن از آن می‌گذرد. تنها وقتی این میدان مغناطیسی به نورون‌های مغز می‌رسد جریانی الکتریکی القاء می‌کند. ویلدر پن‌فیلد مجبور بود که جمجمه را باز کرده و میله‌ی الکتریکی خود را به داخل مغز وارد کند تا بدین ترتیب کورتکس حسی یا حرکتی را تحریک کند. هنگامی‌که پاسکوال- لئونه دستگاه را روشن می‌کند و باعث می‌شود که انگشت دست من حرکت کند، من دقیقاً همان احساسی را پیدا می‌کنم که بیماران پن‌فیلد پیدا می‌کردند؛ در آن‌هنگام که او جمجمه آنان را می‌شکافت و با الکترودهای بزرگ مغز آنان را تحریک می‌کرد.
الوارو پاسکوال- لئونه برای این‌همه کارهای بزرگی که انجام داده جوان می‌زند. او در سال ۱۹۶۱ در والنسیای اسپانیا به‌دنیا آمده و تحقیقاتی را هم در آنجا وهم در ایالات متحده انجام داده است. والدین پاسکوال- لئونه که هر دو پزشک هستند، او را به مدرسه‌ی پزشکی آلمانی در اسپانیا فرستادند، جایی که در آن مانند بسیاری دیگر از متخصصین نوروپلاستیسیتی، قبل از رو آوردن به پزشکی،

Telegram @eat_book

آثار فیلسوفان کلاسیک یونانی و آلمانی را مطالعه کرد. او هر دو مدرک دکترای پزشکی و دکترای فیزیولوژی خود را از فرایبورگ گرفت و بعد برای آموزش بیشتر به آمریکا رفت.
پاسکوال- لئونه پوستی سبزه، موهایی مشکی، صدایی رسا و شیطنتی باوقار دارد. دفتر کوچک او پر است از مانیتورهای کامپیوتر اَپل که او از آن‌ها برای نشان دادن آنچه که توسط دریچه‌ی تی‌امراس در مغز می‌بیند، استفاده می‌کند. ایمیل‌های که از سوی همکارانش از دورترین نقاط دنیا می‌آیند، به این کامپیوترها سرازیر می‌شوند. بر روی قفسه پشت سر او کتاب‌هایی درباره‌ی الکترومغناطیس به چشم می‌خورد و کاغذهایی که در این‌سو و آن‌سو پراکنده هستند.
او اولین نفری است که از تی‌امراس برای نقشه‌برداری از مغز استفاده کرده است. بسته به‌شدت جریان و فرکانس مورد استفاده، تی‌امراس را می‌توان برای فعال کردن ناحیه‌ای از مغز و یا جلوگیری از فعالیت آن استفاده کرد. برای تشخیص نوع فعالیت هر ناحیه‌ی مغز، او آن ناحیه را در معرض امواج تی‌امراس قرار می‌دهد تا به این طریق فعالیت آن ناحیه‌ی خاص را از متوقف کند و سپس بررسی می‌کند که کدامیک از اعمال مغز دیگر انجام نمی‌شود.
او یکی از پیشگامان بزرگ در استفاده از امواج با فرکانس بالای «تی‌امراس تکرارشونده(۱۷۰)» نیز هست. امواج با فرکانس بالای تی‌امرس تکرارشونده می‌توانند چنان نورون‌ها را فعال کنند که باعث برانگیختگی آن‌ها توسط خودشان شوند. به‌این‌ترتیب نورون‌ها حتی پس از قطع ارسال امواج از منبع اصلی تی‌امراس به برانگیختگی خود و ارسال پیغام ادامه می‌دهند. این عمل برای مدتی کوتاه باعث فعال شدن یک بخش از مغز می‌شود و می‌توان از آن برای زمینه‌های درمانی استفاده کرد. برای نمونه در بعضی از انواع افسردگی کورتکس پیش‌پیشانی به‌طور موقت از فعالیت افتاده و دیگر وظایف خود را انجام نمی‌دهد. پاسکوال- لئونه و گروهش اولین‌هایی بودند که نشان دادند امواج تی‌امراس تکرارشونده برای درمان چنین افسردگی‌های شدیدی مؤثر است. استفاده از امواج تی‌امراس تکرارشونده در مورد هفتاد درصد از کسانی که به تمام درمان‌های سنتی پاسخ نداده بودند، مؤثر بود؛ با این مزیت که تأثیرات جانبی داروها بر بدن را هم نداشت.
در اوایل دهه‌ی ۱۹۹۰ هنگامی‌که هنوز پاسکوال- لئونه پزشکی جوان بود که در انستیتو ملی سکته‌ی مغزی و اختلالات نورولوژیکی کار می‌کرد، تحقیقاتی را انجام داد که به‌علت سادگی و دقت با استقبال کسانی روبرو شد که درزمینه‌ی نوروپلاستیسیتی فعالیت می‌کردند. این تحقیقات راه را برای نقشه‌برداری از مغز هموار کرد، امکان تکمیل نظریه‌ی او درباره‌ی قوه‌ی خیال را فراهم کرد و به ما نشان داد چگونه مهارت‌های گوناگون را می‌آموزیم.
او دراین‌باره تحقیق می‌کرد که افراد مهارت‌های جدید را چگونه می‌آموزند و برای این منظور با استفاده از تی‌امراس به نقشه‌برداری از مغز نابینایانی پرداخت که

تحت آموزش یادگیری خط بریل قرار گرفته بودند. افرادی که تحت آزمایش قرار داشتند به مدت یک‌سال تحت آموزش زبان بریل قرار گرفتند. آن‌ها پنج روز در هفته، روزی دو ساعت در کلاس آموزشی شرکت می‌کردند و به دنبال آن یک ساعت تکلیف خانگی به آنان داده می‌شد. خوانندگان خط بریل با حرکت انگشت سبابه‌ی خود بر روی رشته‌ای از نقاط برجسته خطوط را «رصد» می‌کنند که فعالیتی مربوط به بخش حرکتی مغز است و وقتی آرایش نقاط را احساس می‌کنند فعالیتی مربوط به بخش حسی مغز است. این یافته‌ها از جمله اولین نشانه‌هایی بودند که تأیید می‌کردند که هنگامی‌که فردی مهارت جدیدی را یاد می‌گیرد در مغز او تغییرات پلاستیک روی می‌دهد.
هنگامی‌که پاسکوال- لئونه از تی‌امراس برای نقشه‌برداری کورتکس حرکتی مغز استفاده می‌کرد، متوجه شد که نقشه‌ی مغزی «انگشتِ سبابه‌ی خوانای بریل» در این افراد از دیگر انگشت سبابه‌ی آن‌ها بزرگ‌تر است. او متوجه شد که این نقشه از نقشه‌های مغزی انگشتان سبابه‌ی افرادی که از خط بریل استفاده نمی‌کنند نیز بزرگ‌تر است. علاوه بر این‌ها او دریافت که نقشه‌های حرکتی مغز متناسب با افزایش خوانش تعداد بیشتر کلمات در هر دقیقه در این افراد گسترش می‌یابند؛ اما شگفت‌آورترین کشف وی، چیزی که در خود نکات نهفته‌ی زیادی برای یادگیری هر مهارتی دارد، تغییرات پلاستیکی بود که در مغز در طی هر هفته از آموزش روی می‌داد.
افراد تحت آزمایش در روز جمعه بعد از پایان جلسه‌ی آموزشی و در روز دوشنبه بعد از پایان تعطیلات آخر هفته تحت نقشه‌برداری از مغز با استفاده از امواج امرتی‌اس قرار می‌گرفتند. پاسکوال- لئونه دریافت که تغییرات روی‌داده در مغز در روزهای جمعه و دوشنبه با هم فرق دارد. از همان ابتدای انجام تحقیق، نقشه‌های مغزی روز جمعه نشانگر گسترشی سریع و چشمگیر بودند، اما در روز دوشنبه این نقشه‌ها به همان محدوده‌ی خطوط سابق خود بازمی‌گشتند. نقشه‌های روز جمعه تا شش ماه در حال گسترش بودند؛ که در هر دوشنبه لجوجانه به خطوط اصلی خود بازمی‌گشتند. بعد از گذشت شش ماه نقشه‌های مغزی روز جمعه هنوز در حال گسترش بودند اما نه به میزان شش‌ماهه‌ی نخست.
نقشه‌های روزهای دوشنبه، الگوی متفاوتی را نشان می‌دادند. آن‌ها تا بعد از گذشت شش ماه از آموزش از خود هیچ تغییری نشان ندادند، با گذشت شش ماه به آهستگی شروع به گسترش کردند و با گذشت ده ماه به‌حالتی ثابت رسیدند. سرعتی که فرد مورد آزمایش می‌توانست خط بریل را بخواند، بیشتر با نقشه‌های روز دوشنبه وابسته بود و گرچه تغییرات در نقشه‌های روزهای دوشنبه هرگز به چشمگیری روزهای جمعه نبودند اما ثبات بیشتری داشتند. در پایان ده ماه، یک استراحت دوماهه به دانش‌آموزانی که در حال یادگیری بریل بودند، داده شد. پس‌ازاین دو ماه دوباره از مغز آن‌ها نقشه‌برداری شد و معلوم شد که نقشه‌های مغزی آنان بدون تغییر از آخرین دوشنبه‌ی دو ماه پیش باقی

مانده است؛ بنابراین معلوم شد که آموزش‌های روزانه باعث وقوع تغییرات چشمگیر کوتاه‌مدت در نقشه‌های مغزی در طول هفته می‌شد، اما تغییرات پایدارتر در طول تعطیلات آخر هفته و در طی چندین ماه در نقشه‌های روزهای دوشنبه دیده می‌شد.

از نظر پاسکوال- لئونه نتایج متفاوت برای روزهای جمعه و دوشنبه به این نکته اشاره دارد که فرایند تغییرات پلاستیک در این دو روز با هم فرق دارد. تغییرات سریع روز جمعه باعث تقویت ارتباطات میان سلولی موجود شده و از روی مسیرهایی پرده برمی‌دارد که به‌علت عدم استفاده پنهان شده بودند. تغییرات آرام‌تر اما پایدارتر روزهای دوشنبه نشان‌دهنده‌ی شکل‌گیری ساختارهایی از نوع جدید و احتمالاً جوانه زدن ارتباطات بین سلولی و سیناپسی جدید است.

درک این تغییرات لاک‌پشت-خرگوش مانند در مغزمان به ما کمک می‌کند که دریابیم چگونه می‌توانیم در مهارت‌های جدید حقیقتاً استاد شویم. بعد از یک دوره‌ی کوتاه تمرین، هنگامی‌که خود را برای امتحان آماده می‌کنیم، ازآنجاکه احتمالاً در حال تقویت ارتباطات سیناپسی موجود در مغزمان هستیم پیشرفت در آن مهارت کار نسبتاً آسانی است؛ اما ما خیلی سریع آنچه را که یاد گرفته‌ایم فراموش می‌کنیم چراکه این‌ها ارتباطات نورونی هستند که به‌آسانی و به‌سرعت به‌وجود آمده و از بین می‌روند. حفظ آموخته‌ها و تبدیل آن به یک مهارت همیشگی نیاز به جریان مداوم و آهسته‌ای از کار و تمرین دارد که در طی آن احتمالاً ارتباطات جدید بین مغزی به‌وجود می‌آید. اگر کسی که تحت آموزش است تصور می‌کند که در یادگیری یک مهارت چندان پیشرفت رو به افزایشی ندارد، یا احساس می‌کند که حافظه‌اش خوب کار نمی‌کند، باید تمرین بر روی این مهارت را آن‌قدر ادامه دهد تا به «اثرگذاری دوشنبه» برسد. این زمان تمرین برای کسانی که می‌خواستند خط بریل را یاد بگیرند شش ماه بود. تفاوت مابین جمعه و دوشنبه احتمالاً دلیلی است برای این‌که چرا «لاک‌پشت‌واران» که ظاهراً در یادگیری یک مهارت کند عمل می‌کنند آن‌را بهتر از دوستان «خرگوش‌وار» خود یاد می‌گیرند؛ «مطالعات سریعی» که بدون تمرین‌های مداوم که لازمه‌ی تثبیت در یادگیری است انجام می‌شود، لزوماً چیزی به یادگیری این افراد اضافه نمی‌کند.
پاسکوال- لئونه تحقیق خود را به این سؤال گسترش داد که چگونه افرادی که خط بریل را می‌خوانند می‌توانند این حجم از اطلاعات را از طریق نوک انگشتان خود دریافت کنند. همه به‌خوبی می‌دانند که افراد نابینا قادرند حس‌های برتر غیربصری را در خود بپرورانند و این‌که خوانندگان خط بریل دارای حساسیت فوق طبیعی در انگشتان بریل‌خوان خود هستند. پاسکوال- لئونه در پی آن بود که دریابد کدام‌یک از دلایل زیر در به‌کارگیری این مهارت استثنایی به افراد نابینا کمک می‌کند؛ بزرگ شدن نقشه‌ی حسی بساوایی در مغز یا تغییرات پلاستیک

در دیگر بخش‌های مغز مانند کورتکس بصری که ممکن است به دلیل دریافت نکردن اطلاعات از دیدگان مدت‌ها بلااستفاده مانده است.
او نتیجه‌گیری کرد که اگر این کورتکس مغزی است که به موردهای تحت آزمایش کمک می‌کند تا بریل را بخوانند، از کار انداختن این بخش از مغز باعث بروز مشکل در خواندن بریل خواهد شد؛ و واقعاً همین‌طور بود: گروه امواج مسدودکننده‌ی تی‌امراس را در مورد کورتکس بینایی این خوانندگان بریل به کار بردند تا به‌این‌ترتیب آسیبی مجازی به آن وارد کنند که باعث شد موارد مورد آزمایش قابلیت خواندن خط بریل و احساس لمسی انگشتان بریل‌خوان خود را از دست بدهند. کورتکس بینایی این افراد نیروی جدیدی را به خدمت گرفته بود تا بتواند اطلاعاتی را پردازش کند که از حس بساوایی دریافت می‌کند. امواج مسدودکننده‌ی تی‌امراس که در مورد کورتکس بینایی افراد بینا مورد استفاده قرار گرفت، هیچ‌گونه تأثیری بر توانایی لمسی آنان نداشت که نشانگر این مطلب بود که رویدادی منحصربه‌فرد در خوانندگان خط بریل اتفاق می‌افتد: بخشی از مغز که به پردازش اطلاعات یک حس اختصاص داده شده به پردازش اطلاعات حسی دیگر می‌پردازد؛ همان تجدید سازمان‌دهی پلاستیک مغز که توسط باخی -ریتا ارائه شده بود. لئونه نشان داد هرچقدر فرد بهتر بتواند خط بریل را بخواند به همان اندازه کورتکس بصری او بیشتر در این فعالیت شرکت دارد؛ اما ریسک بعدی او در اثبات این‌که افکار ما می‌توانند ساختار مادی مغزمان را تغییر دهند، چیزی بود که به روشی جدید می‌توانست به‌کل باعث فروریختن ایده‌های سنتی شود.
برای بررسی این موضوع که چگونه افکار می‌توانند باعث تغییر مغز شوند، آواز امواج تی‌امراس برای بررسی تغییرات نقشه‌های مغزی انگشتان افرادی استفاده کرد که در حال یادگیری نواختن پیانو بودند. یکی از قهرمانان محبوب پاسکوال- لئونه کالبدشناس مغز و برنده‌ی جایزه‌ی نوبل، سانتیاگو رامون کاخال(۱۷۱) اسپانیایی بود که سال‌های آخر عمر خود را بیهوده به دنبال اثبات ایده‌ای از پلاستیسیتی مغز بود که در سال ۱۸۹۴ مطرح شده و می‌گفت «ساختاری که با آن فکر می‌کنیم با وجود بعضی محدودیت‌ها انعطاف‌پذیر است و با انجام تمرین‌های مغزی به‌خوبی جهت‌گیری شده، قابلیت کمال‌پذیری را دارد». در سال ۱۹۰۴ او این ایده را مطرح کرد که افکاری که به‌صورت «تمرین‌های ذهنی» تکرار می‌شوند ارتباطات نورونی موجود را تقویت کرده و باعث ایجاد ارتباطهای جدید می‌شوند. او حدس می‌زد که این فرآیند به‌خصوص در نورون‌هایی که کنترل انگشتان پیانیست‌ها را بر عهده دارند اجرا می‌شود، پیانیست‌هایی که تمرین ذهنی زیادی دارند.
رامون کاخال با استفاده از قوه‌ی تصورش تصویری از مغز پلاستیک را طراحی کرده بود، اما وسایل تکنیکی لازم برای اثبات آن‌را در دسترس نداشت؛ ولی اکنون فکر پاسکوال- لئونه این بود که با استفاده از تی‌امراس می‌تواند به بررسی این موضوع بپردازد که آیا تمرینات مغزی و استفاده از قوه‌ی تصور

می‌تواند باعث بروز تغییرات فیزیکی شود.
جزئیات مربوط به تحقیقی که بر روی قوه‌ی تصور انجام شد، ساده و بر اساس ایده‌ی رامون کاخال در استفاده از پیانو بود. در این آزمایش به دو گروه از افراد که قبلاً هیچ‌گونه تعلیمی در ارتباط با پیانو دریافت نکرده بودند، ردیفی از نت‌ها آموخته شد؛ به آن‌ها نشان داده شده که برای تولید نت کدام انگشت خود را حرکت دهند و این امکان برای آن‌ها فراهم شد که به صدای نت در هنگام نواخته‌شدن گوش کنند. پس‌ازآن، افراد یکی از این گروه‌ها، گروه تمرین فکری، پنج‌روز در هفته، روزی دو ساعت جلوی کیبورد یک پیانوی الکتریکی می‌نشستند و تصور می‌کردند که دارند آن ردیف نت‌ها را می‌زنند و در عین حال گوش می‌دهند. گروه دوم، گروه تمرین فیزیکی؛ حقیقتاً پنج روز در هفته، روزی دو ساعت این نت‌ها را می‌نواختند. قبل از انجام تحقیق، در حین و بعدازآن از مغزهای هر دو گروه نقشه‌برداری شد. سپس از هر دو گروه خواسته شد که آن ردیف نت‌ها را بنوازند و یک کامپیوتر برنامه‌ریزی شد تا درستی اجرای هر یک از افراد را بسنجد.
پاسکوال- لئونه دریافت که هر دو گروه نواختن ردیف نت‌ها را یاد گرفته‌اند و این‌که در نقشه‌های مغزی هر دو گروه تغییرات فیزیکی مشابهی روی داده است. جالب توجه این بود که تمرین فکری به‌تنهایی همان تغییرات فیزیکی را در سیستم حرکتی مغز به‌وجود آورده بود که نواختن واقعی پیانو در اعضای دیگر گروه. در انتهای روز پنجم، تغییرات در سیگنال‌های فرستاده شده به ماهیچه‌های دست هر دو گروه یکسان بود و در این روز نوازندگان خیالی به همان درستی می‌نواختند که گروه واقعی در روز سوم اجرا کرده بودند.
سطح پیشرفت پنج‌روزه در نوازندگان خیالی گرچه که قابل‌توجه بود، اما به‌اندازه‌ی نوازندگان واقعی نبود. هنگامی‌که گروه خیالی کار آموزش از طریق تمرین فکری را تمام کرد به آنان فرصت داده شد تا با پیانو دو ساعت تمرین عملی داشته باشند. پس‌ازاین تمرین، اجرای کلی این گروه به سطح اجرای گروهی که پنج روز تمرین عملی را گذرانده بودند، ارتقاء پیدا کرد. این تحقیق کاملاً نشان داد که تمرین فکری و در کنار آن حداقلی از یک تمرین عملی، روشی کاملاً مؤثر برای یادگیری یک مهارت عملی است.
همه‌ی ما، آنچه که دانشمندان بر آن تمرین فکری و یا مرور ذهنی نام نهاده‌اند را در حین آماده‌سازی خود برای امتحان، یادگیری دیالوگ یک نمایش و یا مرور ذهنی برای هر نوع اجرای دیگر انجام می‌دهیم؛ اما به‌دلیل این‌که صرفاً تعداد معدودی از ما آن‌را به طریقه‌ی اصولی خود انجام می‌دهند، به میزان اثرگذاری آن واقف نیستیم. بعضی از ورزشکاران و موسیقی‌دانان از این روش در جهت آمادگی برای اجرا استفاده می‌کنند. پیانیست کنسرت‌ها، گلن گلد در اواخر عمر هنری‌اش هنگامی‌که می‌خواست خود را برای ضبط یک قطعه از کارهای هنری‌اش آماده کند، عمدتاً از این روش تمرین فکری استفاده می‌کرد.
یکی از پیشرفته‌ترین شکل‌های تمرین فکری، «شطرنج فکری» است که بدون

استفاده از صفحه‌ی شطرنج و مهره‌های آن انجام می‌شود. بازیکنان، صفحه‌ی شطرنج و شکل بازی را در ذهن خود تصور می‌کنند و حرکات مهره‌ها را در ذهن خود تعقیب می‌کنند. آناتولی شارانسکی فعال حقوق بشر در اتحاد جماهیر شوروی از بازی شطرنج ذهنی به‌منظور زنده نگه‌داشتن خود در زندان استفاده می‌کرد. شارانسکی، یک یهودی متخصص در کامپیوتر بود که در سال ۱۹۷۷ به‌طور اشتباه به جاسوسی برای ایالات متحده متهم شد و به‌همین‌دلیل نه‌سال را در زندان گذراند. از این‌مدت وی چهارصد روز را در زندان انفرادی، در سلولی سرد و تاریک و به وسعت ۵ در ۶ فوت گذراند. زندانیان سیاسی که در انزوا گذاشته می‌شوند اغلب از نظر ذهنی شکننده می‌شوند؛ زیرا مغزی که قاعده‌ی حاکم بر آن این است که «از هرچه که داری استفاده کن یا آن‌را از دست می‌دهی»، برای نگهداری نقشه‌هایش نیاز به انگیزه‌های بیرونی دارد. در این دوره‌ی طولانی محرومیت حسی، شارانسکی بازی شطرنج را در ذهن خود برای چندین ماه و تا پایان دوره‌ی محکومیتش انجام می‌داد. شاید انجام همین بازی به او کمک کرد تا از کاهش بازده مغزی‌اش جلوگیری کند. او در ذهنش حرکات هردو مهره‌ی سیاه‌وسفید را انجام می‌داد و ترتیب بازی از دیدگاه طرف مقابل را در ذهنش نگاه می‌داشت؛ چالشی غیرمعمول برای مغز. شارانسکی یک‌بار با لحنی از شوخی به‌من گفت که او به این شیوه‌ی تفکر شطرنجی ادامه داده و ممکن است اکنون از فرصت استفاده کرده و برای کسب قهرمانی جهانی شطرنج اقدام کند. با فشار کشورهای غربی وی آزاد شد؛ بعد از آزادی به اسرائیل رفت و یکی از وزرای کابینه شد. هنگامی‌که قهرمان جهانی شطرنج، گاری کاسپاروف، در بازی شطرنج با نخست‌وزیر و اعضای کابینه‌ی اسرائیل شرکت کرد توانست همه را شکست دهد به‌جز شارانسکی.

ما با استفاده از اسکن مغزی افرادی که حجم زیادی از تمرین‌های ذهنی را انجام می‌دهند، می‌توانیم دریابیم که در مغز شارانسکی، هنگامی‌که در زندان بوده، احتمالاً چه روی داده است. برای نمونه مورد رودیگر گام را در نظر می‌گیریم؛ جوانی آلمانی که دارای هوشی متوسط بود و خود را به یک پدیده در ریاضیات، یک ماشین‌حساب انسانی تبدیل کرد. گام با توانایی مغزی استثنایی در ریاضیات پا به دنیا نگذاشت، اما او اکنون می‌تواند توان نهم یا ریشه‌ی پنجم اعداد را محاسبه کند و مسائلی مانند این‌که «۶۸ برابر ۷۶ چند می‌شود»؟ را در پنج ثانیه حل کند. او در بیست‌سالگی، هنگامی‌که در یک بانک کار می‌کرد کار تمرین محاسبات ذهنی خود را با چهار ساعت در روز آغاز کرد. در بیست‌وشش سالگی، تبدیل به یک نابغه در محاسبات شده بود و می‌توانست تنها با اجرا در تلویزیون زندگی خود را بچرخاند. هنگامی‌که وی محاسبات را انجام می‌داد محققان مغز او را تحت پرتونگاری مقطعی پوزیترون(۱۷۲) قرار دادند. آن‌ها دریافتند که او در هنگام محاسبات از پنج منطقه‌ی بیشترِ مغزی، در مقایسه با افراد عادی استفاده می‌کند. روانشناس اندرس اریکسون(۱۷۳) که تحقیقاتش در زمینه‌ی ارتقاء تخصص است نشان داده که افرادی مانند گام برای حل کردن

مسائل ریاضی بر حافظه‌ی طولانی‌مدت خود تکیه دارند، درحالی‌که افراد عادی بر حافظه‌ی کوتاه‌مدت خود متکی هستند. متخصصان جواب‌ها را حفظ نمی‌کنند، بلکه استراتژی‌ها و نکات کلیدی که به آن‌ها کمک می‌کند تا جواب را بیابند را در خاطر نگاه می‌دارند. آن‌ها امکان دسترسی فوری به این اطلاعات را دارند، چراکه در حافظه‌ی کوتاه‌مدت آن‌ها ذخیره شده است. وجه مشترک متخصصین بیشتر رشته‌ها، استفاده از حافظه‌ی درازمدتشان برای حل مسائل است و اریکسون دریافت که کسب تخصص در بیشتر رشته‌ها معمولاً به دنبال یک‌دهه تلاش مستمر در آن زمینه به‌دست می‌آید.
از دیدگاه علوم اعصاب، یک دلیل برای این‌که ما می‌توانیم مغزمان را به‌راحتی با استفاده از قوه‌ی تصورمان تغییر دهیم این است که تصور انجام یک عمل و انجام آن عمل به‌صورت واقعی آن‌قدرها که به نظر می‌آیند متفاوت نیستند. هنگامی‌که چشمانمان را می‌بندیم و چیزی ساده مثل حرف «آ» را در ذهن خود تصور می‌کنیم، کورتکس بصری ابتدایی فعال می‌شود؛ درست مثل این‌که داریم حقیقتاً به حرف «آ» در یک نوشته نگاه می‌کنیم. اسکن‌های مغزی نشان داده‌اند که در تصور انجام یک عمل و انجام عمل به‌صورت واقعی بسیاری از بخش‌های مشترک در ذهن فعال می‌شوند. این دلیلی است برای این‌که چرا تجسم فکری می‌تواند باعث اجرای بهتر شود.
در تحقیقی که از نظر تکنیکی بسیار ساده اما غیرقابل‌باور است، پزشکانی به نام گوانگ یو([۱۷۴]) و کلی کول([۱۷۵]) نشان دادند که تصور تمرین دادن ماهیچه‌ها حقیقتاً آن‌ها را قدرتمند می‌کند. این تحقیق بر روی دو گروه انجام شد؛ یک گروه که تمرینات فیزیکی انجام می‌دادند و گروهی که این تمرینات را در ذهن خود انجام می‌دادند. هر دو گروه به مدت چهار هفته از دوشنبه تا جمعه بر روی ماهیچه‌ی یک انگشت خود کار می‌کردند. گروه تمرینات فیزیکی پانزده‌بار عمل انقباض حداکثری را در انگشت خود انجام می‌داد؛ با فاصله‌ی زمانی بیست ثانیه استراحت در بین هر دو انقباض. گره تمرین ذهنی پانزده انقباض را در ذهن خود تجسم می‌کردند با بیست ثانیه وقفه در بین هر دو عمل انقباض و البته در حال انجام تمرین صدایی را در ذهن خود تصور می‌کردند که بلند بر سر آن‌ها فریاد می‌کشید، «محکم‌تر! محکم‌تر! محکم‌تر!».
در پایان تحقیق همان‌طور که انتظار می‌رفت، ماهیچه‌ی کسانی که تمرینات واقعی انجام داده بودند تا ۳۰ درصد قوی‌تر شده بود. این در حالی بود که ماهیچه‌ی افرادی که در همان بازه‌ی زمانی صرفاً انجام این تمرینات را در ذهن خود تصور کرده بودند تا ۲۲ درصد تقویت شده بود. توضیح این امر در نورون‌های حرکتی مغز نهفته است که حرکت را «برنامه‌ریزی» می‌کنند. در طی انجام این تمرینات انقباضی تصوری، نورون‌هایی که مسئول ردیف کردن زنجیره‌ی حرکات به دنبال هم هستند در حال فعالیت‌اند و تقویت می‌شوند؛ که نتیجه‌ی آن همانا افزایش قدرت ماهیچه در هنگام انقباض است.
این تحقیق باعث ابداع اولین ماشینی شد که حقیقتاً می‌توانست افکار را

«بخواند». این ماشین مُبدلِ فکر، موتور برنامه‌های مغزی فرد یا حیوانی که در حال تصور انجام یک عمل است را ردیابی کرده و علائم الکتریکی آن فکر متمایز را رمزگشایی می‌کند و سپس برای دستگاهی که فکر را به عمل تبدیل می‌کند، فرمان الکتریکی صادر می‌کند. کارایی این دستگاه به‌علت خاصیت پلاستیک مغز است و این‌که در زمان فکر کردن، مغز ما ساختار و وضعیت فیزیکی خود را تغییر می‌دهد. این تغییر به‌صورتی است که سنجش‌های الکترونیکی می‌توانند رد آن‌را بگیرند.
در حال حاضر این دستگاه‌ها درحال تبدیل به احسن هستند تا افراد کاملاً معلول با استفاده از آن‌ها بتوانند توسط قوه‌ی تفکر خود اشیاء را حرکت دهند. با تکامل بیشتر، ممکن است این دستگاه‌ها تبدیل به ماشین‌هایی برای خواندن فکر انسان شوند؛ ماشین‌هایی که محتوای فکر را تشخیص داده و آن‌را آشکار می‌کنند. به‌این‌ترتیب آن‌ها این پتانسیل را خواهند داشت که کاوشگرهای بهتری نسبت به دروغ‌سنج باشند که فقط در هنگام دروغ‌گویی فرد، سطح اضطراب او را اندازه‌گیری می‌کند.
این ماشین‌ها تنها به‌دنبال چندین مرحله‌ی ساده به‌وجود آمده‌اند. در اواسط دهه‌ی ۱۹۹۰ بود که میگوئل نیکوللیس(۱۷۶) و جان چپین(۱۷۷) از دانشگاه دوک، شروع به انجام یک تحقیق رفتاری کردند. هدف از انجام این تحقیق یادگیری خواندن افکار یک حیوان بود. آن‌ها به یک موش آموزش دادند که چگونه بر یک میله فشار وارد کند. این میله به‌صورت الکتریکی به مکانیسمی متصل بود که باعث ریزش آب می‌شد. هر بار که موش بر میله فشار وارد می‌کرد، مکانیسم دستگاه قطره‌های آبی را می‌ریخت تا موش آن‌ها را بنوشد. بخش کوچکی از جمجمه‌ی این موش از روی سرش برداشته شده و از طریق آن گروه کوچکی از میکروالکترودها به کورتکس حرکتی‌اش وصل شده بودند. این الکترودها فعالیت‌های چهل‌وشش نورون کورتکس حرکتی مغز را ثبت می‌کردند. فعالیت این چهل‌وشش نورون در ارتباط با برنامه‌ریزی برای حرکت اعضاء بود؛ نورون‌هایی که به‌صورت معمول دستورهای خود را از طریق نخاع به پایین، به سمت اعضای بدن می‌فرستادند. هدف تحقیق ثبت افکار بود که پیچیده بوده و از چندین جزء تشکیل شده‌اند؛ به همین دلیل این دو محقق مجبور بودند که فعالیت این چهل‌وشش نورون را به‌طور همزمان مورد سنجش قرار دهند. هر بار که موش میله را تکان می‌داد، این دو محقق فرستادن پیغام از این چهل‌وشش نورون برنامه‌ریز را ثبت می‌کردند که سیگنال‌های آن‌ها به یک کامپیوتر کوچک فرستاده می‌شد. مدتی نگذشت که کامپیوتر الگوی پیغام‌هایی که در نتیجه‌ی وارد آوردن فشار به میله فرستاده می‌شد را «دریافت».
بعدازآنکه موش به فشار آوردن به میله عادت کرد، نیکوللیس و چپین ارتباط بین میله و قسمت ریزش آب را قطع کردند. حالا وقتی‌که موش به میله فشار وارد می‌کرد هیچ آبی از دستگاه خارج نمی‌شد. موش خسته و درمانده چندبار به میله فشار وارد کرد، اما هیچ فایده نداشت. در مرحله‌ی بعد محققین مکانیسم

ریزش آب را به کامپیوتری وصل کردند که به نورون‌های مغزی موش وصل بود. حالا از نظر تئوری به این‌صورت بود که هربار که موش فکر «میله را فشار بده» را داشت، کامپیوتر الگوی ارسال پیغام توسط نورون‌ها را درمی‌یافت و سیگنالی را به قسمت ریزش آب می‌فرستاد تا چند قطره آب بریزد.
بعد از گذشت چند ساعت موش فهمید که برای دریافت آب نیازی به فشار دادن میله ندارد. همه‌ی کاری که می‌بایست انجام می‌داد این بود که تصور کند پنجه‌اش بر میله فشار وارد می‌کند و سپس آب می‌آمد! نیکوللیس و چپین برای انجام این‌کار چهار موش را آموزش دادند.
در مرحله‌ی بعد آن‌ها شروع به آموزش میمون‌ها کردند تا بتوانند حتی از فکرهای پیچیده‌تر از این برگردان عملی بسازند. برای این منظور میمونی به نام بِله را آموزش دادند تا نوری را که بر روی یک تصویر ویدئو به این‌طرف و آن‌طرف می‌رفت را با یک دسته‌ی بازی دنبال کند. اگر کارش را درست انجام می‌داد به‌عنوان جایزه به او مقداری آب‌میوه می‌دادند. هر بار که او دسته‌ی بازی را حرکت می‌داد، نورون‌های مغزی او شروع به ارسال پیغام می‌کردند و یک کامپیوتر الگوی این پیغام‌ها را به‌صورت ریاضی تحلیل می‌کرد. الگوی ارسال پیغام توسط نورون‌ها همیشه ۳۰۰هزارم ثانیه قبل از تکان دادن دسته‌ی بازی توسط بله روی می‌داد. این فاصله‌ی زمانی همان مدتی بود که طول می‌کشید تا مغز او از طریق نخاع پیغام را به ماهیچه‌های دست ارسال کند. برای حرکت دستش به سمت راست، یک الگوی «دستت را به راست حرکت بده» در مغز او پدیدار می‌شد و کامپیوتر این الگو را نمایان می‌ساخت؛ هنگامی‌که او دستش را به سمت چپ حرکت می‌داد کامپیوتر الگوی حرکت به سمت چپ را نمایان می‌کرد. سپس کامپیوتر این الگوهای ریاضی را به فرمان‌هایی تبدیل کرد که به یک بازوی روباتیکی فرستاده می‌شدند، این بازو دور از دید بله بود. این الگوهای ریاضی از دانشگاه دوک به یک بازوی روباتیکی دیگر که در آزمایشگاهی در دانشگاه کمبریج ماساچوست قرار داشت نیز منتقل می‌شد. دوباره مانند آزمایش موش‌ها، هیچ‌گونه ارتباطی بین دسته‌ی بازی و بازوهای رباتیک وجود نداشت. بازوهای رباتیکی به کامپیوتری وصل بودند که الگوهای نورونی بله را می‌خواند. گروه امید داشتند که ۳۰۰ هزارم ثانیه بعد از به‌وجود آمدن فکر حرکت بازو در ذهن بله همزمان با او که دستش را حرکت می‌داد بازوهای رباتیک در دانشگاه دوک و کمبریج نیز حرکت کنند.
هنگامی‌که دانشمندان الگوی حرکت نور بر روی صفحه کامپیوتر را به‌طور تصادفی تغییر می‌دادند و بازوی حقیقی بله متناسب با آن دسته‌ی بازی را حرکت می‌داد، بازوهای روباتیکی که ششصد مایل آن‌طرف‌تر بودند نیز همان حرکات بازی بله را انجام می‌دادند. حرکت این بازوهای روباتیک تنها از فکر بله نشأت می‌گرفت که توسط یک کامپیوتر منتقل می‌شد.
از آن موقع تاکنون گروه تعدادی از میمون‌ها را آموزش داده‌اند تا با استفاده از فکر آن‌ها بتوانند بازوی روباتیکی را در هر جهت دلخواه در فضای سه‌بعدی حرکت

دهند. این فعالیت‌ها برای این است که بتوانند حرکات پیچیده‌ای مانند دراز کردن دست و گرفتن اشیاء را توسط بازوی روباتیکی پیاده کنند. میمون‌ها بازی‌های ویدئویی هم انجام می‌دهند (که ظاهراً از انجام آن‌ها لذت می‌برند). در این بازی‌ها آن‌ها از فکر خود برای حرکت نشانه‌گر بر روی صفحه‌ی ویدیو و حذف هدف متحرک از روی صفحه استفاده می‌کنند.
نیکوللیس و چپین امیدوار بودند تحقیقات آن‌ها به افراد دچار معلولیت‌های مختلف کمک کند. این اتفاق در جولای سال ۲۰۰۶ روی داد و آن هنگامی بود که گروهی به سرپرستی عصب‌شناسی به نام جان داناگیو(۱۷۸) از دانشگاه براون از تکنیکی مشابه برای یک فرد انسانی استفاده کرد. این فرد، مرد بیست‌وپنج ساله‌ای به نام ماتیو ناگله بود که از ناحیه‌ی گردن دچار چاقوخوردگی شده و در نتیجه‌ی آن نخاعش آسیب دیده و از گردن به پایین دچار معلولیت شده بود. یک تراشه سیلیکونی ریز با صدها الکترون را درون مغز وی کار گذاشتند. این تراشه را به یک کامپیوتر وصل کردند. بعد از چهار روز تمرین او می‌توانست با قوه‌ی فکر خود نشانه‌گر کامپیوتر را بر روی مانیتور حرکت دهد، نامه‌های الکترونیکی خود را باز کند، کانال تلویزیون را تغییر دهد و میزان صدای آن‌را تنظیم کند، بازی‌های کامپیوتری انجام دهد و با استفاده از فکر خود یک بازوی روباتیکی را به حرکت درآورد. حرکت بعدی در مورد افرادی است که دچار تحلیل عضلانی، سکته‌ی مغزی و بیماری مربوط به نورون‌های حرکتی مغز شده‌اند تا این دستگاه برگردان فکر آنان امتحان کنند. هدف نهایی در همه‌ی این شیوه‌ها کار گذاشتن یک آرایه‌ی میکروالکترودی کوچک با باطری و یک انتقال‌دهنده به‌اندازه‌ی انگشت یک نوزاد، در کورتکس حرکتی مغز است. برای ایجاد حرکت در بیماران می‌توان یک کامپیوتر کوچک را یا به یک بازوی روباتیکی و یا به‌صورت بی‌سیم به یک دستگاه کنترل صندلی چرخ‌دار و یا به الکترودهایی که در ماهیچه‌های بیماران کار گذاشته شده‌اند، وصل کرد. بعضی از دانشمندان در پی این هستند که برای آشکارسازی پیام نورون‌ها تکنولوژی را ابداع کنند که به‌اندازه‌ی استفاده از میکروالکترودها نیاز به دست‌کاری در مغز نداشته باشد؛ احتمالاً نوعی از امواج مغناطیسی ترانس‌کرانیال و یا وسیله‌ای که تاب و همکارانش درصدد ساخت آن هستند، وسیله‌ای که می‌تواند تغییر در امواج مغزی را آشکار کند.
واقعیت این است که ما تمایل داریم باور کنیم که عمل و تصور دو مفهوم جدا از هم‌اند و از قوانین جداگانه‌ای متابعت می‌کنند اما این تحقیقات «تصوری» نشان داد که تا چه اندازه فکر و عمل ما درهم‌تنیده هستند؛ اما برای رد این باور این موارد را مورد توجه قرار دهید: در بعضی موارد هرچه سریع‌تر چیزی را در ذهن خود تصور کنید، سریع‌تر آن‌را انجام می‌دهید. جین دِستی(۱۷۹) اهل لیون فرانسه، تحقیقات ساده و متنوعی را در این رابطه انجام داده است. هنگامی‌که شما زمان را اندازه می‌گیرید تا ببینید چقدر طول می‌کشد تا در خیالتان با «دست غالب» خود اسمتان را بنویسید و بعد حقیقتاً آن‌را با دستتان می‌نویسید، زمان‌های صرف شده مساوی هستند. هنگامی‌که از دست

غیرغالب خود برای نوشتن نامتان استفاده می‌کنید، چه در نوشتن ذهنی و چه در نوشتن واقعی وقت بیشتری را صرف این‌کار می‌کنید. با انجام این آزمایش بیشتر مردم راست‌دست به این نتیجه می‌رسند که «دست چپ ذهنی» آن‌ها از «دست راست ذهنی»شان کندتر است. وی بر روی افرادی که دچار سکته‌ی مغزی شده و یا دچار بیماری پارکینسون بودند (که باعث کندی حرکت در مبتلایان می‌شود) تحقیقاتی انجام داد. او مشاهده کرد که در ذهن هر دو گروه زمان بیشتری صرف حرکت دست آسیب‌دیده می‌شود تا دست سالم. فرضیه این است که حرکات ذهنی و حرکات واقعی این اعضاء بدن کندتر انجام می‌شود؛ زیرا هر دو زاییده‌ی یک موتور برنامه‌ریزی مغزی هستند. سرعتی که ما با آن اعمال را انجام می‌دهیم احتمالاً تحت انقیاد میزان ارسال پیام از نورون‌های برنامه‌ی حرکتی مغز ما هستند.

***

مشاهدات ژرف پاسکوال- لئونه شامل این مورد هم بوده که چگونه نوروپلاستیسیتی که باعث ایجاد تغییر در مغز می‌شود می‌تواند باعث انعطاف‌ناپذیری و تکرار در مغز شود. این مشاهدات به حل این تناقض بسیار کمک کرده است. اگر مغز ما تا این حد قابلیت انعطاف و تغییر دارد، چرا غالباً ما گرفتار تکرارهای مکرر می‌شویم؟ جواب این سؤال در درجه‌ی اول در فهم این مطلب نهفته است که مغز تا چه اندازه پلاستیک است و قابلیت انعطاف دارد.

او برایم گفت که واژه‌ی پلاستیک از واژه‌ی خوش‌آهنگ اسپانیایی placticina گرفته شده و این واژه‌ی اسپانیایی دارای مفهومی بیش از معادل آن در انگلیسی است. placticina در اسپانیایی همچنین کلمه‌ای است به معنای خمیر بازی و ماده‌ای را توصیف می‌کند که اساساً تأثیرپذیر است. از نظر او مغزهای ما آن‌قدر پلاستیک و قابل انعطاف هستند که حتی اگر ما هرروز یک رفتار تکراری را انجام دهیم، ارتباطات نورونی منتج از آن‌ها هر روز با روز دیگر کمی فرق می‌کنند و این تفاوت به دلیل وقفه‌ی زمانی است که در انجام آن‌ها وجود دارد.

پاسکوال- لئونه می‌گوید: «تصور من از فعالیت‌های ذهنی به‌صورت خمیری است که هر فرد در تمام مدت در حال بازی با آن است». هر کاری که ما انجام می‌دهیم باعث شکل‌گیری این قطعه‌ی خمیری می‌شود؛ اما در ادامه وی اضافه می‌کند: «اگر شما خمیری را در دست بگیرید که در آغاز مربع شکل بوده و از آن یک توپ بسازید، این خمیر ممکن است به شکل مربع خود بازگردد، اما این همان مربعی نیست که شما در ابتدا با آن شروع به کار کردید. ممکن است نتایج کار شبیه به هم باشند، اما یکی نیستند. آرایش مولکول‌ها در مربع جدید با آن مربع قبلی فرق می‌کند». به معنای دیگر، بروز رفتارهای مشابه در زمان‌های متفاوت از مدارهای متمایز مغزی نشأت می‌گیرد. از نظر او شفای یک بیمار دچار مشکل مغزی یا اعصاب هرگز به معنای این نیست که حالت مغز بیمار به همان حالت قبل از بیماری بازگشته است.

او با صدایی رسا توضیح می‌دهد: «سیستم مغزی ما پلاستیک است، الاستیک نیست». بند یا کِشی که خاصیت الاستیک دارد را می‌توان کشید، اما این کش پس از رها شدن به شکل قبلی خود بازمی‌گردد، زیرا نظم مولکول‌های آن در این فرآیند تغییر نکرده‌اند. مغز پلاستیک اما با هر مواجهه و تعاملی تغییر می‌کند.
حالا این سؤال به‌وجود می‌آید که اگر مغز ما به این آسانی تغییر می‌کند، چگونه ما در مقابل این تغییرات بی‌پایان محافظت می‌شویم؟ اگر مغز واقعاً به یک‌تکه خمیر می‌ماند چگونه است که موجودیت ما تغییر نمی‌کند و ما خودمان باقی می‌مانیم؟ درواقع این ژن‌های ما هستند که به ما کمک کرده، ثبات وجودی ما را تا حدی رقم زده و باعث انجام تکرار در ما می‌شوند.
پاسکوال- لئونه این مطلب را با استفاده از یک تشبیه توضیح می‌دهد. مغز پلاستیک شبیه به تپه‌ای پر از برف در زمستان است. مشخصات تپه -از جمله شیب آن، صخره‌ای بودنش و پوشیدگی برف روی آن- شبیه به ژن‌های ما هستند. هنگامی‌که ما با استفاده از یک سورتمه بر روی تپه سر می‌خوریم، توانایی هدایت سورتمه را داریم. در انتها ما در نقطه‌ای در پایین تپه متوقف می‌شویم. در جهت حرکت ما مسیری به‌وجود آمده که چگونگی آن به دو عامل چگونگی هدایت سورتمه توسط ما و ویژگی‌های تپه بستگی دارد. پیش‌بینی این‌که در انتها ما در کدام نقطه در پایین تپه متوقف می‌شویم کار سختی است، زیرا بسیاری از عوامل در آن دخیل هستند.
پاسکوال- لئونه ادامه می‌دهد: «اما چیزی که حتماً در دفعه‌ی دوم سر خوردن شما به پایین تپه اتفاق می‌افتد این است که شما به‌احتمال قریب‌به‌یقین یا خود را بر همان مسیری که با راول طی کردید و یا در جایی نزدیک به آن خواهید یافت. لزوماً این باریکه همان باریکه‌ی مسیر اولی نیست اما از هر مسیر دیگری که بعداً طی می‌کنید به آن نزدیک‌تر است؛ و اگر شما تمام بعدازظهر خود را صرف این‌کار کنید، سر بخورید، بالا بروید و دوباره سر بخورید دست آخر شما مسیرهایی را خواهید داشت که بر روی بعضی از آن‌ها بارها لیز خورده‌اید و بر روی بعضی دیگر کمتر... این‌ها کوره‌راه‌هایی است که شما به‌وجود آورده‌اید و حالا سخت است که مسیر دیگری به‌جز آن‌ها را برای سر خوردن بیابید؛ و این‌که مشخصه‌های ژنتیکی دیگر عواملی تعیین‌کننده برای این مسیرها نیست».

این «کوره‌راه‌های» مغزی ممکن است تبدیل به عادات ما شوند، عادات خوب یا بد. اگر عادات نامناسبی را در خود بپرورانیم سخت است که بتوانیم آن‌ها را تغییر دهیم. اگر عادات خوبی را در خود ایجاد کنیم آن‌ها هم در وجود ما نهادینه می‌شوند. هنگامی‌که این «کوره‌راه‌ها» و یا مسیرهای نورونی ایجاد شدند، آیا ممکن است از آن مسیرها خارج شد و مسیرهای دیگری را رفت؟ بر اساس نظرات پاسکوال- لئونه بله این امکان وجود دارد، اما کاری سخت است؛ زیرا هنگامی‌که ما این کوره‌راه‌ها را ایجاد کردیم آن‌ها به مسیرهایی «سریع‌السیر»

و بسیار کارآمد برای سرخوردن ما تبدیل می‌شوند. در پیش گرفتن مسیری دیگر کاری است که با گذشت ایام سخت‌تر می‌شود. لازم است مانعی در مسیر ما سبز شود تا به ما کمک کند تا مسیرمان را تغییر دهیم.

در تحقیق بعدی پاسکوال- لئونه استفاده از این موانع را در دستور کار خود قرار داد و نشان داد که امکان تغییر این مسیرهای موجود و سازمان‌دهی مجدد پلاستیک و گسترده‌ی مغز با سرعت غیرمنتظره‌ای وجود دارد.
کار او در استفاده از این موانع هنگامی آغاز شد که چیزهایی درباره‌ی یک مدرسه‌ی شبانه‌روزی غیرمعمول در اسپانیا شنید. در این مدرسه، معلم‌هایی که به نابینایان آموزش می‌دادند به تحقیق بر روی نابینایی پرداخته بودند. آن‌ها چشمان خود را به مدت یک هفته بسته بودند، تا نابینایی را در شکل واقعی آن تجربه کنند. چشمان بسته برای حس بینایی یک مانع است. در طی این یک هفته حس بساوایی و توانایی تشخیص فضایی این افراد واقعاً پیشرفت کرده بود. حالا آن‌ها می‌توانستند انواع گوناگون موتورسیکلت‌ها را با استفاده از صدای موتورشان از هم تمایز دهند و با استفاده از برگشت صدا اشیایی را که در مسیرشان قرار گرفته بود را تشخیص دهند. هنگامی‌که معلم‌ها چشم‌بند خود را بعد از یک هفته برداشتند، در ابتدا به‌شدت گیج بودند و قادر نبودند فاصله و فضاها را درک کرده، آن‌ها را تشخیص دهند.
هنگامی‌که پاسکوال- لئونه ماجرای این مدرسه را شنید، با خود فکر کرد، «خوب است تعدادی افراد بینا را انتخاب کرده و آن‌ها را واقعاً نابینا کنیم».
او چشمان افرادی که برای آزمایش انتخاب کرده بود را به مدت پنج روز بست و پس‌ازآن با استفاده از امواج تی‌امراس شروع به نقشه‌برداری از مغز آنان کرد. وی دریافت هنگامی‌که از رسیدن هر نوع نوری به چشمان افراد مورد آزمایش جلوگیری شود -مانع ایجاد شده باید مطلق بوده و امکان نفوذ در آن نباشد- کورتکس‌های بصری این افراد شروع به پردازش پیام‌های بساوایی می‌کنند که از دستان آن‌ها می‌آید، درست مانند افراد نابینایی که در حال یادگیری خط بریل هستند. چیزی که بیش از همه شگفت‌انگیز بود این بود که مغز فقط در عرض چند روز خود را مورد تجدید سازمان‌دهی قرار داده بود. پاسکوال- لئونه با استفاده از اسکن مغزی نشان داد که کورتکس «بینایی» این توانایی را دارد که فقط در عرض دو روز شروع به پردازش سیگنال‌های بساوایی و شنوایی کند. (در همین حال بسیاری از افراد مورد آزمایش گزارش دادند که هنگامی‌که حرکت می‌کردند، چیزی را لمس می‌کردند و یا صدایی می‌شنیدند دچار تجسم‌های بصری از مناظر زیبای شهرها، آسمان، غروب آفتاب، شکل‌های کارتونی و یا شخصیت‌های شهر لی‌لی‌پوت می‌شدند). تاریکی مطلق عاملی ضروری برای وقوع این تغییر بود؛ زیرا حس بینایی دارای چنان قدرتی است که در صورت دریافت ذره‌ای نور ترجیح می‌دهد آن‌را پردازش کند تا سیگنال‌های بساوایی و شنوایی را. پاسکوال- لئونه مانند تاب دریافت که برای ایجاد مسیر جدید مغزی

لازم است رقیب آن، که غالباً مسیری است که بیش از همه مورد استفاده قرار گرفته، را مسدود کرده و یا بر سر آن مانع به‌وجود آوریم. در طی ۱۲ تا ۲۴ ساعت پس از برداشتن چشم‌بند از روی چشمان افراد تحت آزمایش، کورتکس بصری این افراد از پاسخ دادن به محرک‌های شنوایی و بساوایی سر باز زد.
سرعت عمل کورتکس بصری در تغییر گرایش به‌سوی پردازش سیگنال‌های بساوایی و شنوایی باعث به‌وجود آمدن سؤال مهمی در ذهن پاسکوال- لئونه شد. او باور داشت دو روز زمان بسیار کمی برای مغز است تا چنین بازنگری بنیادی را در خود انجام دهد. اگر موقعیتی برای رشد سلول‌های مغزی ایجاد شود، آن‌ها حداکثر یک میلی‌متر در روز رشد می‌کنند. کورتکس «بصری» فقط در صورتی قادر است به این زودی به پردازش سیگنال‌های دیگر حسی بپردازد که مسیرهای ارتباطی به آن حس‌ها از قبل وجود داشته باشد. عقیده‌ی پاسکوال- لئونه و روی همیلتون که با هم بر روی این مورد کار می‌کردند این بود که این مسیرها موجود اما پنهان هستند. آن‌ها یک گام به جلو برداشته، تئوری خود را به این‌صورت اعلام کردند که آن تجدید سازمان بنیادی در مغز که در مدرسه‌ی اسپانیایی دیده شد نه یک استثنا بلکه یک قانون است. مغز انسان قادر است با چنین سرعت زیادی اقدام به تجدید سازمان خود کند؛ زیرا بخش‌های متمایز مغز لزوماً برای پردازش سیگنال‌های خاص حسی نیستند. ما می‌توانیم از قسمت‌های مختلف مغزمان برای انجام وظایف متنوعی استفاده کنیم و عموماً این‌کار را هم می‌کنیم.
همان‌طور که دیدیم در حال حاضر تقریباً تمام تئوری‌های مغز بر اساس خاصیت موضعی بودن آن است و این‌که کورتکس حسی، پردازش سیگنال‌های مربوط به هر حس را در موقعیت مکانی خاصی از مغز انجام می‌دهد که منفرداً به پردازش آن حس اختصاص یافته است. استفاده از عبارت «کورتکس بینایی» این فرض را به‌وجود می‌آورد که وظیفه‌ی کلی آن ناحیه از مغز پردازش سیگنال‌های بینایی است که این مورد درباره‌ی «کورتکس شنوایی» و «کورتکس حسی تنی» نیز مصداق دارد.
اما پاسکوال- لئونه می‌گوید: «درواقع سازمان‌دهی مغز ما بر اساس کار سیستم‌هایی نیست که هر یک بعد خاص حسی را پردازش می‌کنند. سازمان‌دهی مغز ما بر اساس کار یک سری از اپراتورهای خاص است».
یک اپراتور، پردازشگر مغزی است که به‌جای پردازش سیگنال‌های یک حس خاص مانند بینایی، بساوایی و یا شنوایی، اطلاعاتی را پردازش می‌کند که بیشتر مطلق هستند. یک اپراتور اطلاعات فضای سه‌بعدی را پردازش می‌کند، دیگری حرکت‌ها را و دیگری اَشکال را. روابط سه‌بعدی، حرکت‌ها و اشکال اطلاعاتی هستند که توسط چندین حس ما پردازش می‌شوند. ما تفاوت‌ها در فضای سه‌بعدی را هم می‌بینیم و هم احساس می‌کنیم -این‌که مثلاً دست یک نفر چقدر بزرگ است- به همین ترتیب ما انواع حرکت‌ها و اشکال را هم می‌بینیم و هم احساس می‌کنیم. تعداد کم اپراتورها ممکن است برای پردازش

سیگنال‌های یک حس مناسب باشد (برای مثال، اپراتور رنگ) اما اپراتورهای فضای سه‌بعدی، حرکت و شکل سیگنال‌های بیش از یک حس را پردازش می‌کنند.
اپراتور از طریق رقابت انتخاب می‌شود. ظاهراً تئوری اپراتورها از تئوری انتخاب گروه نورون‌ها گرفته شده که در سال ۱۹۸۷ توسط برنده‌ی جایزه‌ی نوبل جرالد اِدِلمَن(۱۸۰) مطرح شد. این تئوری بر این اساس بود که برای انجام هر فعالیت ذهنی یک گروه از تواناترین نورون‌ها انتخاب می‌شوند تا آن وظیفه را انجام دهند. در هر شرایطی نوعی رقابت داروینی -عبارت مورد استفاده‌ی جرالد ادلمن، نورون داروین‌گرا- در بین اپراتورها وجود دارد تا معلوم شود کدام‌ها می‌توانند سیگنال‌های یک مرحله‌ی خاص را در شرایط خاص به‌صورت کارآمدتر پردازش کنند.
این تئوری باعث ایجاد ارتباطی هوشمندانه بین دو ایده شد. یکی ایده‌ی موضعی بودن مغز که می‌گوید هر رویدادی در مغز در یک موقعیت مکانی خاص روی می‌دهد و دیگری ایده‌ی نوروپلاستیسیتی که می‌گوید مغز قدرت تجدید ساختار خود را دارد.

این تئوری این مفهوم را در خود دارد که افراد در حین یادگیری یک مهارت جدید می‌توانند اپراتورهایی را به کار گیرند که برای انجام فعالیت‌های دیگر اختصاص داده شده‌اند و به‌این‌ترتیب قدرت پردازش خود را افزایش دهند. البته این امر در صورتی محقق می‌شود که آن‌ها بتوانند اپراتوری را که بدان نیاز دارند از انجام وظایف معمولش باز دارند.

کسی که به او انجام یک کار طاقت‌فرسای شنیداری مانند حفظ کردن ایلیاد هومر داده شده، می‌تواند برای انجام آن بر روی چشمان خود چشم‌بند بگذارد تا به‌این‌ترتیب اپراتورهایی را به‌کار گیرد که در حالت معمولی اختصاص به دیدن دارند، چراکه بسیاری از اپراتورها در کورتکس بینایی قادرند صدا را نیز پردازش کنند. در زمان هومر شعرهای بسیار طولانی سراییده و به‌صورت شنیداری از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شد. (بر اساس داستان‌های قدیمی خود هومر نابینا بوده است). در گذشته و در محیط‌هایی که هنوز سواد چندان گسترش نیافته بود، حفظ کردن مطالب امری لازم بوده است. در حقیقت احتمالاً بی‌سوادی عاملی برای برانگیختگی مغز افراد بوده تا اپراتورهای بیشتری را به انجام وظایف شنیداری اختصاص دهد. اکنون و در جوامع باسواد امروزی هم امکان ایجاد چنین حافظه‌ها شنیداری خارق‌العاده‌ای هست؛ درصورتی‌که انگیزه‌ی کافی برای آن وجود داشته باشد. قرن‌ها یهودیان یمن به کودکان خود آموزش می‌دادند تا تمام تورات را حفظ کنند و اکنون کودکان ایرانی یاد می‌گیرند که تمام قرآن را در خاطر خود حفظ کنند.
***

ما دیدیم که تصور انجام یک عمل، همان برنامه‌های حسی و حرکتی مغز را درگیر خود می‌کند که وقتی واقعاً آن‌را انجام می‌دهیم. مدت‌هاست که نگاه ما به بخش تخیلی زندگی‌مان به‌صورت ترس همراه با احترام و تقدس است: چیزی باشکوه، یکدست، غیرمادی و اثیری، چیزی جدا افتاده از بخش مادی مغزمان؛ اما حالا درباره‌ی حدود مرزی بین این دوچندان مطمئن نیستیم.

هر چیزی که بخش «غیرمادی» مغز شما آن‌را تصور می‌کند، یک ردپای مادی از خود باقی می‌گذارد. هر فکر باعث ایجاد تغییراتی میکروسکوپی در سیناپس‌های مغزی شما می‌شود. هر بار که شما فکر می‌کنید در حال حرکت دادن انگشتان خود بر روی کلیدهای پیانو برای نواختن آن هستید، باعث تغییر در رویان‌های زنده‌ی مغز خود می‌شوید.
این تحقیقات نه‌تنها جالب‌توجه و نویدبخش هستند، بلکه باعث ویران شدن افکار گیج‌کننده‌ای می‌شوند که در نتیجه‌ی نظریات فیلسوف فرانسوی رنه دکارت قرن‌ها سیطره داشتند. رنه دکارت ادعا می‌کرد جنس ذهن و مغز با هم فرق می‌کند و این دو از قوانین متفاوتی تبعیت می‌کنند. به نظر او مغز چیزی فیزیکی و مادی بود که حجم داشت و از قوانین فیزیکی پیروی می‌کرد. ذهن (و یا نفس، آن‌طور که دکارت آن‌را می‌نامید) چیزی غیرمادی و تصوری بود که حجم نداشت و قوانین فیزیکی بر آن حاکم نبود. او می‌گفت افکار تحت انقیاد قوانین فیزیکی علت و معلول نیستند بلکه از قوانین استدلال، احکام و خواسته‌ها متابعت می‌کنند و این‌که انسان تزوجی است از این دوگانگی ذهن غیرمادی و مغز مادی.
اما دکارت که تقسیم‌بندی ذهن/ بدن وی به مدت چهارصدسال بر علم حاکم بود هرگز نتوانست به‌صورتی موثق توضیح دهد که چگونه ذهن غیرمادی بر مغز مادی تأثیر می‌گذارد. در نتیجه‌ی این طرز تفکر بود که تردید درباره‌ی این موضوع که فکر غیرمادی یا خیال صرف می‌تواند ساختار مغز مادی را تغییر دهد، آغاز شد. ظاهراً دیدگاه دکارت بین مغز و ذهن شکافی انداخت که به هیچ وسیله‌ای قابل پر کردن نبود.
او تلاش زیادی کرد تا با ایجاد ارتباطی بین مغز و قوانین مکانیکی، باعث رهانیدن آن از ورطه‌ی امور خفیه شود که در آن موقع بر همه‌چیز حاکمیت داشت، اما تلاش او شکست خورد؛ چرا که بعد از وی مغز به‌صورت ماشینی غیر زنده و ساکن در نظر گرفته می‌شد که تنها توسط عامل غیرمادی و روح‌مانندِ نفس که دکارت آن‌را درون مغز قرار داده بود فعال می‌شد، این عامل را «روح ماشین» می‌نامیدند.
با به تصویر کشیدن مفهومی مکانیکی از مغز، دکارت بیش از هر متفکر دیگری روح زندگی را از آن بیرون کشید و بر سر راه پلاستیسیتی مغز مانع ایجاد کرد. هر شکلی از پلاستیسیتی -هرگونه قابلیت برای تغییر که در وجود ما هست- در ذهن ما و به‌صورت افکار تغییردهنده وجود دارد و نه در مغز ما.

اکنون ما به این درک رسیده‌ایم که افکار «غیرمادی» ما نیز دارای نشانه‌های فیزیکی هستند و این‌که نمی‌توانیم آن‌قدرها مطمئن باشیم که روزی افکار ما با واژه‌های فیزیکی تعریف نشوند. ما امروز به‌روشنی آگاهیم که افکار باعث تغییر در ساختار مغز می‌شوند و مرز حائلی که روزی دکارت بین مغز و ذهن کشید به‌صورت فزاینده‌ای در حال محو شدن است؛ اما چیزی که هنوز روشن نیست و ما باید آن‌را به‌طور دقیق دریابیم این است که چگونه افکار باعث تغییر در ساختار مغز می‌شوند.

فصل نُه: تبدیل ارواح مردگان به اجدادی دوست‌داشتنی

روانکاوی ابزاری برای درمان‌های نوروپلاستیکی

آقای ال. به مدت بیش از چهل‌سال از بیماری افسردگی رنج می‌برد و دربرقراری ارتباط با زنان نیز مشکل داشت. هنگامی‌که وی در جستجوی کمک برای درمان به‌من رجوع کرد، در اواخر دهه‌ی پنجاه از عمرش بود و تازه بازنشسته شده بود. در آن موقع که اوایل دهه‌ی ۱۹۹۰ میلادی بود تعداد کمی از روانشناسان درکی از مغز پلاستیک داشتند و جریان غالب فکری در آن زمان این بود که هنگامی‌که فردی به شصت‌سالگی نزدیک می‌شود «بیماری در وی بیش از آن تثبیت شده» که بتوان از روش درمانی استفاده کرد که هدف آن نه‌تنها رهایی وی از نشانه‌های بیماری است، بلکه قصد دارد جنبه‌هایی درازمدت از کاراکتر شخصیتی او را نیز تغییر دهد.
آقای ال. فردی موجه، رسمی، باهوش و دقیق بود. وی با استفاده از کلماتی محدود به‌صورتی مقطع و با روشی غیرآهنگین صحبت می‌کرد و هنگامی‌که از احساساتش می‌گفت، بسیار دور از دسترس می‌نمود. علاوه بر افسردگی عمیق که تا آن زمان داروهای ضدافسردگی کمی در رفع آن مؤثر بودند، او از وضعیت خلقی ثانویه‌ی عجیبی هم رنج می‌برد. اغلب به شکلی غیرمنتظره احساسی از فلج‌شدگی، کرختی و بیهودگی به او حمله می‌کرد، مثل این‌که زمان برایش متوقف شده باشد. علاوه بر این او به‌من گفت که بیش‌ازاندازه مشروبات الکلی صرف می‌کند.
وی به‌خصوص از نحوه‌ی ارتباطش با زنان در رنج بود. به‌محض این‌که از زنی خوشش می‌آمد، با این احساس که «زن ایده‌آل دیگری در جایی دیگر منتظر من است» شروع به پا پس کشیدن از رابطه می‌کرد. او در چندین مورد با همسرش صداقت به خرج نداده و به همین دلیل ازدواجشان به شکست انجامیده بود؛ نتیجه‌ای که او در مورد آن به‌شدت احساس ندامت می‌کرد. بدتر از همه این‌که او نمی‌دانست چرا در عین این‌که احترام زیادی برای همسرش قائل بوده، در آن موارد رفتاری غیرصادقانه از خود نشان داده است. وی بارها تلاش کرده بود که به او رجوع کند، اما همسرش مخالفت کرده بود.
او در مورد مفهوم عشق مطمئن نبود؛ هیچ‌گاه احساسی از حسادت و یا آرزوی داشتن کسی به وی دست نداده بود، همیشه این احساس را داشت که زنان می‌خواهند «صاحب» او شوند. او هم از تعهد در قبال زنان و هم از نزاع با آنان اجتناب می‌کرد. ال خود را وقف فرزندانش کرده بود، اما آن‌را بیشتر یک وظیفه تلقی می‌کرد تا یک احساس عاطفی شادی‌بخش. این احساس برایش دردناک بود، چون فرزندانش شیفته‌ی او بودند و با وی به مهربانی رفتار می‌کردند.
آقای ال. بیست‌وشش ماهه بود که مادرش در هنگام تولد خواهر کوچک‌تر وی

درگذشت، ولی باور نداشت که فوت مادرش تأثیر عمیقی بر او گذاشته باشد. آقای ال. دارای هفت خواهر و برادر بود که رسیدگی به آنان پس از مرگ مادر بر دوش پدر افتاده بود. وی یک کشاورز بود. آن‌ها در مزرعه‌ای دورافتاده زندگی می‌کردند که دارای امکانات اولیه‌ی برق و آب تصفیه شده نبود، در بخشی از کشور که از بسیاری امکانات محروم بود و در دوره‌ای که به دوره‌ی رکود منسوب است. یک‌سال بعد آقای ال. به‌شدت بیمار می‌شود. علت بیماری، دستگاه جهاز هاضمه‌ی وی است و نیاز به مراقبت دائم دارد. در سن چهارسالگی، پدرش که از نگهداری او و خواهر و برادرانش عاجز شده، او را برای زندگی نزد عمه‌اش در فاصله‌ی هزار مایلی خانه می‌فرستد؛ عمه‌ای که ازدواج کرده اما بچه‌دار نشده بود. در طی دو سال همه‌چیز در زندگی کوتاه آقای ال. تغییر می‌کند؛ مادرش، پدرش، خواهران و برادرانش، سلامتی، خانه، دهکده و همه‌ی عوامل آشنای فیزیکی که دوروبرش بودند را از دست می‌دهد؛ هر چیزی که برایش مهم بود و با آن نسبتی داشت.
وی در خانواده‌ای بزرگ شده بود که عادت به تحمل سختی‌ها داشته، ناراحتی خود را بروز نمی‌دانند؛ به همین دلیل نه پدر و نه عمه‌اش که او را به فرزندی پذیرفته بود، هیچ‌گاه با وی درباره‌ی درد و رنج ناشی از این‌همه فقدان صحبت نکردند.
آقای ال. می‌گفت که او هیچ خاطره‌ای از چهارسالگی و یا قبل از آن‌را در ذهن ندارد و تعداد خاطرات دوران نوجوانی‌اش بسیار اندک است. او اصلاً از آنچه که برایش اتفاق افتاده بود غمگین نبود و هیچ‌گاه نه برای آن و نه در هنگام بزرگ‌سالی برای هیچ موضوع دیگری گریه نکرده بود. درواقع به‌گونه‌ای صحبت می‌کرد مثل این‌که هیچ‌کدام از این حوادث در ذهنش ثبت نشده بودند. او می‌پرسید که چرا باید بدین‌گونه باشد؟ آیا ذهن کودکان آن‌قدر ضعیف است که نمی‌تواند چنین اتفاقاتی را در خود ثبت کند؟
بااین‌وجود نشانه‌هایی حاکی از ثبت این فقدان‌ها در ذهنش وجود داشت. هنگامی‌که داستان زندگی‌اش را تعریف می‌کرد، بعد از گذشت آن‌همه سال، هنوز به نظر می‌رسید که در حالت شوک قرار دارد. علاوه بر این او در دام خواب‌هایی گرفتار بود که در همه‌ی آن‌ها همواره به دنبال چیزی می‌گشت. همان‌طور که فروید دریافته بود، دیدن رؤیاهای مکرر با ساختاری نسبتاً یک‌شکل غالباً نشان‌دهنده‌ی قطعات خاطره‌ای از یک زخم روحی اولیه هستند.
آقای ال. خوابی که همیشه می‌دید را به این‌صورت توصیف می‌کرد:
«من به دنبال چیزی می‌گردم، نمی‌دانم که آن چیز چیست؛ یک شی نامعلوم، شاید یک اسباب‌بازی که مربوط به آنچه که می‌شناسم نیست...دوست دارم که آن‌را دوباره داشته باشم».
تنها چیزی که می‌گوید این است که خوابش «یک فقدان عظیم» را در خود دارد اما قابل‌توجه است که او این خواب را در ارتباط با از دست دادن مادر و یا خانواده‌اش نمی‌داند. از طریق تحلیل این رؤیا برای او و تفهیم آن به او که از سن

پنجاه‌وهشت‌سالگی تا شصت‌ودوسالگی وی را در بر گرفت، ال کم‌کم یاد گرفت که عشق بورزد، جنبه‌هایی مهم از شخصیت خود را تغییر دهد و خود را از چهل سال عوارض بیماری افسردگی نجات دهد. درواقع این تغییرات به این دلیل در وی ممکن شد که روانکاوی، خود نوعی روش درمانی نوروپلاستیک است.
از سال‌ها پیش تاکنون در بعضی زمینه‌ها، این نقل باب روز بوده که روانکاوی یا همان «سخن درمانی» و دیگر درمان‌های روانی روش‌هایی قابل توجه برای درمان نشانه‌های بیماری‌های روانی و مشکلات شخصیتی نیستند و این‌که درمان «واقعی» نیازمند استفاده از دارو و نه صرفاً «صحبت کردن درباره‌ی افکار و احساسات» است. صحبت کردن درباره‌ی افکار و احساسات نمی‌تواند بر مغز اثر گذاشته و شخصیت آدمی را تغییر دهد، زیرا به باور عموم این دو زاییده‌ی ژن‌های ما هستند.
در آغاز این تحقیقات روان‌پزشک و محقق، اریک کندل(۱۸۱)، بود که مرا جذب نوروپلاستیسیتی کرد. در آن زمان من رزیدنت پزشکی در بخش روانشناسی دانشگاه کلمبیا بودم. او در این دانشگاه درس می‌داد و حضورش تأثیر زیادی بر دانشجویان داشت. کندل اولین نفری بود که نشان داد یادگیری باعث تغییر ساختار هر نورون شده و عاملی است برای تقویت ارتباطات سیناپسی بین نورون‌ها. علاوه بر این او اولین نفری بود که نشان داد هنگامی‌که ما چیزی را برای مدتی طولانی به‌خاطرمان می‌سپاریم، نورون‌ها شکل آناتومی خود را تغییر و تعداد ارتباطات سیناپسی با نورون‌های دیگر را افزایش می‌دهند؛ تحقیقی که وی به‌خاطر آن جایزه‌ی نوبل سال ۲۰۰۰ را از آن خود کرد.
کندل در هر دو رشته‌ی روانشناسی و پزشکی تحصیل کرد، با این امید که به روانکاوی بپردازد؛ اما تعدادی از دوستان روانکاوش او را تشویق کردند تا به تحقیق درباره‌ی مغز، یادگیری و حافظه بپردازد که دانش کمی درباره‌ی آن‌ها موجود بود؛ بدین منظور که ادراک انسانی را دراین‌باره تعمیق بخشد که چرا روان‌درمانی مؤثر است و چگونه می‌توان آن‌را ارتقاء داد.
بعد از چندین مورد اکتشاف‌های اولیه، کندل تصمیم گرفت تبدیل به یک دانشمند تمام‌وقت آزمایشگاهی شود، اما هرگز اشتیاق خود به این موضع که چگونه فکر و مغز در جریان روانکاوی تغییر می‌یابند را از دست نداد.
او شروع به مطالعه بر روی یک حلزون بزرگ دریایی به نام آپلایسیا کرد که نورون‌های بزرگ غیرعادی او -سلول‌های او یک میلی‌متر پهنا دارند و با چشم غیرمسلح قابل مشاهده هستند- می‌توانست دریچه‌ای به کشف این موضوع باشد که بافت عصبی چگونه در انسان عمل می‌کند. تکامل در جانداران محافظه‌کارانه صورت گرفته است و شکل‌های اولیه‌ی یادگیری در جاندارانی که سیستم عصبی ساده دارند و در انسان، به یک‌گونه است.
کندل به دنبال این بود که در کوچک‌ترین گروه نورونی ممکن که می‌تواند بیابد، یک واکنش اکتسابی را «به دام» انداخته، به تحقیق درباره‌ی آن بپردازد. او در این حلزون یک حلقه‌ی نورونی ساده پیدا کرد که می‌توانست آن‌را به کمک

کالبدشکافی از حیوان جدا کرده و سالم و زنده در آب دریا نگهدارد. به این طریق درحالی‌که آن بخش زنده و در حال یادگیری بود می‌توانست بر روی آن تحقیق انجام دهد. سیستم عصبی ساده‌ی حلزون دریایی دارای سلول‌های حسی است که خطر را تشخیص داده و به نورون‌های حرکتی آن پیغام می‌فرستند. نورون‌های حرکتی به‌منظور محافظت از جاندار به‌صورت غیرارادی عکس‌العمل نشان می‌دهند. حلزون‌های دریایی برای تنفس، آب‌شش‌های خود را از صدف خارج می‌کنند. این آب‌شش‌ها از بافتی گوشتی به‌نام سیفون پوشیده شده‌اند. اگر نورون‌های حسی سیفون یک محرک ناآشنا یا خطری را تشخیص دهند برای شش نورون حرکتی پیغام می‌فرستند، آن‌ها نیز با فرستادن پیغام سبب می‌شوند که ماهیچه‌های اطراف آب‌شش، هم آب‌شش وهم سیفون را سالم به داخل حلزون بکشند، جایی که در آن از خطر محفوظاند. این همان حلقه‌ی نورونی ساده‌ای بود که کندل با داخل کردن میکروالکترودها در داخل نورون‌ها، آن‌را مورد تحقیق قرار داده بود.
با انجام این تحقیق وی توانست نشان دهد که با یادگیری حلزون در اجتناب از حمله‌ی عصبی و پس کشیدن آب‌شش، سیستم عصبی حیوان تغییر می‌کند، ارتباطات سیناپسی بین نورون‌های حسی و نورون‌های حرکتی آن افزایش می‌یابد و سیگنال‌های قدرتمندتری می‌فرستد که توسط میکروالکترودها ردیابی می‌شوند. این اولین گواه برای اثبات این موضوع بود که یادگیری باعث تقویت نوروپلاستیک ارتباط بین نورون‌ها می‌شود.
اگر در طی تحقیق او شوک‌های وارد شده به حلزون را در عرض مدت کوتاهی افزایش می‌داد، جاندار «حساس» شده و تمایل پیدا می‌کرد که حتی به محرک‌های بی‌خطر واکنش‌های زیاده از حد نشان دهد، درست شبیه به انسانی که در وی اختلالات اضطرابی به‌وجود می‌آید. هنگامی‌که در حلزون ترس‌های اکتسابی به‌وجود می‌آید، نورون‌های پیش‌سیناپسی پیغام‌برهای شیمیایی بیشتری را در سیناپس آزاد می‌کنند و سیگنال‌های قدرتمندتری را ارسال می‌کنند. سپس وی نشان داد که می‌توان حلزون را تحت آموزش قرار داد تا محرک غیر آسیب‌رسان را تشخیص دهد. هنگامی‌که سیفون حلزون را دوباره و دوباره با ملایمت لمس می‌کردند و علائم شوک ظاهر نمی‌شد، پس‌کشیدن واکنشی سیناپس‌ها تضعیف شده و سرانجام حلزون به این لمس‌کردن‌ها بی‌توجه می‌شد. دست آخر کندل توانست نشان دهد که حلزون‌ها هم می‌توانند بین دو رویداد مختلف ارتباط به‌وجود آورند و این‌که سیستم عصبی آن‌ها در این فرآیند تغییر می‌کند. هنگامی‌که او حلزون را در معرض یک محرک بی‌خطر قرار می‌داد و پس‌ازآن بلافاصله شوکی را به دُم جاندار وارد می‌کرد، عکس‌العمل نورون حسی حلزون نسبت به محرکِ بی‌خطر زود تغییر پیدا می‌کرد و آن‌را تحرکی خطرناک در نظر می‌گرفت و سیگنال‌های بسیار قدرتمندی می‌فرستاد -گرچه که با حمله‌ی عصبی همراه نبود.
کندل با تام کارو([۱۸۲]) همکاری می‌کرد که یک روانشناس فیزیولوژیک بود. در

مرحله‌ی بعد آن‌ها نشان دادند که حلزون می‌تواند هر دو حافظه‌ی کوتاه‌مدت و بلندمدت را در خود پرورش دهد. در یک آزمایش، تیم تحقیق به یک حلزون آموزش دادند که پس از ده بار لمس آب‌شش توسط آن‌ها، آن‌را به داخل صدف بکشد. تغییرات نورونی که در نتیجه‌ی این آموزش به‌وجود می‌آمد برای چند دقیقه باقی می‌ماند، که معادل یک حافظه‌ی کوتاه‌مدت است. در مورد دیگر، گروه در طی یک‌روز، چهار بار و هر بار با فاصله‌ی چندین ساعت از دفعه‌ی بعد، حلزون را مورد آموزش قرار داد؛ به‌این‌ترتیب که در هر دفعه‌ی آموزش ده بار آب‌شش جانور را لمس می‌کردند. در نتیجه‌ی تکرار این عمل تغییرات حاصله در نورون‌ها سه هفته طول کشید که نشان‌دهنده‌ی این بود که در جاندار حافظه‌ی بلندمدت اولیه‌ای ایجاد شده است.
در مرحله‌ی بعد کندل با جیمز اشوارتز(۱۸۳) که یک زیست‌شناس مولکولی بود همکاری کرد. برای داشتن درکی بهتر از تک‌به‌تک مولکول‌هایی که در شکل‌گیری حافظه‌ی بلندمدت حلزون شرکت دارند، آن‌ها به بررسی ژنتیکی این رویداد پرداختند. آن‌ها نشان دادند که برای تبدیل حافظه‌ی کوتاه‌مدت به بلندمدت، این جاندار نیاز به ساخت نوعی جدید از پروتئین در سلول‌های خود دارد. گروه نشان داد که حافظه‌ی کوتاه‌مدت حلزون هنگامی به بلندمدت تبدیل می‌شود که در نورون ماده‌ی شیمیایی با نام پروتئین کیناز A(۱۸۴) از بدنه‌ی نورون به داخل هسته، به جایی‌که ژن‌ها هستند، برود. این پروتئین، ژن را روشن می‌کند تا پروتئینی بسازد که ساختار انتهای سلول عصبی را تغییر می‌دهد که در نتیجه ارتباطات جدید در بین نورون‌ها به‌وجود می‌آید. سپس کندل و کارو با همکاری ماری چن و کریگ بیلی نشان دادند هنگامی‌که هر تک نورون به دلیل تحریک و حساس‌شدن یک حافظه‌ی بلندمدت می‌سازد، ممکن است تعداد ارتباطات سیناپسی آن از ۱۳۰۰ به ۲۷۰۰ افزایش یابد؛ میزانی تکان‌دهنده در تغییرات نوروپلاستیک.
همین فرآیند در انسان به وقوع می‌پیوندد. در هنگام یادگیری ما در ژن‌هایی از نورون‌هایمان که «بیان شده‌اند» و یا روشن هستند تغییر ایجاد می‌کنیم.
ژن‌های ما دو عملکرد دارند: اولی که به آن «عملکرد الگوبرداری(۱۸۵)» می‌گوییم به ژن‌ها اجازه می‌دهد تا تکثیر پیدا کنند و ژن‌هایی مانند خود بسازند که از نسلی به نسل دیگر انتقال پیدا می‌کنند. این عملکرد از کنترل انسان خارج است.
دومی «عملکرد رونویسی(۱۸۶)» است. هر سلول از بدن ما حاوی تمامی ژن‌های ماست، اما همه‌ی این ژن‌ها روشن و یا بیان شده نیستند. هنگامی‌که یک ژن روشن می‌شود، پروتئین جدیدی می‌سازد که ساختار و عملکرد ژن را تغییر می‌دهد. این عملکرد را رونویسی می‌خوانند؛ زیرا وقتی‌که ژن روشن می‌شود اطلاعات ساخت این پروتئین‌ها از روی ژن خوانده و یا رونویسی می‌شود. این‌که ما چه می‌کنیم و به چه فکر می‌کنیم بر روی عملکرد رونویسی تأثیر دارد.

بیشتر مردم تصور می‌کنند که این ژن‌های ما هستند که به ما شکل داده‌اند؛ رفتار و آناتومی مغزی ما را ساخته‌اند. تحقیق کندل نشان داد هنگامی‌که ما مغزمان را در معرض آموزش قرار می‌دهیم بر روی ژن‌هایی که از نورون‌هایمان رونویسی می‌شوند، نیز تأثیر می‌گذاریم. در نتیجه ما می‌توانیم ژن‌های خود را شکل دهیم، که آن‌هم به‌نوبه‌ی خود آناتومی میکروسکوپی مغز ما را شکل می‌دهد.
کندل می‌گوید روان‌درمانی باعث تغییر در انسان می‌شود، «احتمالاً این تغییر از طریق یادگیری انجام می‌شود، با ایجاد تغییر در بیان ژن که قدرت ارتباطات سیناپسی را تغییر می‌دهد و تغییرات ساختاری که باعث ایجاد تغییر در الگوی آناتومی ارتباطات درونی بین سلول‌های عصبی مغز می‌شود». روانشناس دکتر سوزان معتقد است که کارایی گفتگودرمانی به‌علت انجام «گفتگو با نورون‌ها» است و این‌که یک روانکاو و یا یک روان‌درمانگر خوب درواقع یک «ریزجراح» ذهن است که به بیمار کمک می‌کند در شبکه‌های نورونی خود تغییرات لازم را ایجاد کند.
پیشینه‌ی زندگی کندل بود که زمینه را برای اکتشافات در سطح مولکولی حافظه و یادگیری فراهم کرد.
کندل در سال ۱۹۲۹ در وین به‌دنیا آمد؛ شهری با فرهنگی عظیم و غنی از اندیشمندان؛ اما کندل یک یهودی؛ و اتریش در آن زمان، کشوری به‌شدت یهودستیز بود. در مارس سال ۱۹۳۸ هیتلر وارد وین شد و اتریش را به حکومت رایش آلمان ضمیمه کرد. جمعیت زیادی از او استقبال کردند و کلیسای اسقفی وین به همه‌ی کلیساها در سرتاسر اتریش دستور داد که پرچم آلمان نازی را بر سردر خود به اهتزاز درآورند. روز بعد تمام همکلاسی‌های کندل -به‌جز یک دختر که او هم یهودی بود- هم‌صحبتی با او را قطع و شروع به نشان دادن رفتاری قلدرمآبانه در برابر وی کردند. تا آوریل تمام کودکان یهودی از مدارس اخراج شده بودند.
در نهم نوامبر سال ۱۹۳۹ در شب شیشه‌های شکسته -شبی که در آن نازی‌های آلمانی تمام کنیسه‌های یهودیان واقع در سرزمین‌های تحت حکومت رایش آلمان و از جمله اتریش را ویران کردند- پدر کندل را دستگیر کردند. در آن‌شب یهودیان اتریشی مجبور به ترک خانه‌هایشان شدند و صبح روز بعد سی هزار مرد یهودی را به اردوگاه‌های کار اجباری فرستادند.
کندل می‌نویسد: «حتی امروز، پس از گذشت شصت‌سال، من آن‌شب را به‌خاطر دارم، آن‌چنان واضح مثل این‌که شب گذشته بوده است. اتفاقات آن‌شب دو روز بعد از تولد نه‌سالگی‌ام پیش آمد؛ تولدی که با بارانی از اسباب‌بازی بر سرم جشن گرفته شد. هنگامی‌که یک هفته پس از اخراج از خانه‌هایمان، بدانجا بازگشتیم، دیدیم که همه‌ی چیزهای گران‌بها ناپدید شده‌اند؛ از جمله اسباب‌بازی‌های من. شاید حتی برای کسی چون من که آموزش دیده تا به روش روان‌درمانی فکر کند، منتسب کردن همه‌ی علائق و اعمال سال‌های

بعدی زندگی به چند خاطره‌ی گزیده از سال‌های کودکی عملی بیهوده باشد. بااین‌وجود من نمی‌توانم فکری جز این داشته باشم که این تجربه‌های سال آخر زندگی من در وین بود که به‌من کمک کرد تا علائق بعدی خود در زمینه‌ی ذهن، درباره‌ی رفتارهای انسانی، غیرقابل‌پیش‌بینی بودن محرک و ماندگاری حافظه را دریابم. من مانند دیگر افرادی که چنین تجاربی داشته‌اند در این معنی گرفتار مانده‌ام که این زخم‌های روحی مربوط به دوران کودکی تا چه اندازه عمیق در حافظه‌ام ثبت شده‌اند.
او به سمت روان‌درمانی جذب شد چراکه به نظرش «منسجم‌ترین، جالب‌ترین و دقیق‌ترین نگاه را به ذهن انسانی دارد» و از میان تمام زمینه‌ها در روانشناسی کامل‌ترین درک را از تناقضات رفتارهای انسانی ارائه می‌کند؛ این‌که «چگونه جوامع متمدن ناگهان چنین شرارت مدهشی را در مورد تعداد زیادی از مردم اعمال می‌کنند و این‌که چگونه کشوری در ظاهر متمدن مانند اتریش می‌تواند به آن شدت از هم گسیخته شود».

روان‌درمانی، یا روانکاوی روشی درمانی است که نه‌تنها در مورد برطرف کردن علائم بیماری به کسانی که دارای مشکلات جدی هستند کمک می‌کند، بلکه در بعضی جنبه‌های شخصیتی نیز به آنان کمک می‌کند. این مشکلات هنگامی برای ما پیش می‌آیند که دارای تعارضات درونی قدرتمندی باشیم به حدی که همان‌طور که کندل گفت، ارتباط قسمت‌هایی از وجودمان با بقیه‌ی قسمت‌ها به‌شدت از هم «گسیخته» و یا قطع شود.

زمینه‌ی حرفه‌ای کندل باعث شد که وی از کلینیک به آزمایشگاه علوم اعصاب برود، درحالی‌که زیگموند فروید، به‌عنوان یک دانشمند علوم اعصاب، کار خود را در آزمایشگاه شروع کرد، اما فقر زیاد مانع از این شد که این راه را ادامه دهد. او در جهت مخالف رفت و در جهت کسب معاش برای خانواده‌اش به‌عنوان یک متخصص اعصاب به‌طور خصوصی شروع به کارکرد. یکی از تلاش‌های اولیه‌ی او در این مسیر، به‌عنوان یک دانشمند علوم اعصاب، ترکیب دانسته‌هایش از مغز با آن چیزهایی بود که در حین درمان مردم می‌آموخت. به‌عنوان یک متخصص اعصاب، فروید بلافاصله شیفتگی‌اش نسبت به ایده‌ی مطرح در آن زمان یعنی موضعی بودن مغز را از دست داد، ایده‌ای که بنیادش بر کارهای بروکا و دیگران بود. او دریافت که مفهوم مغز سیم‌پیچی شده نمی‌تواند به‌کفایت توضیح دهد که چگونه انجام فعالیت‌های پیچیده‌ی ذهنی، فعالیت‌هایی مانند خواندن و نوشتن که از طریق فرهنگ کسب شده‌اند، امکان‌پذیر است. در سال ۱۸۹۱ او کتابی با عنوان «زبان‌پریشی(۱۸۷)» نوشت و در آن موارد نقصی را در مورد شواهد موجود برای «یک وظیفه، یک مکان» در مغز ارائه کرد. او این نکته را مطرح کرد که انجام اعمال پیچیده‌ای مانند خواندن و نوشتن، تنها محدود به مناطق مشخصی در کورتکس نمی‌شود و ازآنجاکه باسوادی امری درونی

نیست، آنچه که ایده‌ی موضعی بودن درباره‌ی وجود «مرکزی» مغزی برای باسوادی می‌گوید ایده‌ی عاقلانه‌ای نیست. حقیقت این است که برای انجام اعمالی که ما آن‌ها را از طریق فرهنگ کسب می‌کنیم، مغز مجبور است در دوره‌ی حیات ما، خود و سیم‌پیچی‌اش را به نحوی پویا مورد سازمان‌دهی مجدد قرار دهد.
در سال ۱۸۹۵ فروید مدل «پروژه‌ای برای روانشناسی علمی(۱۸۸)» خود را تکمیل کرد. این یکی از اولین مدل‌های جامع علوم اعصاب بود که مغز و ذهن را در هم ادغام کرده بود و به سبب کمال هنوز مورد تحسین مجامع علمی است. در این مدل بود که فروید از سیناپس سخن گفت؛ چندین‌سال قبل از آن‌که سر چارلز شرینگتون(۱۸۹) افتخار طرح آن‌را از آن خود کند. فروید در «پروژه» حتی توضیح داده بود که چگونه سیناپس‌ها، که او آن‌ها را «مرزهای تماس» می‌نامید، ممکن است با یادگیری تغییر کنند. این‌کار پیش‌نگری بر کار کندل بود. علاوه بر این او شروع به مطرح کردن ایده‌های نوروپلاستیسیتی نیز کرده بود.

اولین مفهوم پلاستیک که توسط او مطرح شد، همان قانونی است که می‌گوید نورون‌هایی که با هم شلیک می‌کنند به هم سیم‌پیچی می‌شوند. این قانون را عموماً قانون هب(۱۹۰) می‌خوانند درحالی‌که فروید در سال ۱۸۸۸ درست شصت سال پیش از هب آن‌را مطرح کرد. فروید می‌گفت فرستادن پیغام توسط دو نورون به‌صورت همزمان باعث ایجاد هم‌خوانی مداوم در بین آن‌ها می‌شود. فروید تأکید داشت که آنچه که باعث ایجاد ارتباط بین نورون‌ها می‌شود، شلیک همزمان آن‌ها با هم است. او این پدیده را قانون هم‌خوانی توسط همزمانی نامید. قانون هم‌خوانی اهمیت روش «تداعی آزاد(۱۹۱)» که توسط فروید مطرح شد را توضیح می‌دهد. در این روش روانکاوی، بیمار بر روی کاناپه دراز می‌کشد و «تداعی آزاد» می‌کند؛ یعنی هرچه که به مغزش خطور می‌کند را به زبان می‌آورد، بدون توجه به این‌که ممکن است گفته‌هایش چقدر ناجور و مبتذل باشد. روانکاو دور از دید بیمار و پشت سر وی می‌نشیند و معمولاً خیلی کم حرف می‌زند. فروید متوجه شده بود که اگر در این روال دخالت نکند در فرایند تداعی بیمار، بسیاری از احساساتِ پس‌زده شده و ارتباطات جالب آشکار می‌شوند -افکار و احساساتی که بیمار معمولاً آن‌ها را از ذهن خود پس زده است. مبنای تداعی آزاد بر این اساس است که همه‌ی تداعی‌ها در ذهن ما، حتی آن‌هایی که ظاهراً «اتفاقی» به ذهن ما می‌آیند و قابل فهم نیستند، تفاسیری هستند بر ارتباطاتی که زمانی در شبکه‌ی مغزی ما شکل گرفته‌اند. قانون هم‌خوانی توسط همزمانی او به شکلی شفاف تغییرات در شبکه‌ی نورونی ما را در ارتباط با تغییرات در شبکه‌ی حافظه‌ی ما می‌داند. در نتیجه نورون‌هایی که سال‌ها قبل با هم شلیک کرده‌اند، به هم سیم‌پیچی شده‌اند و این ارتباطات هنوز بر سر جای خود باقی هستند و خود را در گفته‌های بیمار جلوه‌گر می‌سازند که به‌صورت تداعی آزاد بیان می‌شوند.

ایده‌ی دوم پلاستیک فروید مربوط به دوره‌ی بحرانی روانشناسی و موضوع مرتبط با آن یعنی پلاستیسیتی جنسی بود. همان‌طور که در فصل چهار «ذائقه‌ی جنسی و عشق» دیدیم، فروید اولین نفری بود که این بحث را مطرح کرد که ریشه‌ی تمایلات جنسی و قابلیت انسان برای عشق‌ورزی به دوره‌های بحرانی در اوان کودکی او بازمی‌گردد. او نام این دوره‌های بحرانی را «مراحل سازمان‌دهی» گذاشت. آنچه که در طی این دوران برای ما اتفاق می‌افتد تأثیر مفرطی بر توانایی ما برای عشق‌ورزی در دوره‌های بعدی زندگی دارد. اگر چیزی در این دوران بد شکل بگیرد امکان تغییر آن در مراحل بعدی وجود دارد، اما بعد از به پایان رسیدن یک مرحله‌ی بحرانی تغییرات پلاستیک بسیار سخت‌تر ایجاد خواهند شد.

نظریه‌ی سوم فروید درباره‌ی انعطاف‌پذیری یا همان پلاستیک بودن حافظه بود. استادان فروید اعتقاد داشتند رویدادهایی که برای ما اتفاق می‌افتند می‌توانند خاطره‌هایی پایدار را در ذهن ما شکل دهند؛ اما هنگامی‌که فروید کار بر روی بیماران را آغاز کرد، متوجه شد که خاطرات برای یک‌بار نگاشته و یا در ذهن ما «حک» نمی‌شوند تا همیشه به همان صورت بدون تغییر باقی بمانند، بلکه وقوع اتفاقات بعدی ممکن است آن‌ها را تغییر داده، معانی نویی برای آن‌ها بنویسند. فروید متوجه شد ممکن است معانی وقایع برای بیماران، چندین‌سال بعد از اتفاق افتادنشان، تغییر کند و هم این‌که بیماران خاطرات مربوط به این رویدادها را در ذهن خود تغییر دهند. افرادی که در اوان کودکی مورد تعرض قرار می‌گیرند، به دلیل این‌که توانایی درک آنچه که به سرشان آمده را ندارند، چندان ناراحت و غمگین نیستند و خاطرات اولیه‌ی آن‌ها همیشه منفی نیست؛ اما هنگامی‌که به بلوغ جنسی می‌رسند نگاهشان به این رویداد تغییر پیدا کرده و برایشان معنای جدیدی پیدا می‌کند؛ در نتیجه خاطره‌ی ذهنی‌شان از این رویداد تغییر پیدا می‌کند. در سال ۱۸۹۶ فروید نوشت: «خاطرات، هر از چندگاه، خود را بر اساس شرایط جدید پیش‌آمده مورد اصلاح قرار می‌دهند تا رونوشتی جدید را تنظیم کنند. در نتیجه آنچه که اساساً در تئوری من جدید است این ایده است که خاطرات نه یک‌بار بلکه چندین‌بار در ذهن نگاشته می‌شوند». خاطرات به‌طور مداوم تغییر شکل پیدا می‌کنند؛ مشابه با وضعیتی که در آن یک ملت افسانه‌های متفاوتی از تاریخ اولیه‌ی خود می‌سازد. فروید می‌گوید برای این‌که خاطرات تغییر کنند باید در ذهن زنده بوده و طرف توجه بخش هشیار ذهن قرار گیرند. این چیزی است که از همان موقع دانشمندان علوم اعصاب آن‌را نشان داده‌اند. متأسفانه در مواردی مثل مورد آقای ال. بخش هشیار ذهن نمی‌تواند به‌آسانی به‌خاطرات مربوط به آسیب‌های روحی اوان کودکی دسترسی داشته باشد، به همین علت خاطرات تغییر نمی‌کنند.
چهارمین نظریه‌ی نوروپلاستیک فروید توضیحی دراین‌باره است که چگونه

می‌توان خاطرات مربوط به آسیب‌های روحی بخش ناهشیار ذهن را به بخش هشیار آن تغییر داد و آن‌ها را از نو نگاشت. او متوجه شده بود در فرآیند محرومیت حسی نوع ملایم، هنگامی‌که وی در جایی خارج از دید بیمار می‌نشیند و صرفاً هنگامی اظهارنظر می‌کند که ایده‌ای درباره‌ی مشکل دارد، بیمار او را در قالب فردی مهم از گذشته‌ی خود (معمولاً والدین) و در دوران بحرانی روانی خود تصور کرده و مانند این است که ناآگاهانه خاطرات کودکی خود را فاش می‌کند. فروید این فرآیند را «انتقال(۱۹۲)» نامید؛ زیرا در طی آن بیماران صحنه‌های مربوط به خاطرات گذشته و آنچه که از آن درک کرده بودند را از زمان گذشته به‌حال منتقل می‌کردند. آن‌ها به‌جای «مرور» خاطره از آن «پرده برمی‌داشتند». یک روانکاو که دور از دید بیمار است و کم سخن می‌گوید، تبدیل به صحنه‌ای خالی می‌شود که بیمار انتقال خود را بر روی آن پیاده می‌کند. فروید دریافت که بیماران این «انتقال‌ها» را نه‌فقط بر روی او بلکه بر روی افراد دیگری از زندگی‌شان هم انجام می‌دهند، بدون این‌که از انجام چنین امری مطلع باشند و این‌که این تصور تحریف‌شده از افراد معمولاً برایشان مشکلاتی را درپی دارد. کمک به بیماران در جهت درک این انتقال‌ها باعث می‌شود که بتوانند ارتباطات خود را ارتقاء دهند. مهم‌تر از همه این‌که فروید کشف کرد غالباً می‌توان صحنه‌هایی که به دلیل آن بیمار در همان اوان زندگی دچار آسیب روحی شده را تغییر داد. این تغییر می‌تواند هنگامی صورت گیرد که فرآیند انتقال فعال شده و بیمار کاملاً حواسش جمع است و روانکاو به بیمار می‌گوید که دارد چه اتفاقی می‌افتد؛ بنابراین امکان تغییر و دوباره‌نویسی شبکه‌های نورونی بنیادی و خاطرات وابسته به آن‌ها وجود دارد.

***

بیست‌وشش ماهگی، سنی که آقای ال. در آن مادرش را از دست داد، زمانی است که تغییرات پلاستیک مغز کودک در اوج خود قرار دارد: مغزی جدید در حال شکل‌گیری و ارتباطات نورونی در حال محکم شدن است. در همین دوره نقشه‌های مغزی از طریق تعامل با دنیا و دریافت محرکاتی از طرف آن در حال تفکیک و کامل شدن هستند. در این زمان نیمکره‌ی راست مغز رشد جهشی خود را تکمیل کرده و نیمکره‌ی چپ در حال شروع این پروسه است.

نیمکره‌ی راست مغز عموماً ارتباطات غیرکلامی را پردازش می‌کند: به ما این توانایی را می‌دهد که چهره‌ها و حالات صورت را تشخیص دهیم و باعث ارتباط ما با انسان‌های دیگر می‌شود؛ بنابراین این نیمکره نشانه‌های بصری غیرکلامی که بین مادر و فرزند ردوبدل می‌شود، را پردازش می‌کند. این نیمکره همچنین وظیفه‌ی پردازش اجزاء آهنگین کلام، و یا لحن صدا که ما توسط آن احساس خود را منتقل می‌کنیم را بر عهده دارد. از زمان تولد تا دوسالگی که دوره‌ی رشد جهشی نیمکره‌ی راست مغز است، دوره‌ی بحرانی برای این وظایف مغزی می‌باشد.

نیمکره‌ی چپ مغز عموماً اجزاء زبانی-کلامی سخن را پردازش می‌کند که در جهت متقابل پردازش بخش آهنگین-احساسی کلام است و مشکلاتی که در استفاده از پردازش آگاهانه وجود دارد را تحلیل می‌کند. نیمکره‌ی راست مغز کودکان در پایان دوسالگی بزرگ‌تر از نیمکره‌ی چپ می‌باشد؛ نیمکره‌ی چپ تازه در این زمان شروع به رشد جهشی می‌کند. این دو دلیل در کنار هم باعث می‌شود که در سه‌ساله‌ی اول زندگی عملکرد مغز تحت تسلط نیمکره‌ی راست باشد. کودکانی مانند آقای ال. در بیست‌وشش ماهگی موجودات پیچیده‌ای با «مغز راست» احساسی هستند که نمی‌توانند درباره‌ی احساسات خود سخن بگویند که وظیفه‌ی مربوط به نیمکره‌ی چپ مغز است. اسکن‌های مغزی نشان می‌دهد در طول دوسال اولیه‌ی زندگانی هر کودک، مادر از طریق نیمکره‌ی سمت راست خودش تماسی غیرکلامی با نیمکره‌ی راست او برقرار می‌کند.

یک دوره‌ی بحرانی بسیار مهم از تکامل مغزی کودک تقریباً از ده یا دوازده‌ماهگی آغاز شده و تا شانزده یا هجده‌ماهگی طول می‌کشد که در طی آن ناحیه‌ای اصلی از لوب پیشانی رشد می‌یابد. رشد این قسمت کودک را قادر می‌سازد تا هم عواطف دیگران را درک کرده و هم احساسات خود را ابراز کند. این منطقه‌ی بالنده، قسمتی از مغز است که در پشت چشم سمت راست ما واقع شده و به آن سیستم اوربیتو فرونتال سمت راست(۱۹۳) می‌گویند. (قسمت مرکزی سیستم اوربیتوفرونتال در کورتکس اوربیتال فرونتال واقع شده که در بخش شش درباره‌ی آن بحث شد؛ اما این «سیستم» ارتباطاتی با دستگاه کناری که احساسات را پردازش می‌کند، نیز دارد). این سیستم ما را قادر می‌سازد که بتوانیم هم حالات چهره‌ی دیگران را خوانده، معنی آن‌ها را درک کنیم و هم احساسات خود را کنترل نماییم. در بیست‌وشش ماهگی احتمالاً رشد بخش اوربیتوفرونتال مغز آقای ال. کوچولو تکمیل شده بوده، اما هرگز فرصتی برای تقویت کردن آن به‌وجود نیامده است.

اگر در طی دوره‌ی بحرانی رشد احساسی و عاطفی یک کودک مادرش در کنارش باشد، کودک دائماً از او یاد می‌گیرد که هر آهنگ صدا و هر تغییر قیافه چه معانی در خود دارد. هنگامی‌که او به کودک خود نگاه می‌کند و می‌بیند که در حین خوردن شیر کمی هوا نیز می‌بلعد، ممکن است به او چنین بگوید: «عزیز دلم، خیلی ناراحتی، نترس، دلت درد می‌کنه چون خیلی تند شیر می‌خوری، بذار مامان بغلت کنه تا آروغ بزنی، اون موقع حالت بهتر می‌شه». مادر با این سخنان نام احساسی که در کودک وجود دارد را بر زبان می‌آورد (ترس)، این‌که دلیلی دارد (تند خوردن غذا)، این‌که احساس کودک با حالات چهره‌ی وی در ارتباط است («خیلی ناراحتی»)، این‌که احساس کودک با حس درد در بدن همراه است (دل‌درد)، و این‌که رو آوردن به دیگران برای رها شدن از درد و ناراحتی غالباً مفید است («بذار مامان بغلت کنه تا آروغ بزنی»). با ابراز این

سخنان و احساسات، مادر کودک خود را تحت آموزش یک دوره‌ی فشرده قرار می‌دهد. او در این جهت فقط از کلمات استفاده نمی‌کند، بلکه از لحن نوازشگر صدای خود و همچنین ژست‌های اطمینان‌بخش و نوازش وی بهره می‌برد.
برای این‌که کودک بتواند احساسات خود را بشناسد، به آن‌ها نظم دهد و در کل انسانی اجتماعی شود لازم است در دوره‌ی بحرانی رشد خود چندین صد مرتبه مورد چنین تعاملاتی قرار گیرد تا در مراحل بعدی زندگی آن‌ها را به شکلی استوار در وجود خود داشته باشد.
آقای ال. مادرش را فقط چند ماه بعدازاینکه رشد سیستم اوربیتوفرونتال در وی تکمیل شده بود، از دست داد؛ بنابراین مسئولیت کمک به وی در جهت تمرین دادن و استفاده از این سیستم به دوش اطرافیان افتاد. اطرافیانی که خودشان هم از این حادثه ضربه خورده بودند و نمی‌توانستند مانند مادر، خود را با وی همگام کنند. کودکی که مادرش را در سنی به این کمی از دست می‌دهد، تقریباً برای همیشه تحت تأثیر دو ضربه‌ی ویرانگر باقی می‌ماند: مادری که درگذشته و پدری که زنده اما گرفتار افسردگی است. اگر دیگران نتوانند مانند مادر به کودک کمک کنند تا خود را تسکین داده، احساسات خود را تنظیم کند، او یاد می‌گیرد که احساسات خود را خاموش و درواقع از نوعی «تنظیم خودکار» بدن استفاده می‌کند. هنگامی‌که آقای ال. در پی درمان خود برآمد هنوز تمایل داشت احساسات خود را سرکوب کرده، عواطف خود را ابراز نکند.
***

بسیار قبل‌تر از آن‌که امکان اسکن مغزی از کورتکس اوربیتوفرونتال فراهم شود، روانکاوان شخصیت کودکانی را مورد بررسی قرار داده بودند که در همان اوایل دوره‌ی بحرانی رشد مغزی، مادر خود را از دست داده بودند. در طول جنگ دوم جهانی رنه اشپیتز(۱۹۴) کودکانی را مورد مطالعه قرار داد که توسط مادران خود در زندان‌ها پرورش می‌یافتند؛ در مقایسه با آنان کودکانی را که در مراکز نگهداری از کودکان سرراهی بزرگ می‌شدند، جایی که در آن یک پرستار مسئول مراقبت از هفت کودک یا هم بود. رشد عقلانی بچه‌هایی که در مراکز نگهداری از کودکان سرراهی بزرگ می‌شدند کم‌کم متوقف می‌شد و آن‌ها قادر به کنترل احساسات خود نبودند. آن‌ها تکان‌های بی‌پایانی به سمت جلو و عقب و در دستانشان حرکات عجیبی داشتند. علاوه بر این، آن‌ها وارد مرحله‌ی «سرکوب» می‌شدند و نسبت به محیط اطراف خود بی‌توجه و نسبت به مردمی که می‌خواستند از آن‌ها نگهداری و یا وسایل آسایش آن‌ها را فراهم کنند بی‌تفاوت بودند. نگاه این کودکان در عکس‌هایشان پریشان و تأثیرگذار بود. در این کودکان مراحل خاموشی و «فلج» هنگامی روی می‌دهد که کودک تمام امید خود برای یافتن والدینش را از دست بدهد؛ اما چگونه بود که در ذهن آقای ال؛ که دچار وضعیتی مشابه این شده بود، چنین تجارب اولیه‌ای ثبت شده بود؟ دانشمندان علوم اعصاب دو نوع سیستم حافظه را در انسان تشخیص داده‌اند که هر دو آن‌ها در حین روان‌درمانی دچار تغییرات پلاستیک می‌شوند.

سیستم حافظه‌ای که در سن بیست‌وشش ماهگی به‌خوبی رشد پیدا کرده، حافظه‌ی «ضمنی» و یا «روندی» نام دارد. کندل جابه‌جا در نوشته‌هایش از این دو نام استفاده کرده است. هنگامی‌که ما یک پروسه و یا یکسری اعمال اتوماتیک‌وار را بدون خودآگاهی یاد می‌گیریم، اعمالی که در آن‌ها کلمات نقشی ندارند این حافظه‌ی ضمنی/ روندی ما است که در این یادگیری نقش ایفاء می‌کند. تعاملات غیرکلامی ما با افراد دیگر و بسیاری از خاطرات احساسی ما بخش‌هایی از حافظه‌ی روندی ما را تشکیل می‌دهند. همان‌طور که کندل می‌گوید: «در دو سه‌سال اولیه‌ی زندگی کودک، هنگامی‌که تعامل او با مادرش از اهمیت به سزایی برخوردار است، کودک به‌طور عمده بر حافظه‌ی روندی خود متکی است». آنچه که در حافظه‌ی روندی ضبط می‌شود چیزهایی است که به‌صورت ناخودآگاه یاد گرفته شده است؛ مانند بیشتر افرادی که می‌توانند به‌آسانی دوچرخه برانند، اما در توضیح آگاهانه و دقیق از این‌که چطور این‌کار را انجام می‌دهند مشکل دارند. همان‌طور که فروید مطرح کرد حافظه‌ی روندی تأییدی بر این مطلب است که ما می‌توانیم محفوظات ذهنی داشته باشیم که آن‌ها را به‌صورت آگاهانه فرا نگرفته‌ایم.

حافظه‌ی دیگر ما حافظه‌ی «آشکار» و یا «اظهاری» نام دارد که بیست‌وشش ماهگی شروعی برای رشد آن است. حافظه‌ی آشکار به‌صورت آگاهانه شروع به جمع‌آوری حقایق، رویدادها و وقایع فرعی می‌کند. این همان حافظه‌ای است که ما به کمک آن می‌توانیم تعیین کنیم که تعطیلات آخر هفته را به چه فعالیتی

مشغول بوده‌ایم، با چه کسی این فعالیت را انجام داده‌ایم و چه مدت را صرف آن کرده‌ایم. این حافظه به ما کمک می‌کند تا خاطرات خود را بر اساس زمان و مکان سازمان‌دهی کنیم. زبان پشتوانه‌ای برای حافظه‌ی آشکار است و از زمانی‌که کودک شروع به صحبت کردن می‌کند، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.
انتظار می‌رود افرادی که در طول سه‌سال اولیه‌ی زندگی خود دچار یک آسیب روانی شده‌اند، خاطراتی شفاف از این زخم روحی نداشته باشند و یا اگر دارند بسیار محدود باشد. (آقای ال. می‌گفت که حتی یک خاطره از چهارسال اولیه‌ی زندگی خود در ذهن ندارد)؛ اما خاطرات ضمنی/ روندی برای این زخم روحی وجود دارد و معمولاً هنگامی آشکار می‌شوند و یا نشانه گرفته می‌شوند که فرد در موقعیتی شبیه به آن موقعیتی که باعث آسیب روحی او شده، قرار گیرد. ظاهراً این خاطرات ناگهانی و «بدون هیچ مقدمه‌ای» به ذهن ما می‌آیند. به نظر نمی‌آید که این‌ها خاطراتی باشند که برحسب مکان، زمان و سابقه در ذهن ما طبقه‌بندی شده باشند، طریقی که بیشتر محفوظات ذهنی آشکار بدانگونه در ذهن ما جا گرفته‌اند. خاطرات روندی که ما از تعاملات احساسی خود داریم، غالباً در فرایند روانکاوی انتقال می‌یابند و یا در موقعیت‌های واقعی زندگی تکرار می‌شوند.
وجود حافظه‌ی آشکار در مغز ما از طریق یافته‌هایی کشف شد که از معروف‌ترین مورد انسانی در دست تحقیق در علوم اعصاب به‌دست آمد؛ مرد جوانی به‌نام اچ.ام که دچار صرع بسیار شدید بود. در جهت درمان، پزشکان معالج اچ.ام. عملی را بر روی او انجام دادند و در طی آن هیپوکمپوس وی، بخشی از مغز که به‌اندازه‌ی انگشت شست است، را از مغزش بیرون آوردند. (درواقع در مغز دو هیپوکامب وجود دارد، در هر نیمکره یکی که در مورد اچ.ام. هر دو را درآورند). بعد از عمل جراحی ظاهراً وضعیت اچ.ام. طبیعی به نظر می‌آمد. او افراد خانواده‌اش را می‌شناخت و می‌توانست با آن‌ها ارتباط کلامی برقرار کند؛ اما به‌زودی معلوم شد که از عمل جراحی به بعد او نتوانسته هیچ اطلاعات جدیدی را در ذهنش قرار دهد. هنگامی‌که پزشکان معالجش به دیدن وی می‌آمدند، با او صحبت می‌کردند، می‌رفتند و دوباره بازمی‌گشتند او هیچ خاطره‌ای از آنچه که در ملاقات قبلی پیش آمده بود، نداشت. ما از مورد اچ.ام. درمی‌یابیم که این هیپوکمپوس است که محفوظات آشکار کوتاه‌مدت ما از افراد، مکان‌ها و اشیاء را به محفوظات آشکار بلندمدت تبدیل می‌کند؛ محفوظات ذهنی که می‌توانیم به‌صورت آگاهانه به آن‌ها دسترسی داشته باشیم.
تحلیل‌های روانی به بیماران کمک می‌کند تا اعمال و محفوظات ضمنی و ناخودآگاه خود را در قالب کلمات و مفاهیم درآورند و به‌این‌ترتیب بهتر آن‌ها را بفهمند. در این پروسه بیماران محفوظات ضمنی ذهن خود را بر روی کاغذ می‌نویسند. به‌این‌ترتیب برای اولین بار محفوظات ضمنی و روندی ذهن آن‌ها تبدیل به محفوظات آگاهانه و آشکار می‌شود و بیماران دیگر نیاز به نشخوار و فعال‌سازی مجدد آن‌ها در ذهن خود ندارند، به‌خصوص اگر این محفوظات ضمنی

شامل زخم‌های روحی باشد.
آقای ال. فوراً به این تحلیل‌ها و جلسات تداعی آزاد پاسخ داد؛ مانند بسیاری از بیماران دیگر او دریافت که اغلب خواب‌های شب قبل را به‌خاطر دارد. او خیلی زود در نوشته‌های خود به خواب‌هایی اشاره کرد که تکراری بوده و در آن‌ها همواره او به دنبال شیء‌ای نامعلوم می‌گشت که جزییاتی از آن کم‌کم هویدا می‌شد؛ این‌که این «شیء» ممکن است یک انسان باشد:
«این شیء گم‌شده ممکن است بخشی از وجود من باشد، ممکن هم هست که نباشد، ممکن است یک اسباب‌بازی باشد، چیزی متعلق به‌من و یا یک شخص دیگر باشد. چیزی است که باید حتماً آن‌را داشته باشم. وقتی‌که آن‌را پیدا کنم می‌فهمم که آن چیز چیست. بااین‌وجود گاهی اصلاً مطمئن نیستم که آن چیز وجود داشته باشد، برای همین نمی‌توانم مطمئن باشم که چیزی است که آن‌را گم کرده‌ام».
من به او گفتم که الگویی ذهنی در وی در حال پدیدار شدن است. او نه‌تنها دیدن چنین خواب‌هایی را گزارش می‌کرد، بلکه بعد از هر تعطیلی که در کار ما وقفه می‌انداخت از افسردگی و احساس فلج‌شدگی در خود سخن می‌گفت. در ابتدا او سخن مرا باور نکرد، اما احساس افسردگی و خواب‌های مربوط به آن شیء گم‌شده -که شاید مربوط به یک شخص بود- در این وقفه‌های زمانی برایش ادامه پیدا کرد. بعد او متوجه شد که وقفه‌های زمانی‌که در کار برایش پیش می‌آید هم همین افسردگی اسرارآمیز را در وی به‌وجود می‌آورد. در حافظه‌ی وی خواب‌هایی که در آن نومیدانه به دنبال چیزی می‌گشت با تعلیق به‌وجود آمده در مراقبت از وی، همراه شده بودند و نورون‌های مسئول رمزگذاری این محفوظات احتمالاً در همان مراحل اولیه‌ی رشد ذهنی به هم سیم‌پیچی شده بودند؛ اما بخش خودآگاه ذهن او، حتی اگر زمانی باخبر از این ارتباط بوده، اکنون دیگر به‌هیچ‌عنوان به آن آگاه نبود. «اسباب‌بازی گمشده» در رؤیاهای شبانگاهی او نکته‌ی کلیدی بود که می‌شد از آن دریافت که رنج فعلی وی از فقدان‌های زمان کودکی سرچشمه می‌گیرد؛ اما خواب‌ها چنان می‌نمودند مثل این‌که این فقدان مربوط به زمان حال است. در ذهن او، زمان حال و گذشته مخلوط می‌شد و روند انتقال در حال فعال شدن بود. در این زمان من به‌عنوان یک روانکاو همان‌کاری را در مورد او انجام می‌دادم که هر مادر شفیق در همراهی با رشد سیستم اربیتو فرونتال فرزندش انجام می‌دهد؛ یعنی به او «بنیادهای» احساسی را گوشزد می‌کردم؛ به او کمک می‌کردم تا احساساتش را نام ببرد و سپس درباره‌ی عوامل برانگیزاننده و چگونگی تأثیر آن‌ها بر وضعیت روحی و بدنی وی صحبت می‌کردم. به‌زودی او خود این توانایی را پیدا کرد تا احساسات و عوامل برانگیزاننده‌ی آن‌ها را در خود تشخیص دهد.
وقفه‌هایی که در ملاقات‌های ما به‌وجود می‌آمد سه نوع مختلف محفوظات ضمنی را در وی آشکار می‌کرد: وضعیت اضطرابی که در آن او به دنبال مادر و خانواده‌ای که از دست داده بود می‌گشت، وضعیت افسرده که او از یافتن آنچه

که به دنبالش می‌گشت ناامید می‌شد و وضعیت فلج‌شده که شاید به‌علت درهم‌شکستن وی، زمان در آن متوقف شده و او خاموش می‌شد.
با صحبت درباره‌ی این تجارب او برای اولین بار در زندگی‌اش توانست جستجوی مأیوسانه‌اش را به عامل اصلی آن یعنی فقدان یک فرد مربوط کند و این نکته را دریابد که مغز و ذهن او هنوز مفهوم جدایی را به مرگ مادر ارتباط می‌دهد. معلوم کردن این ارتباط‌ها و همچنین درک این مطلب که وی دیگر یک کودک بی‌پناه نیست به او کمک کرد تا خود را کمی از غوطه‌وری در این احساسات بیرون بکشد.
نوروپلاستیسیتی دراین‌باره می‌گوید، فعال‌سازی و توجه دقیق وی به ارتباط بین این جدایی‌های هر روزه و واکنش‌های ویران‌کننده‌ی او به آن‌ها باعث شد که بتواند این سیم‌پیچی را باز و الگوی آن‌را تغییر دهد.
پس‌ازاینکه آقای ال. ملتفت شد که این حالات وی عکس‌العملی به جدایی‌های کوتاه‌مدت ماست، در وضعیتی که مغز آن‌ها را فقدان‌هایی همیشگی تصور می‌کند، بلافاصله این خواب را دید:
«من با مردی هستم که در حال حمل جعبه‌ای چوبی است که چیزی سنگین در آن است».
هنگامی‌که قرار شد خودش نظرش را درباره‌ی خواب بگوید چند فکر را مطرح کرد. جعبه او را به یاد جعبه‌ی اسباب‌بازی‌اش انداخته بود و همین‌طور یک تابوت. گویی این خواب با زبان سمبلیک به او می‌گفت که او دارد بار سنگین مرگ مادر را به اطراف می‌کشد. سپس مردی که در خواب دیده بود به او گفته بود:
«ببین برای این جعبه چه بهایی را پرداخته‌ای». «من شروع می‌کنم به درآوردن لباس از تنم و متوجه می‌شوم که پایم در شرایط بدی است، ترسناک، با آثار زخم زیاد بر آن و پاشنه‌ی پای ورم‌کرده‌ای که بخش مرده‌ای از وجود من است. من نمی‌دانستم بهای آن این‌قدر گزاف است».
عبارت «من نمی‌دانستم بهای آن این‌قدر گزاف است» در ذهن او در ارتباط با این درک رو به رشد بود که هنوز تحت تأثیر مرگ مادرش قرار دارد. او زخمی شده بود و این زخم هنوز «ترسناک» بود. درست بعد از بیان این فکر ال. خاموش شد و یکی از شهودهای عمده‌ی زندگی خود را تجربه کرد.
او می‌گفت: «هر وقت با زنی آشنا می‌شوم، به‌زودی به این فکر می‌افتم که او به درد من نمی‌خورد و به این فکر می‌افتم که زن ایده‌آل دیگری در جایی دیگر منتظر من است». بعد مثل این‌که ناگهان دچار شوک شود، گفت: «همین الآن فهمیدم که آن زنِ دیگر در خود حسی مبهم از مادری که در بچگی داشتم را دارد و او زنی است که من باید نسبت به او صادق باشم، اما کسی است که هرگز موفق به یافتن او نمی‌شوم. همین می‌شود که زنی که در کنار او قرار دارم تبدیل به نامادری من شده و نثار عشق به او در نظرم خیانت به مادر واقعی‌ام به نظر می‌آید».
او به‌طور ناگهانی دریافت که هنگامی اصرار به فریبکاری در او تظاهر پیدا

می‌کرده که می‌خواسته به همسرش نزدیک‌تر شود؛ عاملی تهدیدآمیز برای رابطه‌ی مدفون‌شده‌ی او با مادرش. بی‌صداقتی او همیشه در جهت خدمت به صداقتی «رفیع‌تر» اما ناخودآگاه بوده است. این اعتراف اولین نشانه از این بود که در او نوعی دل‌بستگی به مادرش وجود داشته است.
سپس من از آقای ال. پرسیدم که آیا مرا در هیبت مردی می‌بیند (که در خواب) به او خاطرنشان کرده که تا چه اندازه دچار آسیب شده؛ در این هنگام بود که او، برای اولین بار در طی دوران بزرگ‌سالی، به گریه افتاد.
آقای ال. به‌یک‌باره بهبود پیدا نکرد. در ابتدا او می‌بایست دوره‌هایی از جدایی، رؤیاهای شبانه، افسردگی‌ها و بینش‌ها را تجربه کند؛ برای ایجاد تغییرات بلندمدت نوروپلاستیسیتی نیاز به این تکرارها یا «دوره‌های کاری» وجود دارد. باید راه‌های جدید ارتباطی در مغز شناسایی شوند، نورون‌های جدید به هم سیم‌پیچی شوند و با تضعیف ارتباطات نورونی قبلی، روش‌های قدیمی واکنشی فراموش شوند. در نظر آقای ال. مفاهیم مرگ و جدایی با هم مرتبط بودند، به همین دلیل هم آن‌ها در شبکه‌ی نورونی وی به هم سیم‌پیچی شده بودند. حالا او از این ارتباطات آگاه شده بود و می‌توانست آن‌ها را از ذهن خود بزداید.
ما همه دارای مکانیسم دفاعی هستیم؛ الگوهای واکنشی واقعی که حقایق دردناک و غیرقابل‌تحمل، احساسات و خاطرات را از بخش هشیار و خودآگاه ذهن ما پنهان نگاه می‌دارد. یکی از این مکانیسم‌های دفاعی گسستگی(۱۹۵) نام دارد که احساسات و یا مفاهیم تهدیدکننده را از سایر بخش‌های روان ما جدا نگاه می‌دارد. تحلیل‌های روانکاوی فرصتی بود برای آقای ال. تا خاطرات دردناک زندگینامه‌ی خود که جستجو برای مادری بود که در طول زمان منجمد شده و از خاطرات آگاهانه‌ی ذهن او گسسته شده بود را دوباره تجربه کند. با هر تجربه، او در وجود خود احساس یگانگی بیشتری می‌کرد، زیرا گروه نورون‌های مسئول رمزگذاری خاطرات وی که زمانی ارتباطشان با هم قطع شده بود، اکنون با هم ارتباط پیدا می‌کردند.
از زمان فروید تاکنون بسیاری از روانکاوان اشاره کرده‌اند که بعضی از بیماران در طی انجام تحلیل‌های روانکاوی احساسات قدرتمندی را نسبت به روانکاو خود پیدا می‌کنند. این قضیه در مورد آقای ال.مصداق داشت. یک حس نزدیکی خاص و مثبت بین ما به‌وجود آمد. فروید عقیده داشت این احساسات مثبت و قدرتمند که در فرایند انتقال به‌وجود می‌آیند به یکی از چندین عامل محرکی می‌شود که به روند درمان کمک می‌کنند. از دیدگاه علوم اعصاب، علت مؤثر بودن این عامل شاید این باشد که احساسات و الگوهایی که ما در رابطه‌های خود نشان می‌دهیم، بخشی از حافظه‌ی روندی ما هستند. به‌کارگیری چنین الگوهایی در فرایند درمان به بیمار فرصت می‌دهد تا آن‌ها را مورد توجه و تغییر قرار دهد؛ زیرا چنان‌که در بخش چهار -ذائقه‌ی جنسی و عشق- دیدیم تعهدات مثبت با به کار بستن فراموشی و از هم پاشاندن شبکه‌های نورونی موجود، روند تغییرات

نوروپلاستیک را تسهیل می‌کنند و به‌این‌ترتیب بیمار می‌تواند نیات فعلی خود را تغییر دهد.
کندل می‌نویسد: «دیگر هیچ شکی وجود ندارد که روان‌درمانی می‌تواند باعث ایجاد تغییراتی محسوس در مغز شود». اسکن‌هایی که قبل و بعد از روان‌درمانی از مغز بیماران انجام شده، دو چیز را نشان می‌دهد: اول این‌که در طی درمان، مغز به‌صورت پلاستیک مجدداً خود را سازمان‌دهی می‌کند و دوم این‌که هر چه درمان مؤثرتر باشد تغییرات ایجاد شده گسترده‌تر است. هنگامی‌که بیماران جراحت‌های روحی خود را دوباره از خاطر گذرانده، آن‌ها را بازگو کرده و احساسات غیرقابل‌کنترلی را نشان می‌دهند جریان خون به سمت لوب‌های پیشانی و پیش‌پیشانی، که به تنظیم رفتار کمک می‌کنند، کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده‌ی این است که این مناطق کمتر فعال هستند. بر اساس آنچه که روانکاو مارک سولمز(۱۹۶) و دانشمند علوم اعصاب الیور ترنبول(۱۹۷) گفته‌اند، «هدف از گفتگودرمانی، از دیدگاه زیست‌شناسی سلولی، این است که تأثیر محدوده‌ی کنشی لوب‌های پیش‌پیشانی را گسترش دهد».
تحقیق انجام‌شده بر روی بیماران مبتلا به افسردگی که توسط روان‌درمانی بین فردی(۱۹۸) درمان شده‌اند -نوعی درمان کوتاه‌مدت که اساسش بر پایه‌ی نظریات دو روانکاو، جان بولبی(۱۹۹) و هری استک سالیوان(۲۰۰) است- نشان داده که این درمان، فعالیت مغزی بخش پیش‌پیشانی را به‌حالت طبیعی درآورده است. (سیستم اوربیتوفرونتال سمت راست که در تشخیص و تنظیم روابط و احساسات نقش بسیار عمده‌ای ایفاء می‌کند -این همان عملکردی است که در آقای ال. مختل شده بود- بخشی از کورتکس پیش‌پیشانی است). اخیراً مغز تعدادی از بیماران مضطربی که دچار اختلال وحشت‌زدگی هستند توسط دستگاه اف‌ام‌آرآی (تصویرسازی تشدید مغناطیسی کارکردی) تحت اسکن مغزی قرار گرفت. این اسکن‌ها نشان داد که به دنبال درمان‌های روانکاوی، تمایل برای انجام فعالیت‌های غیرعادی در سیستم کناری مغز این افراد کاهش یافته است. این فعالیت‌های غیرعادی در نتیجه‌ی محرک‌هایی بالقوه تهدیدکننده به‌وجود می‌آمد.
پس از آشنا شدن با عوارض ناشی از آسیب روانی که به وی وارد شده بود، آقای ال. بهتر می‌توانست احساسات خود را «کنترل کند». وی گزارش داد که بعد از جلسات روانکاوی، او کنترل بیشتری بر خود دارد؛ حالات فلج‌شدگی اسرارآمیز وی کاهش یافته بود. هنگامی‌که احساسات دردناک به سراغش می‌آمدند مثل سابق به مشروبات الکلی پناه نمی‌برد. حالا دیگر او سپر دفاعی خود را زمین گذاشته و کمتر در لاک دفاعی فرو می‌رفت. هنگامی‌که عصبانی می‌شد راحت‌تر می‌توانست درباره‌ی احساساتش صحبت کند و احساس نزدیکی بیشتری به فرزندانش می‌کرد. حالا در جلسات روانکاوی به‌جای این‌که درد را کاملاً در خود سرکوب کند، سعی می‌کرد با آن روبرو شود. حالا آقای ال.

یواش‌یواش به سکوت‌های طولانی رو می‌آورد که نشان از سرسختی زیاد او داشتند. وضعیت چهره‌ی او نشان می‌داد که وی دچار اندوه غیرمعمولی است؛ غمی وحشتناک که درباره‌ی آن صحبت نمی‌کرد.
هنگامی‌که او در سنین رشد بود هیچ‌گاه از مرگ مادر صحبت نکرده بود؛ خانواده هم با پناه بردن به انجام وظایف روزانه سعی کرده بودند با این غم کنار بیایند. به این دو دلیل و این‌که او در این مدت طولانی سکوت اختیار کرده بود، من ریسک کرده و سعی کردم آنچه که به‌صورت غیرکلامی منتقل می‌کرد را به رشته‌ی کلام دربیاورم. «فکر کنم می‌خواهی به‌من بگویی که شاید یک‌زمانی قصد داشته‌ای به خانواده‌ات چنین بگویی: ‘نمی‌فهمید که بعد از مصیبت به این بزرگی، چیز عجیبی نیست که من افسرده شوم’»؟
برای دومین‌بار در طی جلسات روانکاوی آقای ال. به گریه افتاد. در میان سخنانی که به گریه آمیخته شده بود، وی زبانش را به‌طور غیرارادی و پی‌درپی به جلو می‌آورد، مانند کودکی که پستان مادر را از او گرفته باشند و او با زبانش در جستجوی آن باشد. بعد صورتش را پوشاند و مانند کودکی دوساله دستش را در دهانش فرو برد و با صدایی بلند و کودکانه شروع به هق‌هق کرد. او می‌گفت: «می‌خواستم آن‌ها بابت رنج و دردی که می‌کشم مرا مورد تسلی قرار دهند، اما نمی‌خواستم برای تسلی دادن، زیاده از حد به‌من نزدیک شوند. می‌خواستم در این بدبختی دردناک خودم تنها باشم. این چیزی هست که تو نمی‌توانی بفهمی، چون خود من هم از آن سر درنمی‌آورم. این غم برای من زیاده از حد بزرگ بود».
وقتی‌که این حرف‌ها را زد، هر دو ما دریافتیم که او به‌علت شخصیت منزوی‌اش همیشه در برابر تسلی دیگران «مقاومت» نشان می‌داده است. سیستم روانی او بر اساس یک مکانیسم دفاعی بود که از کودکی در وی پا گرفته بود و به وی کمک می‌کرد تا در برابر این غم عظیم پایداری کند. این وضعیت دفاعی هزاران بار در وی اتفاق افتاده و به همین دلیل در وی استحکام یافته بود. این ویژگی برجسته‌ی شخصیتی او یعنی «منزوی بودنش» چیزی نبود که از طریق ژنتیک برایش مقدر شده باشد، بلکه ویژگی بود که مغز انعطاف‌پذیرش آن‌را آموخته بود، اما در حال حاضر در حال پاک شدن از ذهنش بود.
شاید گریه کردن و حرکات زبانی کودکانه‌ی آقای ال. امری غیرمعمول به نظر بیاید، اما این حرکات، اولین از میان چندین «تظاهرات» کودکانه‌ای بود که او بر روی کاناپه‌ی دفتر کار من آن‌ها را از خود نشان داد.
فروید می‌گوید کسانی که در سال‌های اولیه‌ی زندگی دچار آسیب روحی می‌شوند در لحظات سرنوشت‌سازی از زندگی‌شان «واپس‌روی([۲۰۱])» پیدا می‌کنند و نه‌تنها خاطرات کودکی را به یاد می‌آورند، بلکه آن‌ها را به روشی کودکانه تجربه می‌کنند. از دیدگاه نوروپلاستیک این امر کاملاً قابل درک است. به‌تازگی آقای ال. سیستم دفاعی را ترک کرده بود که از زمان کودکی در حال استفاده از آن بود؛ تکذیب تأثیر احساسی غم مرگ مادر بر خود.

کنار گذاشتن این سیستم دفاعی باعث نمایان شدن تمامی خاطرات دردآوری شده بود که در تمام این سال‌ها پنهان مانده بودند. گفته‌ی باخی ریتا را به یاد بیاوریم که می‌گفت تغییری مانند این در کسانی به وقوع می‌پیوندد که مغز خود را مورد سازمان‌دهی مجدد قرار می‌دهند. اگر یک شبکه‌ی فعال مغزی ما مسدود شود، آنگاه باید از شبکه‌های قدیمی‌تری استفاده کنیم که مدت‌ها پیش از ایجاد آن شبکه در مغز ما وجود داشته‌اند. او نام این فرایند را «آشکار شدن» مسیرهای قدیمی نورونی گذاشته است و تصورش این است که این یکی از راه‌های اساسی است که توسط آن مغز خود را مجدداً سازمان‌دهی می‌کند. به باور من واپس‌روی در روانکاوی نیز به‌گونه‌ای در مقیاس نورونی بازگوکننده‌ی این آشکار شدن مسیرهای قدیمی است که به دنبال آن سازمان‌دهی مجدد روانی به وقوع می‌پیوندد. این همان چیزی است که در مورد آقای ال. به‌وقوع پیوست.
در جلسه‌ی بعدی او گفت که رؤیای شبانگاهی تکراری‌اش تغییر پیدا کرده است. این‌بار او در خواب به دیدار خانه‌ی قدیمی‌اش رفته و به جستجو برای یافتن «متعلقاتی بزرگ‌سالانه» پرداخته بود. این خواب علامتی بود بر این‌که بخش به بن‌بست رسیده‌ی وجود او در حال جان گرفتن است:
«من به دیدن خانه‌ای می‌روم که نمی‌دانم متعلق به چه کسی است، اما در خواب مال من است. در خانه به دنبال چیزی می‌گردم؛ این‌بار نه به دنبال اسباب‌بازی، بلکه چیزی که به افراد بزرگ‌سال تعلق دارد. زمستان تمام شده و موقع بهار و آب شدن برف‌هاست. وارد خانه می‌شوم، این همان خانه‌ای است که در آن به دنیا آمده‌ام. فکر می‌کردم خانه خالی است اما همسر قبلی من - که مانند یک مادر خوب برای من بود- از اتاق پشتی آن‌که دچار سیل شده، بیرون می‌آید و درحالی‌که از دیدن من خوشحال شده، به‌من خوش‌آمد می‌گوید و من حسی از شادی دارم».
حالا او در حال بیرون آمدن از انزوا، از جدایی از مردم و از بخش‌هایی از وجود خود بود. این رؤیا درباره‌ی وضعیت احساسی «آب شدن برف‌ها در بهار» در وی بود و حضور یک زن شبیه به مادرش در کنار او در خانه‌ای که دوران کودکی خود را در آن گذرانده بود. درهرحال این خانه برای وی خالی نبود. بعدازآن وی خواب‌های مشابهی دید که در آن‌ها به دنبال گذشته‌ی خویش می‌گشت؛ احساسی که در آن موقع داشت و این حس که زمانی مادر داشته است.
یک‌روز هم شعری از یک مادر گرسنه‌ی هندی برایم خواند که قبل از مرگ، آخرین لقمه‌ی غذای خود را در دهان کودکش می‌گذارد. ال نمی‌دانست که چرا این موضوع چنین او را تکان داده است. پس از خواندن شعر مکثی کوتاه کرد و پس‌ازآن شروع به شیون‌های گوش‌خراش کرد؛ «مادرم خودش را برای من قربانی کرد»! او شیون می‌کرد درحالی‌که تمام بدنش می‌لرزید، بعد سکوت کرد و نالید، «من مادرم را می‌خواهم».
آقای ال.دیوانه نشده بود؛ او اکنون در حال حس کردن تمامی دردهای

احساسی بود که زمانی سیستم دفاعی‌اش آن‌ها را به عقب رانده بود، در ذهن او همان افکار و احساسات کودکی تداعی می‌شد؛ او فرایند واپس‌روی را طی می‌کرد و در حال آشکار کردن مسیرهای قبلی و پنهان نورونی در مغز خود بود، که در طریقه‌ی سخن گفتن وی خود را نشان می‌دادند. به دنبال آن بار دیگر سازمان‌دهی مجدد روانی وی در سطحی بالاتر انجام شد.
بعد از تأیید احساس عمیق دل‌تنگی برای مادرش، آقای ال. برای اولین‌بار بر سر مزار او رفت. مثل این بود که یک بخش از ذهن او این باور جادویی را در خود داشت که مادرش هنوز زنده است؛ اما حالا عمق وجودش توانایی پذیرش مرگ مادر را کسب کرده بود.
سال بعد آقای ال. برای اولین بار در زندگی‌اش گرفتار عشقی شدید شد. او برای اولین بار آرزوی داشتن معشوق در کنار خود و حسادت طبیعی که از آن ناشی می‌شد را در وجود خود احساس کرد. حالا می‌توانست درک کند که چرا زنان از حرکات سرد و غیرمتعهدانه‌اش چنان خشمگین می‌شدند؛ درک این واقعیت باعث ایجاد حسی از غم و گناه در او شد. وی همچنین احساس می‌کرد جزئی از وجود خود که در ارتباط با مادرش بوده و سال‌ها قبل با مرگ وی آن‌را گم کرده بود، را دوباره یافته است. یافتن آن بخش از وجودش که زمانی یک زن را دوست می‌داشت به او اجازه داد که دوباره عاشق شود.
سپس آخرین رؤیای دوران روانکاوی خود را دید:
«مادرم را دیدم که در حال نواختن پیانو است، بعد رفتم که کسی را ببینم و وقتی برگشتم او را داخل تابوت یافتم».
اکنون آقای ال. احساس بهتری داشت و فکر می‌کرد که عوض شده است. او دارای ثبات روانی بود، رابطه‌ای عاشقانه با یک زن داشت و رابطه‌اش با فرزندانش هم به طرز مشهودی عمیق‌تر شده بود. وی دیگر به‌هیچ‌وجه دارای شخصیتی منزوی نبود. در جلسه‌ی روانکاوی پایانی که با او داشتم به‌من گفت که با یکی از برادران بزرگ‌تر خود صحبت کرده و او به وی گفته است که در مراسم تشییع جنازه، مادرش را در تابوتی بدون در قرار داده بودند و این در حالی بوده که او هم در آنجا حضور داشته است. هنگامی‌که جلسات روانکاوی تمام شد و ما از هم خداحافظی می‌کردیم آقای ال غمگین بود، اما دیگر آن احساس افسردگی و فلج‌شدگی که سابقاً با فکر یک جدایی همیشگی به آن دچار می‌شد را نداشت. اکنون ده‌سال از زمان پایان جلسات روانکاوی آقای ال.گذشته و در طی این مدت او دیگر دچار افسردگی عمیق نشده است. خود وی می‌گوید روانکاوی «زندگی مرا تغییر داد و باعث شد که بتوانم کنترل آن‌را به‌دست بگیرم».
ممکن است حافظه‌ی ضعیف دوران کودکی این فکر را در ما به‌وجود آورد که نمی‌توانیم به آن اندازه که سرانجام آقای ال. از دوران کودکی‌اش به یاد آورد، کودکی خود را به‌یاد آوریم. این باور زمانی آن‌چنان عمومیت پیدا کرده بود که مانع از انجام هرگونه تحقیقی دراین‌باره می‌شد؛ اما تحقیقات جدید نشان

داده‌اند کودکان یک و دوساله قادر هستند چنین وقایعی، از جمله جراحت‌های روحی، را در حافظه‌ی خود ثبت کنند. هرچند در طول چندسال اول زندگی کودک، حافظه‌ی آشکار وی هنوز چندان استحکام پیدا نکرده، اما تحقیقات انجام شده توسط کارولین رُوی- کولیر([۲۰۲]) و دیگران نشان می‌دهد که این حافظه در مغز وجود دارد، هرچند که کودک هنوز آغاز به صحبت نکرده و یا خیلی کم صحبت می‌کند. در صورت کمک به کودکان در جهت یادآوری، آن‌ها قادرند وقایع سال‌های اولیه‌ی زندگی خود را به یاد آورند. کودکان می‌توانند وقایعی را به یاد بیاورند که قبل از شروع به صحبت کردن آن‌ها اتفاق افتاده و زمانی‌که شروع به صحبت کنند می‌توانند این خاطرات را در قالب گفتار بیان کنند. مواقعی در جلسات روانکاوی بود که آقای ال. همین کار را انجام می‌داد؛ یعنی برای اولین‌بار وقایعی که اتفاق افتاده بود را در قالب کلمات بیان می‌کرد. در مواقع دیگر او مانع را از سر راه وقایعی که آن‌همه مدت در حافظه‌ی آشکار وی حبس شده بودند برمی‌داشت، چیزهایی مانند این فکر که مادرم خود را قربانی من کرد و یا خاطره‌ای که از شب عزای مادر در ذهن داشت و توسط دیگران تأیید شد؛ و هنوز مواقع دیگری هم بود که در آن‌ها او وقایع ثبت شده در حافظه‌ی روندی‌اش را در حافظه‌ی آشکار «دوباره‌نویسی» می‌کرد. جالب این بود که ظاهراً در بطن رؤیای شبانگاهی او این مفهوم وجود داشت که وی با حافظه‌اش یک مشکل اساسی دارد -در خواب‌هایش او به دنبال چیزی می‌گشت اما نمی‌دانست چه چیزی- گرچه این حس را داشت که اگر آن‌را بیابد می‌تواند تشخیص دهد چه چیزی بوده است.

***

چرا خواب‌ها در روانکاوی از چنین اهمیتی برخوردارند و ارتباط آن‌ها با تغییر پلاستیک مغز چیست؟ بیماران در حین خواب غالباً گرفتار رؤیاهایی تکراری که در ارتباط با جراحت روحی‌شان است، می‌شوند و با وحشت از خواب می‌پرند. تا زمانی‌که آن‌ها بیمار هستند، ساختار اصلی این رؤیاها تغییر پیدا نمی‌کند. شبکه‌ی نورونی که آن جراحت روحی را در غالب خواب ارائه می‌کند -مثل خواب آقای ال؛ که در آن او چیزی را گم کرده بود- مصرانه فعال می‌شود بدون آن‌که در آن بازنویسی صورت گیرد. اگر این بیماران مبتلا به آسیب روحی بهبود پیدا کنند، به‌تدریج میزان ترسناکی این خواب‌ها کاهش پیدا می‌کند تا این‌که سرانجام خواب‌های بیمار به شکلی می‌شوند که او می‌گوید در ابتدا فکر کردم که این جراحت روحی دوباره اتفاق می‌افتد، اما نیفتاد، حالا این رؤیاها تمام شده و من نجات یافته‌ام. خواب‌هایی که پیوسته رو به بهبودند، نشان از تغییراتی تدریجی در مغز و ذهن دارند که آن‌هم به لحاظ احساس امنیتی است که بیمار پیدا می‌کند. برای روی دادن این امر باید ارتباطات خاصی از شبکه‌های مغزی پاک شود -همان‌طور که آقای ال. رابطه‌ی بین جدایی و مرگ را از ذهن خود پاک کرد- و ارتباطات سیناپسی موجود تغییر یابند تا راه برای یادگیری آموزه‌های جدید باز شود.

چه شواهد فیزیکی برای این موضوع وجود دارد که تغییر خواب‌ها نشانی هستند بر این موضوع که مغز ما در فرایند تغییر پلاستیک قرار گرفته و این امر خاطراتی که در ذهن ما مدفون شده را تغییر می‌دهد، همان خاطرات احساسی معنادار مانند خاطرات آقای ال.
جدیدترین اسکن‌های مغزی نشان می‌دهند که در زمان دیدن خواب، آن بخش از مغز که وظیفه‌ی پردازش احساسات و غرایز جنسی و تهاجمی و حفظ بقاء را برعهده دارد کاملاً فعال است. در همان زمان سیستم کورتکس پیش‌پیشانی که وظیفه‌ی جلوگیری از بروز احساسات و غرایز را به عهده دارد کمتر فعال است. با غرایزی که فعال شده‌اند و سیستم منع‌کننده‌ای که کمتر فعال است، مغزی که در حال دیدن رؤیاست می‌تواند تکانه‌هایی که به‌طورمعمول از بخش خودآگاه ذهن ما پس رانده می‌شوند را نشان دهد.
تحقیقات زیادی نشان داده‌اند که دوره‌ی خواب، با تحکیم حافظه و یادگیری در ما، بر تغییرات پلاستیک مغز اثر می‌گذارد. هنگامی‌که ما در طول روز مهارتی را یاد می‌گیریم در صورت داشتن یک خواب خوب و آرام شبانگاهی، روز بعد آن‌را به نحو بهتری عرضه خواهیم کرد. «خوابیدن با مشکلی که در ذهن دارید»، اغلب باعث یافتن راه‌حل برای آن می‌شود.
تیم تحقیق به سرپرستی مارکوس فرانک([۲۰۳]) همچنین نشان داده‌اند که خواب عاملی است که در طول «دوره‌ی حساس»، زمانی‌که بیشترین تغییرات پلاستیک مغز در آن به وقوع می‌پیوندد، انعطاف‌پذیری سیستم عصبی را افزایش می‌دهد. هابل و ویسل آزمایشی را انجام دادند و در طی آن یک چشم بچه‌گربه‌ای که دوره‌ی بحرانی خود را طی می‌کرد را مسدود کردند. نتیجه‌ی به‌دست‌آمده نشان‌گر این بود که نقشه‌ی مغزی چشم دیگر منطقه‌ی مربوط به نقشه‌ی مغزی چشم مسدود شده را تصرف کرده است؛ موردی برای قانون «یا ازآنچه که داری استفاده کن یا آن‌را از دست می‌دهی». تیم تحقیق فرانک همان آزمایش را در مورد دو گروه از بچه‌گربه‌ها انجام دادند، یک گروه که در طی آزمایش محرومیت از خواب داشتند و گروهی که خوابی کامل می‌کردند. آن‌ها دریافتند تغییرات پلاستیک در نقشه‌ی مغزی بچه‌گربه‌هایی بیشتر بوده که به‌خوبی خوابیده بودند.
مراحل خواب نیز باعث تسهیل وقوع تغییرات پلاستیک در مغز می‌شود. فرایند خواب به دو مرحله تقسیم می‌شود و بیشتر خواب‌هایی که ما می‌بینیم در یکی از این دو مرحله است، که به آن مرحله‌ی رِم با حرکت سریع چشم([۲۰۴]) (REM) می‌گویند. در مقایسه با بزرگ‌سالان، وَقت بیشتری از خواب کودکان صرف این مرحله می‌شود و در همین دوران کودکی هم هست که تغییرات نوروپلاستیک مغز با سرعت بیشتری انجام می‌شود. در حقیقت خواب رِم مؤلفه‌ی لازم برای رشد پلاستیک مغز در دوران کودکی است. گروه تحقیق بَه سرپرستی جرالد مارکس([۲۰۵]) تحقیقی مشابه با تحقیق فرانک انجام داد. موضوع این تحقیق بررسی تأثیر خواب رِم بر بچه‌گربه‌ها و ساختار مغزی آن‌ها

بود. مارکس دریافت که در بچه‌گربه‌هایی که از دوره‌ی خواب رِم خود محروم شده‌اند، سلول‌های عصبی مربوط به کورتکس بینایی کوچک‌تر از حد معمول است، در نتیجه به نظر می‌آید که خواب مرحله‌ی رِم برای رشد طبیعی سلول‌ها لازم است. شواهد مؤید این است که خواب رِم همچنین برای افزایش توانایی ما در به‌خاطر سپردن خاطرات احساسی و کمک به هیپوکمپوس برای تبدیل خاطرات روزمره به خاطراتی درازمدت دارای اهمیت بسیار زیادی است. (کمک آن به دائمی ساختن خاطرات باعث وقوع تغییرات ساختاری در مغز می‌شود).
در طی هر جلسه‌ی روانکاوی آقای ال. بر روی ریشه‌ی کشمکش‌هایش، خاطرات و جراحات روحی‌اش، کار می‌کرد و هر شب رؤیای شبانگاهی او نه‌تنها گواهی بر احساسات مدفون‌شده‌اش بود، بلکه نشانه‌ای بر این بود که مغزش در حال تقویت یادگیری‌ها و پاک کردن‌هایی است که در طی روز بر روی آن‌ها کار کرده است.
ما می‌دانیم چرا آقای ال. در ابتدای روانکاوی هیچ خاطره‌ی آگاهانه‌ای از چهارسال اول زندگانی‌اش را در ذهن نداشت: بیشتر خاطرات آن دوران او خاطرات ضمنی غیرآگاهانه بودند -رشته‌ای از تعاملات احساسی خودبه‌خود- و تعداد معدود خاطرات آشکاری هم که داشت چنان دردناک بودند که در ذهن وی سرکوب شده بودند. در جریان درمان، او توانست به هر دو نوع خاطرات ضمنی و آشکار چهارسال اول زندگی خود دسترسی پیدا کند، اما چرا قادر نبود خاطرات دوره‌ی بلوغ خود را به یاد بیاورد؟ یک امکان این است که بعضی از خاطرات دوران بلوغ خود را سرکوب می‌کرده است؛ هنگامی‌که ما چیزی را در ذهنمان سرکوب می‌کنیم، چیزی مانند یک مرگ زودهنگام مصیبت‌بار را، درواقع وقایعی که به‌طور نسبی با آن در ارتباط هستند را نیز سرکوب می‌کنیم تا بر سر دسترسی‌مان به آن واقعه‌ی اصلی مانع به‌وجود آوریم.
اما وقوع این رویداد ممکن است دلیل دیگری هم داشته باشد. اخیراً کاشف به عمل آمده که جراحت‌های روحی در اوان کودکی باعث وقوع تغییرات پلاستیک گسترده در ناحیه‌ی هیپوکمپوس مغز شده، آن‌را چنان منقبض می‌کنند که دیگر خاطرات درازمدت آشکار نمی‌توانند در آن شکل گیرند. جدا کردن بچه‌های حیوانات از مادرانشان باعث سروصداهایی ناامیدانه از جانب آن‌ها می‌شود و بعد وارد مرحله‌ی خاموشی می‌شوند -همان‌طور که در آزمایش اشپیتز دیدیم- این امر باعث آزاد شدن هورمون اضطراب با نام گلوکوکورتیکوئید(۲۰۶) در مغز آن‌ها می‌شود. این هورمون، سلول‌های ناحیه‌ی هیپوکمپوس مغز را از بین می‌برد. از بین رفتن این سلول‌ها باعث می‌شود که در شبکه‌های سلولی، آن نوع از ارتباطات سیناپسی که برای یادگیری و شکل‌گیری حافظه‌ی درازمدت آشکار لازم است، به‌وجود نیاید. بروز این اضطراب‌های اولیه در این حیوان‌های بی‌مادر برای بقیه‌ی مدت عمرشان آن‌ها را مستعد ابتلا به بیماری‌های در ارتباط با اضطراب می‌کند. هنگامی‌که این حیوانات را از مادرشان جدا می‌کنند، ژنی که هورمون گلوکوکورتیکوئید را تولید می‌کند فعال شده و برای مدت‌های

مدیدی فعال باقی می‌ماند. جراحت‌های روحی در کودکی باعث حساسیت فوق‌العاده‌ی نورون‌های مغزی می‌شود -یک تغییر پلاستیک مغز- که ترشح گلوکوکورتیکوئید را تنظیم می‌کنند. اخیراً تحقیقاتی بر روی بزرگ‌سالانی انجام شده که در کودکی مورد سوءاستفاده قرار گرفته‌اند، یافته‌های این تحقیقات هم نشانه‌های حساسیت فوق‌العاده‌ی گلوکوکورتیکوئید که وجود آن تا بزرگ‌سالی در این افراد طول کشیده را تأیید می‌کند.
این موضوع که هیپوکمپوس منقبض می‌شود کشف بسیار مهمی در حوزه‌ی نوروپلاستیسیتی است و ممکن است به توضیح این سؤال کمک کند که چرا خاطرات آقای ال. از دوران بلوغش تا این اندازه کم است. افسردگی، اضطراب زیاد و آسیب‌های روانی در دوران کودکی همه باعث آزاد شدن هورمون گلوکوکورتیکوئید می‌شوند. آزاد شدن این هورمون سلول‌های هیپوکمپوس را از بین می‌برد که آن‌هم به‌نوبه‌ی خود باعث از دست رفتن حافظه می‌شود. هرچه که دوران افسردگی بیشتر طول بکشد، هیپوکمپوس کوچک‌تر می‌شود. هیپوکمپوس افراد بزرگ‌سال افسرده که در دوران کودکی دچار جراحت‌های روحی قبل از بلوغ شده‌اند هجده درصد کوچک‌تر از افراد بزرگ‌سال افسرده‌ای است که در کودکی چنین تجربه‌ای را نداشته‌اند -جنبه‌ی منفی تغییرات پلاستیک مغز- به زبان ساده این‌که در واکنش به این بیماری ما مناطقی حیاتی از کورتکس مغزی خود را از دست می‌دهیم.
اگر میزان اضطراب در ما کم باشد، این کاهش اندازه‌ی هیپوکمپوس موقت خواهد بود اما اگر زیاده از حد طولانی شود آسیب وارده دائمی می‌شود. هنگامی‌که افسردگی در فرد پایان می‌پذیرد، حافظه‌ی او برمی‌گردد و تحقیقات می‌گویند که هیپوکمپوس چنین افرادی دوباره رشد کرده به‌اندازه‌ی سابق خود برمی‌گردد. درواقع هیپوکمپوس مغز یکی از دو ناحیه‌ای است که در آن به‌صورتی طبیعی سلول‌های عصبی جدید از سلول‌های بنیادی خود ما به‌وجود می‌آیند. اگر هیپوکمپوس آقای ال. دچار آسیب می‌شد، در اوایل بیست‌سالگی هنگامی‌که دوباره خاطرات آشکار در ذهن او شکل می‌گرفتند این آسیب مرتفع می‌شد.
داروهای ضدافسردگی تعداد سلول‌های بنیادین را افزایش می‌دهند که تبدیل به نورون‌های جدید در هیپوکمپوس می‌شوند. سلول‌های هیپوکمپوس موش‌هایی که به مدت سه هفته تحت مصرف داروی پروزاک(۲۰۷) قرار می‌گیرند، به میزان هفتاد درصد افزایش پیدا می‌کند. معمولاً حدود سه تا شش هفته طول می‌کشد تا داروی‌های ضدافسردگی بر روی انسان تأثیر کنند؛ این برابر با همان مدتی است که طول می‌کشد تا نورون‌های تازه‌تولیدشده در هیپوکمپوس رشد و فرافکنی کرده و به سلول‌های دیگر متصل شوند؛ بنابراین ممکن است با تجویز داروهای ضدافسردگی که زمینه‌ی پلاستیسیتی مغزی را در بیماران فراهم می‌کند، بدون آگاهی به آن‌ها کمک کنیم تا از افسردگی رهایی پیدا کنند. بیمارانی که توسط روان‌درمانی بهبود پیدا می‌کنند غالباً

درمی‌یابند که خاطرات را هم بهتر به یاد آورند. شاید علت این باشد که روان‌درمانی به‌عنوان عاملی محرک در جهت رشد نورون‌های هیپوکمپوس عمل می‌کند.

***

اگر فروید زنده بود شاید او هم از مشاهده‌ی تغییرات زیادی که با اتمام دوره‌ی روانکاوی در آقال ال. روی داده بود، با توجه به سن او در شروع درمان، تعجب می‌کرد. فروید از عبارت «پلاستیسیتی مغزی» برای توصیف ظرفیت افراد برای تغییرات مغزی استفاده و اظهار کرده که ظاهراً توانایی کلی افراد برای تغییرات مغزی با یکدیگر فرق می‌کند. به نظر او نوعی «کاهش در پلاستیسیتی» در بسیاری از افراد مسن اتفاق می‌افتد که باعث می‌شود آن‌ها تبدیل به افرادی «غیرقابل تغییر، خشک و انعطاف‌ناپذیر» شوند. او علت را به «نیروی عادت» نسبت می‌دهد و می‌نویسد، «اما افرادی هستند که پلاستیسیتی مغزی در آنان در سنینی بسیار فراتر از آنچه که محدوده‌ی سنی رایج برای آن است رخ می‌دهد و در مقابل افراد دیگری هم هستند که امکان آن‌را پیش از موقع از دست می‌دهند». به عقیده‌ی وی گروه دوم افرادی هستند که در جریان درمان‌های روانکاوی مشکلات زیادی در رها شدن از نورون‌های خود دارند. آن‌ها می‌توانند فرایند انتقال را فعال کنند، اما این فرایند نمی‌تواند آن‌ها را تغییر دهد. مطمئناً به مدت پنجاه‌سال آقای ال. دارای شخصیت خشک و غیرقابل تغییری بوده است. پس چگونه در او تغییر به‌وجود آمد؟

پاسخ این سؤال جزئی از یک چیستان بزرگ‌تر است که من نام آن‌را «تناقض پلاستیک(۲۰۸)» می‌گذارم و به نظر خودم یکی از مهم‌ترین موضوعات آموختنی این کتاب است. تناقض پلاستیک می‌گوید همان خاصیت‌های نورونی که به ما اجازه می‌دهند مغزمان را تغییر داده و رفتاری قابل انعطاف‌تر در خود ایجاد کنیم می‌توانند باعث شوند که رفتاری خشک‌تر و انعطاف‌ناپذیرتر را اختیار کنیم. همه‌ی انسان‌ها وقتی‌که به دنیا می‌آیند، دارای خاصیت پلاستیک مغزی بالقوه‌ای هستند. بعضی از ما در فرآیند رشد تبدیل به کودکانی می‌شویم که به‌صورت فزاینده‌ای انعطاف‌پذیر هستیم و در تمام دوران بزرگ‌سالی نیز به همین صورت باقی می‌مانیم. در بقیه‌ی ما ویژگی‌های کودکی چون صرافت طبع، خلاقیت و تلون راه خود را به‌سوی روزمره‌گی و تکرارهای رفتاری باز می‌کنند و باعث می‌شود تبدیل به آدمک‌هایی غیرقابل انعطاف و سفت‌وسخت شویم. هر عاملی که شامل تکرارهای بدون تغییر باشد -شغل، فرهنگ، فعالیت‌ها، مهارت‌ها و اختلال در اعصاب- می‌تواند به انعطاف‌ناپذیری ختم شود. در واقع اولین دلیلی که به سبب آن ما می‌توانیم چنین رفتارهای خشک و غیر منعطفی داشته باشیم همین مغزی است که از نظر عصبی انعطاف‌پذیر و قابل تغییر است. همان‌طور که تشبیه پاسکوال- لئونه بیان می‌کرد نوروپلاستیسیتی مانند برف نرمی است که روی یک تپه را پوشانده است. هنگامی‌که ما سوار بر سورتمه از تپه پایین می‌آییم، ازآنجاکه می‌توانیم هر بار مسیری متفاوت را بر

روی این برف نرم طی کنیم، کاملاً قابلیت مانور داریم؛ اما اگر برای بار دوم و سوم همان مسیر بار اول را پایین می‌آییم؛ در آن صورت مسیری به‌وجود می‌آید و ما خیلی زود تمایل پیدا می‌کنیم که بر روی همان رد ایجاد شده بر روی برف مسیر خود را طی کنیم؛ در این‌هنگام مسیری که از آن پایین می‌رویم کاملاً سفت‌وسخت شده، یک گذرگاه عصبی که وقتی ایجاد شود تمایل دارد خود را تقویت کند.
چون نوروپلایستیسیتی مغز ما می‌تواند باعث هر دو حالت انعطاف‌پذیری و انعطاف‌ناپذیری مغز شود، ما غالباً استعداد بالقوه‌ی خود برای انعطاف‌پذیری را دست کم می‌گیریم؛ توانایی که بسیاری از ما آن‌را فقط در دوره‌های کوتاهی از زمان تجربه می‌کنیم.
این گفته‌ی فروید درست است که می‌گوید عدم تظاهر پلاستیسیتی در ما ظاهراً به‌علت فشار عادت‌هاست. نورون‌ها مستعد این هستند که تحت فشار عادات عمل کنند. عادات دارای الگوهای تکراری هستند که ما از آن‌ها آگاهی نداریم و به همین دلیل امکان ندارد بدون استفاده از تکنیک‌های خاص بتوانیم در کار آن‌ها دخالت کرده، از نو هدایتشان کنیم. هنگامی‌که آقای ال. به‌علت عادات اغلب‌دفاعی خویش و دیدگاهی که به‌خودش و دنیا داشت، پی ببرد توانست علیرغم سن بالا از ظرفیت پلاستیسیتی مغز خود استفاده کند.
هنگامی‌که آقای ال. شرکت در جلسات روانکاوی را آغاز کرد، تصوری از مادرش داشت. از نظر او مادرش روحی بود که او نمی‌توانست آن‌را ببیند؛ فردی که هم زنده بود و هم مرده، کسی که آقای ال. نسبت به او وفادار مانده بود، علیرغم این واقعیت که مطمئن نبود که وجود خارجی داشته باشد. با قبول واقعیت مرگ مادر، آقای ال. تصورش از ماهیت روح‌مانند او را از دست داد و به‌جای آن احساسی دیگر پیدا کرد. حالا او احساس می‌کرد که مادری واقعی داشته، یک آدم خوب، که تا وقت زنده‌بودن واقعاً به او علاقه داشته است. تنها هنگامی‌که ماهیت روح در ذهن او تبدیل به مادری دوست‌داشتنی شد، این آزادی را به‌دست آورد تا با یک زن زنده رابطه‌ای نزدیک برقرار کند.
اغلب روانکاوی مورد استفاده قرار می‌گیرد تا روح‌های ذهنی ما را تبدیل به انسان‌هایی واقعی کند؛ حتی برای آن دسته از کسانی که هنوز عزیزانشان را از دست نداده‌اند. ما انسان‌ها اغلب مسخر روابطی از گذشته‌ی خود هستیم که برای ما مهم بوده و اکنون به‌صورت ناخودآگاه بر زندگی ما تأثیر دارند. هنگامی‌که بر روی آن‌ها کار می‌کنیم، از تسخیر وجود ما دست کشیده و صرفاً تبدیل به پاره‌ای از گذشته‌ی ما می‌شوند. ما می‌توانیم روح‌های ذهنی خود را تبدیل به انسان‌هایی واقعی کنیم، زیرا در فرایند روانکاوی این امکان وجود دارد که بتوانیم خاطرات ضمنی خود را تغییر شکل داده -غالباً ما از وجود این خاطرات آگاه نیستیم تا این‌که فراخوانده شده و «غیرمنتظره» به سراغ ما بیایند- و آن‌ها را تبدیل به خاطراتی آشکار کنیم. خاطراتی که اکنون سابقه‌ای شفاف دارند و همین علت راحت‌تر به‌خاطر آورده شده و به‌عنوان پاره‌ای از گذشته‌ی ما تجربه

می‌شوند.
اچ. ام. مشهورترین مورد در نوروپلاستیسیتی در دهه‌ی هفتاد از زندگی‌اش، هنوز زنده است. برداشتن هر دو هیپوکمپوس وی در طی عمل جراحی باعث شد مغز وی در همان دهه‌ی ۱۹۴۰، درست در دقایقی پیش از عمل باقی بماند. هیپوکمپوس گذرگاهی است که خاطرات باید از آن بگذرند تا حفظ شوند و تغییر پلاستیک درازمدت بر روی آن‌ها اعمال شود. اکنون مغز وی قادر نیست محفوظات کوتاه‌مدت را به درازمدت تبدیل کند، در نتیجه ساختار مغز و حافظه‌ی وی و همین‌طور تصاویر فیزیکی و ذهنی او از خودش به همان صورت قبل از جراحی در مغزش منجمد شده‌اند. مصیبت این است که او حتی نمی‌تواند خودش را در آینه بشناسد. اریک کندل که تقریباً در همان زمان به دنیا آمده به کاوش‌های خود در تمام زمینه‌ها ادامه می‌دهد؛ از هیپوکمپوس و پلاستیسیتی حافظه گرفته تا موارد خاص‌تر مانند تغییرات در مولکول‌های فردی. او حتی در این مورد بیشتر پیش رفته و خاطرات عذاب‌آور دهه‌ی ۱۹۳۰ خود را به‌صورت یک شرح‌حال دردناک و با اطلاعات مفید به رشته‌ی تحریر درآورده است. آقای ال. - که اکنون او هم در دهه‌ی هفتاد زندگی‌اش است- دیگر مقهور احساسات دهه‌ی ۱۹۳۰ خود نیست زیرا توانست وقایعی که نزدیک به شصت‌سال پیش اتفاق افتاده بود را به ضمیر خودآگاه خود منتقل کند، آن‌ها را بازنویسی کرده و در طی این فرآیند مغز پلاستیک خود را دوباره سیم‌پیچی کند.

فصل ده: جوان‌سازی

کشف سلول بنیادی در سیستم عصبی و ارتباط آن با چگونگی حفظ مغز

دکتر استنلی کارانسکی که اکنون نود و اندی‌سال سن دارد، نمی‌تواند بپذیرد که به دلیل پیری باید زندگی‌اش را تعطیل کند. اولاد او نوزده نفر هستند؛ پنج فرزند، هشت نوه و شش نتیجه. همسر وی در سال ۱۹۹۵ در سن پنجاه‌وسه‌سالگی در اثر سرطان فوت کرد و او اکنون با همسر دومش، هلن، در کالیفرنیا زندگی می‌کند.
وی در سال ۱۹۱۶ در نیویورک به دنیا آمد، در مدرسه‌ی پزشکی دوک تحصیل کرد، دوره‌ی انترنی خود را در سال ۱۹۴۲ گذراند و در جنگ جهانی دوم و در روز پیاده شدن قوا در نرماندی به‌عنوان پزشک خدمت می‌کرد. او به مدت چهارسال به‌عنوان افسر پزشک در رسته‌ی پیاده‌نظام در منطقه‌ی اروپا خدمت کرد. بعد با کشتی به هاوایی فرستاده شد، جایی که سرانجام در آنجا سکنی گرفت. تا زمان بازنشستگی، در سن هفتادسالگی، به‌عنوان متخصص بیهوشی کار می‌کرد؛ اما بازنشستگی مطلوب او نبود، بنابراین دوباره شروع به آموختن کرد تا به‌عنوان پزشک خانواده فعالیت کند و در این زمینه ده‌سال دیگر یعنی تا هشتادسالگی در یک کلینیک کوچک کار کرد.
یک‌روز با او به گفتگو نشستم. این گفتگو بعد از انجام یکسری از تمرین‌های ذهنی توسط وی انجام گرفت. تیم مرتزنیج و تیم تحقیقی پوزیت ساینس طراحی این تمرین‌های ذهنی را انجام داده‌اند. توانایی شناختی دکتر کارانسکی کاهش پیدا نکرده، اما خود وی معتقداست: «در انجام تمرین‌ها دستخط من خوب بود، اما نه به آن خوبی سابق». او امیدوار است بتواند همین وضعیت مناسب مغزی را برای خود حفظ کند.
در ماه آگوست سال ۲۰۰۵ بود که او با گذاشتن یک سی‌دی در کامپیوتر و اجرای آن شروع به استفاده از برنامه‌ی حافظه‌ی شنیداری کرد و آن‌را «پیچیده و سرگرم‌کننده» یافت. این سی‌دی از او می‌خواست تا تعیین کند که فرکانس صداهایی که می‌شنود افزایش می‌یابد یا کاهش، نظم آوایی که در شنیدن سیلاب‌های خاصی می‌شنید را مدنظر قرار داده، صداهای مشابه را تشخیص دهد، به داستان‌هایی که پخش می‌شد گوش کند و بعد به سؤالات مربوط به آن پاسخ دهد. هدف از انجام همه‌ی این فعالیت‌ها، ایجاد کارایی بیشتر در نقشه‌های مغزی و تحریک مکانیسمی است که پلاستیسیتی مغز را تنظیم می‌کند. او این تمرین‌ها را به مدت سه‌ماه، هر هفته سه‌بار و هر بار به مدت یک‌ساعت و ربع انجام می‌داد.
«در طی شش هفته‌ی اول من متوجه هیچ تغییری نشدم. تقریباً هفته‌ی هفتم

بود که متوجه شدم هشیارتر از هفته‌های قبل عمل می‌کنم. من از روی خود برنامه، از طریق رصد پیشرفت‌هایی که کرده بودم می‌توانستم بگویم که وضعیتم در مورد دادن جواب‌های صحیح رو به بهبود است و این‌که در کل احساس بهتری دارم. هشیاری من در زمان رانندگی، چه در هنگام روز و چه در شب، افزایش یافته بود. من بیشتر با مردم صحبت می‌کردم و صحبت‌های آن‌ها را هم راحت‌تر می‌شنیدم. در طی چند هفته‌ی آخر به نظرم آمد که دستخطم هم بهتر شده است. حالا هنگامی‌که اسمم را نوشته و امضاء می‌کردم به نظرم می‌آمد که مثل بیست‌سال پیش می‌نویسم و امضاء می‌کنم. همسرم هلن به‌من می‌گفت: به نظر من هشیاری تو بیشتر شده، فعال‌تر شده‌ای و عکس‌العمل‌هایت هم افزایش یافته‌اند». حالا او قصد دارد به مدت چند ماه انجام تمرینات را به تعویق انداخته و پس‌ازآن دوباره کار بر روی آن‌ها را از سر گیرد تا در همین فرم مغزی خوب باقی بماند. گو این‌که تمرین‌ها برای حافظه‌ی شنیداری طراحی شده‌اند، اما برای او در کل مفید بوده‌اند، درست مانند کودکانی که از برنامه‌ی سریع به دنبال کلمه استفاده می‌کنند. با استفاده از این تمرین‌ها او نه‌تنها حافظه‌ی شنیداری خود را تحریک می‌کند، بلکه سبب تحریک مراکزی از مغز که پلاستیسیتی را تنظیم می‌کنند نیز می‌شود.
علاوه بر این او تمرینات فیزیکی هم انجام می‌دهد. «من و همسرم هفته‌ای سه بار از دستگاه استفاده کرده، تمرینات ماهیچه‌ای انجام می‌دهیم و پس‌ازآن سی تا سی‌وپنج دقیقه دوچرخه می‌زنیم».
دکتر کارانسکی در توصیف خود می‌گوید که در تمام طول عمر، انسانی خودآموخته بوده است. او مطالب سنگین ریاضی را می‌خواند و به انجام بازی و حل جدول‌های کلمات متقاطع و سودوکو علاقه دارد.
او می‌گوید: «من دوست دارم درباره‌ی تاریخ بخوانم. معمولاً روال کارم هم چنین است که به دلیلی به یک دوره‌ی تاریخی علاقه پیدا می‌کنم. سپس شروع به مطالعه در مورد آن کرده و مدتی را صرف زیرورو کردن آن‌دوره می‌کنم تا موقعی که حس کنم آن‌قدر درباره‌ی آن چیز یاد گرفته‌ام که سراغ موضوع دیگری بروم». تفننی کار کردن را به هر معنایی بگیرید، همان چیزی است که تأثیرش بر او باعث شده که دائماً در پی موضوعات تازه وجدید باشد. این همان عاملی است که سیستم تنظیم پلاستیسیتی و دوپامین را از خطر تحلیل حفظ می‌کند.
هر موضوع موردعلاقه‌ی جدید برای او تبدیل به هوسی می‌شود که وی خود را درگیر آن می‌کند. «پنج‌سال پیش من علاقه‌مند به نجوم و تبدیل به یک منجم آماتور شدم. چون در آن موقع ما در آریزونا زندگی می‌کردیم و شرایط طبیعی برای رصد خیلی خوب بود، یک تلسکوپ هم خریدم». علاوه بر این او یک کلکسیونر جدی در کار جمع‌آوری سنگ‌های صخره‌ای نیز هست. در جهت جستجو برای یافتن نمونه‌های معدنی، او زمان زیادی را صرف خزیدن در معادن کرده است.
از او می‌پرسم: «آیا طول عمر زیاد در خانواده‌ی شما ارثی است»؟ پاسخ

می‌دهد: «نه، مادر من در اواخر چهل‌سالگی و پدرم در دهه‌ی شصت از زندگانی‌اش فوت کرد. فشارخون پدرم بالا بود».
«سلامتی شما در چه وضعیتی است»؟
«خُب، چندسال پیش من یک‌بار مُردم»! می‌خندد و ادامه می‌دهد: «باید مرا ببخشید، چون من آدمی هستم که دوست دارم دیگران را متحیر کنم؛ اما جریان این است که در آن موقع من عادت داشتم مسافت‌های طولانی را بدوم. سال ۱ بود و من شصت‌وپنج‌سال داشتم که در مسابقه‌ی تمرینی دو در هونولولو دچار یک فیبریلاسیون بطنی -ضربان غیرطبیعی و مرگبار قلب- شدم و مثل مرده روی زمین افتادم. آن شخصی که من با او در حال دویدن بودم آن‌قدر حواسش بود که مرا مورد احیای ریوی قلبی قرار دهد و دونده‌های دیگر هم به بخش اورژانس پزشکی اطلاع دادند. آن‌ها سریع خود را به‌من رساندند و ریتم قلب مرا به وضعیت طبیعی سینوسی برگرداندند و بعد مرا به بیمارستان منتقل کردند».
بعدازاین اتفاق عمل جراحی بای‌پس بر روی او انجام شد، به‌صورت فعال در تمرینات توان‌بخشی بعد از عمل شرکت کرد و سریعاً بهبود یافت. «بعدازآن اتفاق، دیگر هرگز در مسابقات رقابتی دو شرکت نکردم، اما به‌صورت تمرینی هفته‌ای بیست‌وپنج مایل را با سرعتی آهسته‌تر می‌دوم». در سال ۲۰۰۰ هنگامی‌که هشتادوسه‌ساله بود، یک سکته‌ی مغزی دیگر را از سر گذراند.
او فردی اجتماعی است، اما اهل رفتن به گردهمایی‌های بزرگ نیست. «من به رفتن به کوکتل پارتی‌ها زیاد علاقه‌مند نیستم؛ مهمانی‌هایی که در آن‌ها صرفاً افراد گرد هم جمع شده و با یکدیگر حرف می‌زنند. من علاقه‌ای به این نوع از مهمانی‌ها ندارم؛ اما دوست دارم کنار کسی بنشینم که با او یک زمینه‌ی مشترک مورد علاقه دارم و بعد با آن شخص، یا با آن دو یا سه نفر، آن موضوع را عمیقاً مورد بررسی قرار دهیم؛ نه صحبت‌هایی ازاین‌دست که مثلاً در این مورد نظرت چیه».
دکتر کارانسکی می‌گوید که او و خانمش زیاد اهل مسافرت نیستند، اما این چیزی است که او می‌گوید. در هشتاد و یک‌سالگی دکتر کارانسکی کمی روسی یاد می‌گیرد و برای دیدن قطب با یک شناور علمی روسی به آنجا سفر می‌کند.
از او می‌پرسم: «به چه علت به این سفر رفتید»؟
«خُب برای این‌که قطب آنجا بود و من می‌بایست می‌دیدمش».
در ظرف چندسال اخیر او به یوکاتان، انگلستان، فرانسه، سویس و ایتالیا سفر کرده، شش هفته را در آمریکای جنوبی گذرانده، برای دیدار از دخترش به امارات عربی متحده رفته و از کشورهای عمان، استرالیا، زلاندنو، تایلند و هنگ‌کنگ دیدار کرده است.
او همیشه به دنبال این است که کار جدیدی انجام دهد و هنگامی‌که کاری را شروع می‌کند، تمام حواسش را متوجه آن می‌کند؛ شرط لازم برای تغییر پلاستیک مغز. او می‌گوید: «در آن لحظه که چیزی توجه من را به‌خود جلب

می‌کند، من همه‌ی حواس و توجهم را بر روی آن متمرکز می‌کنم. بعد وقتی‌که احساس کنم در آن زمینه به سطح توانایی بالاتری رسیده‌ام، دیگر به‌اندازه‌ی قبل به آن توجه نکرده و شاخک‌های توجهم را معطوف به موضوع دیگری می‌کنم».
دکتر کارانسکی نگرش فلسفی دارد که آن‌هم به‌گونه‌ای به وی در راه مراقبت از مغزش کمک می‌کند. او خود را درگیر مسائل بی‌ارزش نمی‌کند؛ حتی موضوعات کوچک؛ زیرا استرس باعث آزاد شدن گلوکوکورتیکوئید می‌شود که می‌تواند باعث نابودی سلول‌های هیپوکمپوس شود.
من می‌گویم: «در مقایسه با بسیاری از افراد دیگر من در شما سطح بسیار پایین‌تری از اضطراب و نگرانی را می‌بینم».
-«به نظر من این‌گونه بودن برای انسان بسیار مفید است».
-«آیا شما آدم خوش‌بینی هستید»؟
-«نه خیلی زیاد؛ اما فکر کنم ماهیت پیشامدها را فهمیده‌ام. خیلی اتفاقات هستند که بر زندگی من تأثیر می‌گذارند، اما از کنترل من خارج‌اند. من نمی‌توانم این اتفاقات را کنترل کنم، تنها چیزی که می‌توانم کنترل کنم واکنش خودم نسبت به آن‌هاست. من وقتم را صرف چیزهای نگران‌کننده‌ای می‌کنم که قابل کنترل هستند و می‌توانم بر نتیجه‌ی آن‌ها تأثیر بگذارم. این باعث شده که در خود فلسفه‌ای بپرورانم که با کمک آن بتوانم با این موضوع‌ها دست‌وپنجه نرم کنم».
در اوایل قرن بیستم بود که برجسته‌ترین آناتومیست نورونی و برنده‌ی جایزه‌ی نوبل، سانتیاگو رامون کاخال که زمینه‌ی اصلی دانسته‌های ما درباره‌ی چگونگی ساختار نورون‌ها را بنیاد گذاشت، توجه خود را به یکی از غامض‌ترین مسائل در آناتومی مغز انسان معطوف کرد. مغز انسان برخلاف جاندارانی که از ساختار مغزی ساده‌تری برخوردارند، مانند یک مارمولک، ظاهراً نمی‌تواند بعد از یک سانحه خود را احیاء کند. این عدم توانایی شامل همه‌ی اعضای بدن انسان نمی‌شود. پوست ما هنگامی‌که زخم می‌شود با تولید سلول‌های جدید پوستی خود را درمان می‌کند، استخوان شکسته‌ی ما بهبود پیدا می‌کند، کبد و روده‌ها می‌توانند ترمیم پیدا کنند، خون ازدست‌رفته می‌تواند دوباره در بدن ذخیره‌سازی شود؛ زیرا سلول‌های مغز استخوان ما می‌توانند تبدیل به گلبول‌های قرمز و یا سفید شوند؛ اما در این میان ظاهراً مغز ما یک استثناء مشکل‌آفرین است؛ چنان‌که تحقیقات نشان داده‌اند با فرارسیدن سالخوردگی میلیون‌ها سلول مغزی ما می‌میرند. اعضاء دیگر بدن ما می‌توانند از سلول‌های بنیادین بافت‌های جدید بسازند، درحالی‌که چنین بافت‌هایی را نمی‌توان در مغز یافت. دلیل اصلی که می‌توان برای این رویداد ذکر کرد این است که در مسیر تکامل، مغز انسان چنان پیچیده و تخصیص یافته شده که دیگر توانایی برای تولید سلول‌های جایگزین برایش باقی نمانده است. علاوه بر این دانشمندان این سؤال را مطرح می‌کردند که اگر چنین سلولی تولید هم بشود چگونه

می‌تواند بدون ایجاد آشفتگی وارد شبکه‌ی نورونی پیچیده‌ی موجود شود و هزاران ارتباط سیناپسی را به‌وجود آورد؟ به همین دلیل تصور درباره‌ی مغز انسان این بود که دارای یک سیستم بسته است.
رامون کاخال بخش بعدی تحقیقش را صرف یافتن هرگونه نشانه‌ای کرد که مبین تغییر، احیاء و یا سازمان‌دهی دوباره‌ی ساختار مغز و یا نخاع باشد، اما تحقیقاتش با شکست مواجه شد.
کاخال در سال ۱۹۱۳ یک شاهکار علمی با عنوان «تخریب و بازسازی سیستم عصبی(۲۰۹)» به رشته‌ی تحریر درآورد. او در این کتاب نوشته: «در مراکز (مغزی) بزرگ‌سالان، گذرگاه‌های عصبی ساختارهایی ثابت، نهایی و تغییرناپذیر هستند. هر جزء از آن‌ها ممکن است بمیرد اما هیچ جزئی مجدداً احیاء نخواهد شد. بر عهده‌ی دانش آینده خواهد بود، اگر بتواند این نظر را تغییر دهد».
مواردی دراین‌باره یافت شد.

***

اکنون من در لاجولای کالیفرنیا و در پیشرفته‌ترین آزمایشگاهی که تاکنون به چشم دیده‌ام هستم؛ در آزمایشگاه‌های سالک و دارم از ورای یک میکروسکوپ به ساختار زنده‌ی سلول‌های عصبی بنیادین انسان که در ظرف مخصوص کشت میکروب قرار دارد، نگاه می‌کنم. این آزمایشگاه متعلق است به فردریک «راستی» گیج(۲۱۰). در سال ۱۹۹۸ بود که او و ییتراریکسون(۲۱۱) سوئدی این سلول‌ها را در هیپوکمپوس کشف کردند.
سلول‌های بنیادی که من در حال نگاه کردن به آن‌ها هستم زنده هستند و به همین دلیل لرزش دارند. به آن‌ها سلول بنیادی «عصبی» می‌گویند؛ زیرا می‌توانند تقسیم شده و با دو ساختار نورون و یا یاخته‌ی گلیایی(۲۱۲) تمایز یافته، نورون‌های مغز را پشتیبانی کنند. این سلول‌های بنیادی که من اکنون در حال نگاه کردن به آن‌ها هستم هنوز فرایند تمایز به نورون‌ها و یا یاخته‌های گلیایی را طی نکرده و «تخصیص» نیافته‌اند، برای همین یک شکل به نظر می‌آیند. سلول‌های بنیادی دارای ویژگی‌های هویتی مخصوص به‌خود نیستند، اما جبران مافات آن در ویژگی جاودانگی آن‌ها تحقق یافته است. سلول‌های بنیادی نیازی به تمایز ندارند، اما می‌توانند به تقسیم خود ادامه دهند؛ به همین دلیل می‌توانند سلول‌هایی عین خود را به‌وجود آورند. این پروسه می‌تواند تا بی‌نهایت ادامه پیدا کند، بدون آن‌که نشانه‌ای از پیری در آن‌ها ظاهر شود. به همین دلیل سلول‌های بنیادی را سلول‌های تا ابد جوان مغز توصیف می‌کنند.
نام «زایش نورون‌ها(۲۱۳)» را بر این فرآیند جوان‌سازی در نورون‌ها گذارده‌اند که تا زمانی‌که زنده هستیم ادامه پیدا می‌کند.
مدت‌ها بود که سلول‌های بنیادی عصبی مورد توجه دانشمندان قرار داشتند؛ شاید یکی از دلایل توجه به آن‌ها این بود که ماهیت آن‌ها بر ضد این تئوری است که می‌گوید مغز شبیه به یک ماشین پیچیده و یا یک کامپیوتر است و ماشین قادر به تولید بخش‌های جدید در خود نیست. هنگامی‌که در سال ۱۹۶۵ جوزف

Telegram @ea_book

آلتمن(۲۱۴) و گوپال. دی داس(۲۱۵) از انستیتو تکنولوژی ماساچوست این سلول‌های بنیادی را در موش‌ها کشف کردند، کار آن‌ها مورد باور قرار نگرفت.
سپس در دهه‌ی ۱۹۸۰ بود که کشف حقیقتی در مورد پرندگان، متخصصی به نام فرناندو نوته‌بوم(۲۱۶) را شوکه کرد. وی دریافت پرندگان آوازخوان در هر فصل نواهای جدیدی را می‌خوانند. او مغز آن‌ها را مورد آزمایش قرار داد و دریافت در فصلی از سال که پرندگان در آن پُرخوان‌تر هستند، در منطقه‌ای از مغز آن‌ها که وظیفه‌ی یادگیری نواهای جدید را بر عهده دارد، سلول‌های جدید مغزی رشد می‌کنند. کشف نوته‌بوهام برای دانشمندان انگیزه‌ای فراهم کرد تا به بررسی مغز حیواناتی بپردازند که بیشتر شبیه به مغز انسان هستند. الیزابت گولد(۲۱۷) از دانشگاه پرینستون، اولین کاشف سلول‌های بنیادی در پستانداران بود. پس‌ازآن اریکسون وگیج راهی هوشمندانه را برای علامت‌گذاری سلول‌های مغزی توسط یک شناسه به نام BrdU پیدا کردند. این شناسه در لحظه‌ی تولد سلول وارد آن شده و در زیر میکروسکوپ نور می‌دهد. اریکسون و گیج از بیمارانی که مراحل آخر عمر خود را می‌گذراندند اجازه خواستند تا این شناسه را به آن‌ها تزریق کنند. با فوت این بیماران، اریکسون و گیج مغز آن‌ها را مورد آزمایش قرار داده و متوجه بچه‌نورون‌هایی شدند که به‌تازگی در هیپوکمپوس آن‌ها تولید شده بود. درسی که ما از این بیماران روبه‌مرگ می‌گیریم این است که نورون‌های زنده حتی تا آخرین لحظات زندگی ساخته می‌شوند.
جستجو برای یافتن سلول‌های بنیادی عصبی در دیگر بخش‌های مغز انسان ادامه پیدا کرد. تاکنون این سلول‌ها در پیاز بویایی (منطقه‌ی پردازش بوها) به‌صورت فعال و در مناطق دیگری مانند سپتوم و جسم مخطط (که حرکت را پردازش می‌کند) و نخاع به‌صورت نهفته و غیرفعال یافت شده‌اند. گیج و دانشمندان دیگر در حال کار بر روی داروهایی هستند که شاید بتوانند این سلول‌های بنیادی نهفته را فعال کنند. در چنین صورتی اگر نواحی مربوط به این سلول‌ها دچار آسیب شود، این سلول‌ها به‌درد خواهند خورد. آن‌ها همچنین در تلاش برای یافتن پاسخی برای این پرسش‌ها هستند که آیا سلول‌های بنیادی را می‌توان به بخش‌های آسیب‌دیده‌ی مغز پیوند زد و یا می‌توان به‌نوعی آن‌ها را تحریک کرد تا به این مناطق کوچ کنند؟
برای پاسخ به این سؤال که آیا زایش نورونی می‌تواند ظرفیت ذهنی را افزایش دهد، تیم گیج در پی آن هستند که دریابند چگونه می‌توانند تولید سلول‌های بنیادی را افزایش دهند. همکار گیج به‌نام گرد کمپرمن(۲۱۸) چند موش بالغ را به مدت فقط چهل‌وپنج روز در محیطی پر از اسباب‌های بازی مخصوص موش‌ها از جمله انواع و اقسام توپ، تیوب و چرخ‌های گردان قرار داد. سپس موش‌ها را قربانی کرده و مغز آن‌ها را مورد بررسی قرار داد. او دریافت که هیپوکمپوس این موش‌ها نسبت به موش‌هایی که در قفس‌های معمولی نگهداری می‌شدند، به‌اندازه‌ی پانزده درصد افزایش حجم پیدا کرده و چهل هزار نورون جدید که

معادل ۱۵ درصد افزایش در میزان نورون‌هاست، به مغز آن‌ها اضافه شده است.
طول عمر موش‌ها حدود دوسال است. تیم تحقیق آزمایش دیگری انجام داد و در طی آن موش‌های پیرتری که در نیمه‌ی دوم طول عمر خود بودند را به مدت ده ماه در این قفس‌های پر از اسباب‌بازی قرار داد. مشخص شد که تعداد نورون‌های هیپوکمپوس آن‌ها به میزان پنج برابر افزایش یافته است. نتایج تست‌های یادگیری، شناسایی، حرکتی و دیگر مواردی که هوش موش را با آن‌ها اندازه‌گیری می‌کنند در این موش‌ها، در مقایسه با موش‌هایی که این مدت را در قفس‌های معمولی گذرانده بودند، بهتر بود. در مغز آنان نورون‌های جدیدی زاده شده بودند. البته این نورون‌ها با همان سرعتی که در مغز موش‌های جوان‌تر تولید می‌شوند در مغز آنان به‌وجود نیامده بودند اما به‌هرحال نشانگر این مطلب بودند که غنی‌سازی محیط زیست به مدتی طولانی تأثیری گسترده در افزایش زایش نورون‌ها در مغزهای سالخورده دارد.
پس‌ازآن، تیم در پی پاسخ به این سؤال برآمد که کدام فعالیت‌ها باعث افزایش سلول‌های مغزی در موش‌ها می‌شود و دریافتند که دو روش برای افزایش کلی نورون‌ها در مغز وجود دارد: زایش نورون‌های جدید و افزایش طول مدت زندگی نورون‌های موجود.
همکار گیج به نام هنریته فن پراگ(۲۱۹) نشان داد از بین اسباب‌بازی‌ها، چرخ گردان مؤثرترین ابزاری بوده که باعث تکثیر نورون‌های جدید شده است. بعد از یک ماه گرداندن چرخ، میزان نورون‌های جدید هیپوکمپوس مغز در موش‌هایی که در این فعالیت شرکت کرده بودند دو برابر شده بود. گیج به‌من گفت، به دلیل مقاومت کم چرخ گردان این‌طور نبود که موش‌ها واقعاً بر روی چرخ گردان بدوند، درواقع آن‌ها بر روی آن سریع راه می‌رفتند.
تئوری گیج این است که یک محیط طبیعی با امکانات راه رفتن سریع و به مدتی طولانی حیوان را به یک محیط تازه و متفاوت می‌برد که نیاز به یادگیری‌های جدید دارد و برانگیزاننده‌ی چیزی است که او نامش را «تکثیر انتظاری» گذاشته است.
او به‌من گفت: «اگر محیط زندگی ما فقط این اتاق بود و این‌همه‌ی تجربه‌ای بود که از زندگی کسب می‌کردیم، در ما زایش نورون‌ها انجام نمی‌شد؛ زیرا ما همه‌چیز را درباره‌ی این محیط یاد می‌گرفتیم و می‌توانستیم با همه اطلاعات پایه‌ای که داریم، در آن عمل کنیم».

این تئوری که محیط تازه ممکن است سبب زایش نورون‌ها شود با این کشف مرتزنیچ مطابقت دارد که می‌گوید برای این‌که مغزمان را در وضعیت مناسب نگاه داریم باید به‌جای انجام مکرر کاری که در آن مهارت داریم، مهارتی تازه یاد بگیریم.

اما همان‌طور که گفتیم راه دومی هم برای افزایش تعداد نورون‌ها در

هیپوکمپوس وجود دارد: افزایش طول عمر نورون‌هایی که اکنون در آن وجود دارند. با بررسی وضعیت موش‌ها، تیم تحقیق دریافت که یادگیری چگونگی استفاده از دیگر اسباب‌بازی‌ها، مانند توپ و تیوب، به زایش نورون‌های جدید کمک نمی‌کند بلکه سبب می‌شود نورون‌هایی که در آن منطقه‌ی مغزی هستند طول عمر طولانی‌تری داشته باشند. الیزابت گولد دریافت که یادگیری اگر حتی در محیط معمولی باشد باعث افزایش بقای سلول‌های بنیادی می‌شود. در نتیجه، یادگیری و تمرینات فیزیکی به طریقی مکمل هم عمل می‌کنند: اول اینکه سلول‌های بنیادی جدید تولید می‌کنند، دوم این‌که مدت‌زمان بقای آنان را افزایش می‌دهند.

***

گو این‌که کشف سلول‌های بنیادی عصبی کشفی بسیار مهم بوده، اما این تنها یکی از راه‌هایی است که توسط آن مغز سالخورده می‌تواند خود را جوان کرده، ارتقاء دهد. در تناقض با این مورد باید گفت که گاهی از دست دادن نورون‌ها باعث ارتقاء عملکرد مغز می‌شود؛ این همان چیزی است که در «هرس» گسترده‌ی نورون‌ها در زمان سالخوردگی اتفاق می‌افتد و در طی آن نورون‌هایی که به‌طور مداوم مورد استفاده قرار نگرفته‌اند، می‌میرند. شاید بتوان این مورد را یکی از اثرگذارترین موارد در قانون «یا از آنچه که داری استفاده کن یا آن‌را از دستش می‌دهی» دانست. نگهداری از نورون‌هایی که مورد استفاده قرار نمی‌گیرند و تغذیه‌ی آن‌ها با خون، اکسیژن و انرژی کاری بیهوده است و خلاصی از دست آن‌ها باعث کارایی و تمرکز بیشتر مغز می‌شود.

این واقعیت که حتی در دوران سالخوردگی هم زایش نورون‌ها در مغز اتفاق می‌افتد نمی‌تواند باعث انکار این حقیقت شود که مغز ما نیز مانند سایر اعضای بدنمان به‌تدریج رو به تحلیل می‌رود؛ اما در طی این زوال، بازهم در مغز سازمان‌دهی‌های دوباره‌ای صورت می‌گیرد؛ شاید برای این‌که مغز خود را با این اتلاف‌ها تطبیق دهد. دو محقق دانشگاه تورنتو، ملانی اسپرینگر(۲۲۰) و چریل گردی(۲۲۱)، ثابت کرده‌اند که با بالاتر رفتن سن، فعالیت‌های شناختی ذهن ما در لوب‌هایی متفاوت از آنچه که در جوانی صورت می‌گرفت، انجام می‌شود. هنگامی‌که سن افراد تحت آزمایش این دو محقق، از چهارده به سی‌سال رسید، آزمون‌های شناختی مختلفی از آن‌ها به عمل آمد. اسکن‌های مغزی آنان نشان داد که در این سن لوب‌های گیجگاهی، آن دو لوبی که در دو طرف سر قرار دارند، به طرزی بارز در انجام این فعالیت‌ها شرکت داشته‌اند و هرچه میزان تحصیلات در این افراد بالاتر بوده، استفاده از این لوب‌ها عمومیت بیشتری داشته است.

در افراد تحت آزمایش که بیشتر از شصت‌وپنج‌سال سن داشته‌اند الگوهای دیگری مشاهده شده است. اسکن‌های مغزی نشان داده که آن‌ها همین فعالیت‌های شناختی را عمدتاً توسط لوب‌های پیشانی خود انجام داده‌اند و با بالا رفتن سن هر چه در فعالیت‌های آموزشی بیشتری شرکت کرده‌اند، بیشتر

از لوب‌های پیشانی خود استفاده کرده‌اند.
این جابجایی مغزی هم نشان دیگری بر پلاستیسیتی است؛ جابجایی نواحی پردازشی مغز از یک لوب به لوبی دیگر از چنان اهمیتی برخوردار است؛ مثل اینکه وظیفه‌ی یک بخش از مغز به بخشی دیگر منتقل شده باشد.
هیچ‌کس نمی‌داند چرا چنین جابجایی صورت می‌گیرد و یا چرا این‌همه تحقیقات انجام شده می‌گویند که افراد دارای تحصیلات بالاتر مصونیت بیشتری در مقابل زوال مغزی دارند. عمومی‌ترین تئوری موجود دراین‌باره می‌گوید که طول مدت تحصیل باعث ایجاد «ذخیره‌ای شناختی» در ما می‌شود -شبکه‌های بیشتری به سیستم مغزی اضافه می‌شوند- که در هنگام تحلیل مغز می‌توانیم از آن‌ها کمک بگیریم.
با بالاتر رفتن سن یک سازمان‌دهی دوباره و عمده در مغز انجام می‌شود. همان‌طور که دیدیم، بسیاری از فعالیت‌های مغز «موضعی» است. صحبت کردن فعالیتی است که بیشتر در نیمکره‌ی چپ مغز انجام می‌شود. این در حالی است که پردازش بصری-فضایی به عهده‌ی نیمکره‌ی سمت راست مغز است؛ پدیده‌ای که بر آن نام «عدم تقارن نیمکره‌ها» گذارده‌اند؛ اما اخیراً روبرت کابزا([۲۲۲]) و دیگران در دانشگاه دوک تحقیقاتی را انجام داده‌اند که نشان می‌دهد مغز ما در هنگام پیری حالت موضعی بودن وظایف را از دست می‌دهد، فعالیت‌های پیش‌پیشانی که در یک نیمکره‌ی مغز انجام می‌شد در هنگام پیری در هر دو نیمکره انجام می‌شود. این در حالی است که ما واقعاً نمی‌دانیم چرا چنین اتفاقی می‌افتد؛ یک تئوری می‌گوید با بالا رفتن سن هر یک از نیمکره‌های مغز ما کارایی قبلی خود را از دست می‌دهند، به همین دلیل نیمکره‌ی دیگر شروع به جبران این کاستی می‌کند؛ که مبین آن است که مغز در واکنش به ضعفی که بدان دچار شده خود را دوباره می‌سازد.

حالا ما می‌دانیم که انجام تمرینات ورزشی و فعالیت ذهنی توسط حیوانات باعث تولید و تقویت سلول‌های مغزی بیشتر در آنان می‌شود و تحقیقات زیادی وجود دارند که تأیید می‌کنند عملکرد مغزی در افرادی که دارای زندگی فعال مغزی هستند، بالاتر است. هرچه که بیشتر تحصیل کنیم، هر چه که بیشتر فعالیت فیزیکی و اجتماعی داشته باشیم و هر چه که بیشتر در فعالیت‌هایی که محرک ذهن هستند شرکت کنیم، کمتر احتمال دارد که دچار بیماری آلزایمر و یا زوال عقل شویم.

اما تمام فعالیت‌های ذهنی از این لحاظ دارای ارزش برابر نیستند. آن فعالیت‌هایی که در خود نیاز به تمرکز واقعی دارند -مثلاً یاد گرفتن نواختن یک ساز، انجام بازی‌های صفحه‌ای، مطالعه و رقص- با خطر کمتر زوال عقل مواجه‌اند. رقص، که برای انجام آن باید حرکات جدیدی یاد گرفت، هم از نظر فیزیکی و هم ذهنی چالش‌برانگیز است و نیاز به تمرکز بیشتری دارد.

فعالیت‌هایی که ما را دچار چالش کمتری می‌کنند مانند بولینگ، نگهداری از کودک و گلف میزان کمتری از بروز آلزایمر را نشان نمی‌دهند.
این تحقیقات گویا بوده و به هرگونه نقصان دلیل در اثبات اینکه نمی‌توان با انجام تمرین‌های مغزی از بروز بیماری آلزایمر ممانعت کرد، پایان می‌دهد. انجام این فعالیت‌ها یا با کاهش آلزایمر همراه است یا به گونه‌ای با آن ارتباط دارد، اما ارتباط داشتن به معنای وجود یک رابطه‌ی علت و معلولی نیست. این امکان وجود دارد که افرادی که دچار آلزایمر بسیار زودهنگام اما غیرقابل تشخیص می‌شوند در همان اوایل زندگی دچار کندکاری ذهنی شده و در نتیجه انجام فعالیت‌ها را متوقف کنند. در حال حاضر ما نمی‌توانیم بیش از این چیزی بگوییم که ارتباط امیدوارکننده‌ای بین انجام تمرین‌های مغزی و عدم بروز آلزایمر وجود دارد.
تحقیقات مرتزنیچ مبین وجود حالتی است که بسیار شایع بوده و معمولاً با آلزایمر اشتباه گرفته می‌شود -کاهش حافظه‌ای که ارتباط مستقیم با سن و سال دارد، یک نوع معمول کاهش حافظه که در سنین بالا روی می‌دهد- و توسط تمرین‌های ذهنی مناسب برگشت‌پذیر است. دکتر کارانسکی هیچ‌گاه از کاهش توانایی‌های شناختی کلی در خود شکایت نکرده اما «لحظات سالمندی» را تجربه کرده که به‌علت کاهش حافظه‌ی در ارتباط با سن و سال حادث شده‌اند. فوایدی که او از انجام تمرینات ذهنی کسب کرده نشان می‌دهد که شاید وی دچار نقایص شناختی قابل بازگشت دیگری هم بوده که خود نسبت به‌وجود آن‌ها آگاه نبوده است.
کاملاً مشهود است که دکتر کارانکسی هر کار درستی را در راه مبارزه با کاهش حافظه‌ی در ارتباط با سن و سال خود انجام داده و از خود الگویی شایان تقلید برای همه‌ی ما به‌جا گذاشته تا همان تمرینات را دنبال کنیم.
علت مفید بودن انجام فعالیت‌های فیزیکی صرفاً تولید نورون‌های تازه نیست، بلکه به این دلیل نیز هست که پایه‌ی ذهن در مغز قرار دارد و مغز نیاز به اکسیژن دارد. انجام فعالیت‌هایی مانند پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری و یا تمرین‌های قلبی-عروقی باعث تقویت قلب و رگ‌های خونی شده و مغز را پشتیبانی می‌کنند و به افرادی که چنین تمریناتی را انجام می‌دهند کمک می‌کنند تا ذهنی تیزتر داشته باشند؛ این همان چیزی است دو هزارسال قبل فیلسوف رومی، سنکا، به آن اشاره کرده است. تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که انجام تمرینات فیزیکی باعث تولید و آزاد شدن فاکتور نوروترفیک اشتقاق مغزی (BDNF) می‌شود که همان‌طور که در فصل سه درباره‌ی آن گفتیم «طراحی دوباره‌ای از مغز» می‌دهد و نقش بسیار حیاتی در تغییرات پلاستیک مؤثر در مغز دارد. در حقیقت هر چیزی که باعث سلامت قلب و رگ‌های خونی شود، از جمله رژیم غذایی سالم، باعث تقویت مغز نیز می‌شود. لازم نیست که برای رسیدن به نتیجه به انجام تمرین‌های بدنی سخت و کشنده بپردازید؛ حرکات طبیعی و مداوم دست‌وپا برای این امر کافی هستند. همان‌طور که فن

پراگ و گیج کشف کرده‌اند قدم زدن ساده با سرعتی مناسب باعث تحریک رشد سلول‌های تازه می‌شود.
تمرینات بدنی باعث تحریک کورتکس حسی و حرکتی شده و از سیستم تعادل مغزی حفاظت می‌کند. با بالاتر رفتن سن، این عملکردهای مغزی کاهش پیدا می‌کنند که در نتیجه‌ی آن دچار سقوطهای دوران سالخوردگی می‌شویم و برای اجتناب از آن تمایل پیدا می‌کنیم که در منزل بمانیم. هیچ عاملی بیش از بی‌تحرکی در محیطی یکنواخت، باعث سرعت گرفتن زوال مغز در ما نمی‌شود. یکنواختی باعث تحلیل سیستم‌های ترشح دوپامین و تمرکز در ما می‌شود؛ سیستم‌هایی که برای حفظ مشخصه‌ی پلاستیسیتی مغزی ما حیاتی هستند. یک فعالیت شناختی غنی از حرکات فیزیکی مانند یادگرفتن رقصی جدید احتمالاً باعث از بین رفتن مشکلات تعادلی در ما شده و انجام آن برای ما منافع دیگری از جمله معاشرت با دیگران را در پی دارد که حافظ سلامت مغز است. برای انجام تمرینات تای‌چی(۲۲۳)، گرچه که تابه‌حال تحقیقی بر روی آن‌ها انجام نشده، لازم است که بر روی حرکات فیزیکی بسیاری تمرکز کرد؛ انجام این حرکات سیستم تعادل مغز را تحریک می‌کند. این تمرینات همچنین دارای جنبه‌ای تعدیلی نیز هست که ثابت شده در پایین آوردن استرس کارایی زیادی دارد و برای همین احتمالاً به حفظ حافظه و نورون‌های هیپوکمپوس کمک می‌کنند.
دکتر کارانسکی، پیوسته در پی یادگیری چیزهای جدید است، که بر اساس نظرات دکتر جرج ویلانت(۲۲۴)، روانشناس دانشگاه هاروارد، نقش مهمی در سلامتی و شادی دوران کهن‌سالی بازی می‌کند. دکتر ویلانت سرپرستی بزرگ‌ترین و طولانی‌ترین تحقیقی که تاکنون درباره‌ی زندگی انسان انجام شده و در حال انجام است را بر عهده دارد. این تحقیق از طرف دانشگاه هاروارد انجام می‌شود و عنوانش «تکامل بزرگ‌سالی» نام دارد. این تحقیق ۸۲۴ نفر را در سه گروه از اواخر دوران نوجوانی تا زمان پیری تحت پوشش گرفته است: فارغ‌التحصیلان دانشگاه هاروارد، فقرای بوستون و زنانی که دارای ضریب هوشی واقعاً بالایی هستند. بعضی از این افراد که حالا به هشتادسالگی و یا بالاتر از آن رسیده‌اند، حدود شش دهه است که تحت بررسی و تحقیق قرار دارند. تحقیق بر روی آن‌ها باعث شده ویلانت به این نتیجه برسد که برخلاف نظر بسیاری از جوانان، سالخوردگی صرفاً دوره‌ای برای تحلیل و زوال نیست. افراد سالخورده غالباً مهارت‌های جدیدی را در خود پرورش می‌دهند، عاقل‌ترند و در روابط اجتماعی ماهرتر از زمان جوانی خود هستند. سالخوردگان نسبت به جوانان کمتر مستعد ابتلا به افسردگی هستند و معمولاً تا قبل از بیماری نهایی منجر به مرگ خود، دچار بیماری‌های ناتوان‌کننده نمی‌شوند.
بدون هیچ شکی به چالش کشیدن فعالیت‌های مغزی باعث افزایش احتمال زنده ماندن نورون‌های هیپوکمپوس ما می‌شود. برای رسیدن به این هدف یک روش این است که به انجام آزمون‌های مغزی مبادرت ورزیم، مانند آنچه که

مرتزنیج ابداع کرده است؛ اما زندگی برای زندگی کردن است و صرفاً برای انجام دادن تمرین‌های مغزی نیست؛ بنابراین بهترین راه این است که افراد به انجام فعالیت‌هایی بپردازند که همیشه در آرزوی انجام آن‌ها بوده‌اند، زیرا در این‌صورت از انگیزه‌ی بالایی برای انجام آن فعالیت برخوردار می‌شوند که بسیار مهم است. ماری فاسانو در سن هشتادونه‌سالگی در مقطع کارشناسی از دانشگاه هاروارد فارغ‌التحصیل شد. دیوید بن گوریون، نخست‌وزیر اسرائیل، به‌منظور مطالعه‌ی آثار کلاسیک به زبان اصلی در دوران کهن‌سالی شروع به فراگیری زبان یونانی کرد. ممکن است این سؤال برای ما پیش بیاید که «خُب که چی؟ با این‌کار چه کسی را گول می‌زنم؟ خُب من که در آخر راه هستم»؛ اما این طرز فکر پیشگویی است که باعث ارضاء شخص شده و به روند زوالی که اساس آن بر قانون «یا ازآنچه که داری استفاده کن یا آن‌را از دست می‌دهی» سرعت می‌دهد.
فرانک للوبد رایت، آرشیتکت، نودساله بود که موزه‌ی گوگنهایم را طراحی کرد. بنجامین فرانکلین هفتادوهشت‌ساله بود که عینک‌های دوکانونی را اختراع کرد. اچ. سی.لمن و دین کیت در انجام تحقیقات خود دریافتند که درحالی‌که سنین بین سی‌وپنج تا پنجاه‌وپنج، در رأس بازه‌ی زمانی برای خلاقیت در بیشتر رشته‌ها قرار دارد، افرادی که در دهه‌ی شصت و هفتاد از عمر خود هستند همان بازدهی دهه‌ی بیست از عمرشان را دارند، گرچه با سرعت کمتر کار می‌کنند.
پابلو کازالز، نوازنده‌ی ویولنسل، نودویک‌ساله بود که جوانی به نزدش رفت و پرسید، «آقا چرا با این سن و سال هنوز تمرین می‌کنید»؟ کازالز پاسخ داد: «چون دارم پیشرفت می‌کنم».

فصل یازده: فراتر از اعضای بدن

زنی که به ما نشان می‌دهد تغییرات پلاستیک مغز می‌تواند تا چه اندازه وسیع باشد

کسی که آن‌طرف میز، روبروی من نشسته و با من شوخی می‌کند زنی است که با نیمی از یک مغز کامل انسانی متولد شده است. رویدادی فاجعه‌بار که در رحم مادر برایش اتفاق افتاده و هیچ‌کس نمی‌داند که علت آنچه بوده است. درهرحال سکته‌ی مغزی نبوده، زیرا سکته بافت‌های سالم را نابود می‌کند؛ درواقع مشکل میشله مک این بوده که نیمکره‌ی چپ مغزی وی به‌هیچ‌وجه رشد نکرده است. حدس پزشکان این است که در دوران جنینی میشله عاملی باعث مسدود شدن شریان کاروتید چپ وی شده که تأمین‌کننده‌ی جریان خون به نیمکره‌ی سمت چپ مغز است و همین عامل باعث شده که نیمکره‌ی چپ مغز شکل نگیرد. در هنگام تولد، پزشکان نوزاد را تحت آزمایش‌های معمول قرار دادند و به مادرش کرول گفتند که وضعیت او طبیعی است. حتی امروز هم یک نورولوژیست بدون انجام اسکن مغزی ممکن است نتواند حدس بزند که وی فاقد یک نیمکره‌ی مغزی است. با دیدن میشله این سؤال برای من پیش می‌آید که ممکن است چند نفر دیگر در این دنیا وجود داشته باشند که با نیمی از یک مغز کامل زندگی کنند و خودشان یا هیچ‌کس دیگری از این مطلب اطلاع نداشته باشد؟

من به ملاقات میشله می‌روم تا دریابم تغییرات نوروپلاستیک ممکن است در یک انسان تا چه اندازه وسیع اتفاق بیفتد، انسانی که مغزش دچار چنین چالش عظیمی بوده است؛ اما اگر مغز میشله فقط با داشتن یک نیمکره می‌تواند وظایف خود را انجام دهد، این چالشی جدی برای دکترین موضعی بودن مغز نیز هست که ادعا می‌کند هر نیمکره به‌صورت ژنتیکی سیم‌پیچی شده تا وظایف خاص خود را انجام دهد.

میشله فقط دارای نیمکره‌ی سمت راست مغزی است، اما وی موجودی ناامید و افسرده نیست که با حمایت دیگران زندگی کند. او حالا بیست‌ونه‌سال دارد. چشمان آبی‌اش از ورای شیشه‌های ضخیم عینک با دقت به اطراف نگاه می‌کند. او لباس جین آبی می‌پوشد، در اتاقی به رنگ آبی می‌خوابد و تقریباً عادی صحبت می‌کند. میشله یک شغل نیمه‌وقت دارد و از مطالعه، دیدن فیلم و صرف وقت با خانواده لذت می‌برد. او می‌تواند همه‌ی این فعالیت‌ها را انجام دهد، زیرا نیمکره‌ی سمت راست مغز وی بر نیمکره‌ی سمت چپ احاطه یافته و عملکردهای مهم مغزی چون سخن گفتن و زبان از نیمکره‌ی چپ مغز وی به نیمکره‌ی سمت راست انتقال پیدا کرده‌اند. این پیشرفت‌ها در او مؤید این معنی است که نوروپلاستیسیتی پدیده‌ای جزئی نیست که فقط در حواشی عمل

کند، بلکه عاملی است که مغز او را به‌صورت گسترده سازمان‌دهی دوباره کرده است.
نیمکره‌ی مغزی سمت راست میشله نه‌تنها وظایف کلیدی مربوط به نیمکره‌ی چپ را انجام می‌دهد، بلکه وظایف مربوط به «خود» را هم با میانه‌روی انجام می‌دهد. در یک مغز معمولی، هر نیمکره با فرستادن سیگنال‌های الکتریکی به نیمکره‌ی دیگر در جهت مطلع کردن همتایش از فعالیت‌های خود، به تصحیح رشد نیمکره‌ی دیگر کمک می‌کند، در نتیجه دو نیمکره در هماهنگی با هم اعمال خود را انجام می‌دهند؛ اما نیمکره‌ی راست مغز میشله باید بدون دریافت داده‌ها از نیمکره‌ی چپ نمو کرده و یاد بگیرد وظایف را به‌تنهایی انجام دهد و برای خود زندگی کند.
میشله دارای توانایی خارق‌العاده‌ای در زمینه‌ی محاسبات است -مهارت‌هایی نابغه‌گونه- که با سرعت برق آن‌را به کار می‌برد. همچنین او نیازهای خاص و ناتوانی‌هایی هم دارد؛ مثل این‌که به مسافرت علاقه ندارد و به‌راحتی در محیط‌های ناآشنا گم می‌شود. علاوه بر این او در درک مفاهیم انواعی خاص از افکار انتزاعی مشکل دارد؛ اما زندگی داخلی وی دارای تحرک و پویایی است، او مطالعه و عبادت می‌کند و عشق می‌ورزد. به‌جز زمان خستگی در بقیه‌ی موارد طبیعی صحبت می‌کند و عاشق کمدی‌های کرول برنت است. او اخبار بسکتبال را دنبال می‌کند و در انتخابات شرکت کرده، رأی می‌دهد. زندگی وی نشانگر این است که گاهی یک کل بیشتر از مجموع اجزایش است و این‌که داشتن نیمی از مغز به معنای نداشتن نیمی از ذهن نیست.

***

یکصدوچهل‌سال قبل پل بروکا با گفتن این مطلب که: «انسان با نیمکره‌ی سمت چپ مغز خود سخن می‌گوید» راه را برای ایده‌ی موضعی بودن مغز باز کرد. او بنیان‌گذار صرفاً نظریه‌ی موضعی بودن مغز نبود بلکه مبدع تئوری مرتبط با آن یعنی «جانبی بودن(۲۲۵)» نیمکره‌ها هم بود که تفاوت‌های بین نیمکره‌ی سمت چپ و راست را مورد تفحص قرار می‌داد. به این طریق نیمکره‌ی سمت چپ به‌عنوان حوزه‌ی گفتاری ما تعیین شد، جایی که در آن فعالیت‌های سمبلیکی مانند زبان و محاسبات عددی انجام می‌شد؛ نیمکره‌ی سمت راست مقر بسیاری از عملکردهای «غیر گفتاری» ما است مانند فعالیت‌های بصری-فضایی (مثل وقتی‌که به یک نقشه نگاه می‌کنیم و یا راهمان را در محیط پیدا می‌کنیم) و همین‌طور فعالیت‌هایی که بیشتر جنبه‌ی «تخیلی» و «هنری» دارند.
مورد میشله به ما یادآوری می‌کند که تا چه اندازه اساسی‌ترین عملکردهای مغز انسان را مورد چشم‌پوشی قرار می‌دهیم. هنگامی‌که وظایفی که در دو نیمکره باید انجام شوند برای ایفاء در یک نیمکره با هم به رقابت می‌پردازند، چه اتفاقاتی می‌افتد؟ اگر قرار باشد بعضی از این وظایف قربانی شوند، آن‌ها کدام‌یک هستند؟ برای زنده ماندن چه میزان از مغز را باید دارا باشیم؟ برای

هوش، درک احساس دیگران، ذائقه‌ی فردی، حالات معنوی و زیرکی به چه اندازه از مغز نیاز است؟ اگر ما می‌توانیم بدون داشتن نیمی از بافت‌های مغزی زنده بمانیم و زندگی کنیم، چرا آن نیم اضافه در سر ما قرار داده شده است؟ و بعد این سؤال که شبیه میشله بودن چگونه است؟
من در اتاق پذیرایی خانه‌ای هستم که خانواده‌ی میشله در آن زندگی می‌کنند؛ منزلی متوسط که در فالس چرچ ویرجینیا واقع شده و در حال نگاه کردن به فیلم امآرآی مغزی میشله که آناتومی مغز وی را نشان می‌دهد. در سمت راست من می‌توانم شکنج‌های خاکستری نیمکره‌ی طبیعی سمت راست او را ببینم. در سمت چپ به‌جز یک بافت مغزی خاکستری باریک که چون شبه‌جزیره‌ای سرکش در کاسه‌ی سر وی سر برآورده -بخش کوچکی از نیمکره‌ی چپ مغز وی که رشد کرده- تنها سیاهی پررنگی وجود دارد که نشان از تهی بودن آن منطقه دارد. میشله خودش هیچ‌گاه فیلم را ندیده است.
او این بخش تهی را «کیست» می‌نامد و وقتی‌که می‌گوید «کیست» و یا «کیست من» چنان به نظر می‌آید که تبدیل به یک ویژگی جسمی برای او شده است؛ ویژگی ترسناک یک فیلم داستانی علمی؛ و حقیقتاً نگاه کردن به فیلم مغزی او هم تجربه‌ای ترسناک است. هنگامی‌که به میشله نگاه می‌کنم و صورت، چشم‌ها و لبخند او را می‌بینم، فکری جز این برایم ایجاد نمی‌شود که در پس آن‌ها مغزی قرینه وجود دارد؛ اما اسکن مغزی گستاخی است که من را از این تصور بیرون می‌آورد.
وضعیت بدنی میشله نشانه‌هایی از نبود این نیمکره را به نمایش می‌گذارد. مچ دست راستش خمیده و کمی کج است، اما می‌تواند آن‌را به کار گیرد؛ با وجود این‌که در حالت طبیعی تمامی فرمان‌های در ارتباط با نیمه‌ی راست بدن توسط نیمکره‌ی چپ مغز صادر می‌شود. احتمالاً رشته‌ی بسیار نازک فیبرهای عصبی از نیمکره‌ی راست مغز وی به‌دست راست او نمو پیدا کرده است. دست چپش حالتی طبیعی دارد و او چپ‌دست است. وقتی‌که بلند می‌شود تا راه برود، می‌بینم که از یک بریس به‌عنوان تکیه‌گاهی برای پای راستش استفاده می‌کند.
موضعی بودن مغز می‌گوید که هر چه ما در طرف راست بدنمان می‌بینیم -«میدان بینایی سمت راستمان»- در نیمکره‌ی سمت چپ پردازش می‌شود؛ اما ازآنجاکه میشله دارای نیمکره‌ی چپ مغز نیست، در دیدن آنچه که در سمت راست بدنش روی می‌دهد مشکل داشته و به زبانی دیگر میدان بینایی سمت راست وی کور است. سابق بر این، برادر میشله با دانستن این نکته سعی می‌کرد که از طرف راست وی سیب‌زمینی‌های سرخ‌شده‌ی او را کش برود، اما میشله مچ او را می‌گرفت؛ زیرا کمبود حس بصری در وی با حس شنوایی فوق‌العاده قوی‌ای جبران شده است. حس شنوایی وی چنان قوی است که اگر والدینش در آشپزخانه با هم صحبت کنند، او که در طبقه‌ی بالا و در سمت دیگر خانه است آن‌را به‌خوبی می‌شنود. این‌گونه توانایی فوق‌العاده‌ی حس

شنوایی، که در میان نابینایان مطلق عمومیت دارد، نشان دیگری است برای این‌که مغز می‌تواند مطابق با وضعیت دگرگون شده خود را تغییر دهد؛ اما حساسیت فوق‌العاده‌ی شنوایی او برایش دردسرهایی هم دارد. هنگامی‌که در ترافیک گیر افتاده‌اند و اتومبیلی بوق می‌زند، او مجبور است دستانش را بر روی گوش‌هایش بگذارد، تا از آسیب دیدن حس شنوایی‌اش جلوگیری کند. هنگامی‌که به کلیسا می‌روند، به هنگام نواختن ارگ، میشله مجبور است به فضای بیرون از کلیسا فرار کند. تمرین اطفاء حریق در مدرسه به دلیل سروصدا و اغتشاش موجود در آن وی را به وحشت می‌اندازد.
او حساسیت فوق‌العاده‌ی بساوایی نیز دارد. هنگامی‌که لباس جدیدی برای میشله می‌خرند، کرول برچسب‌های لباس را می‌کند تا او را اذیت نکند. مثل این‌که مغز وی فیلتری ندارد تا توسط آن بتواند حساسیت زیاده از حد بساوایی وی را تعدیل کند؛ به همین علت این کرول است که کار «فیلتر» کردن را برای او انجام داده و به این وسیله از او محافظت می‌کند. نیمکره‌ی دوم میشله مادرش است.
کرول می‌گوید: «ما فکر کردیم که بچه‌دار نمی‌شویم، برای همین دو کودک را به فرزندخواندگی قبول کردیم» که بیل و شارون برادر و خواهر بزرگ‌تر از میشله هستند؛ اما چنان‌که در اغلب اوقات اتفاق می‌افتد، بعد از پذیرش این دو کودک کرول دریافت که باردار است، یک پسر به اسم استیو که سالم به دنیا آمد. کرول و همسرش والی بچه‌های بیشتری می‌خواستند، اما باز مشکلاتی در بارداری‌اش به‌وجود آمد.
یک‌روز کرول که در نتیجه‌ی دل به هم خوردگی صبحگاهی احساس بیماری می‌کرد، تست حاملگی را انجام داد، اما جواب منفی بود. او که در مورد جواب تست شک داشت، تست‌های دوباره‌ای انجام داد و هر بار جوابی عجیب دریافت می‌کرد. اگر نوار تست در عرض دو دقیقه تغییر رنگ بدهد به معنای بارداری است. جواب هریک از آزمایش‌های کرول تا دو دقیقه و ده ثانیه منفی بود و بعد مثبت می‌شد.
در همان زمان متناوباً کرول دچار خونریزی می‌شد و یا لکه‌های خون می‌دید. او به‌من می‌گوید: «من سه هفته بعد از انجام تست بارداری به دکتر مراجعه کردم و دکتر به‌من گفت ‘من اهمیتی به جواب تست‌ها نمی‌دهم، تو سه‌ماهه بارداری’ در آن موقع ما هیچ نظری درباره‌ی این نتایج عجیب‌وغریب نداشتیم، اما حالا چنین به نظرم می‌آید که به‌خاطر آسیب‌هایی که میشله در رحم من متحمل آن‌ها شده بود، بدن من در پی سقط جنین بود اما این اتفاق نیفتاد».
میشله می‌گوید: «خدا را شکر که اتفاق نیفتاد»! و کرول می‌گوید: «خدا را شکر که تو سالمی».
میشله در نهم نوامبر سال ۱۹۷۳ به دنیا آمد. اولین روزهای تولد او برای کرول در سردرگمی گذشت. اولین روزی که آن‌ها کرول را از بیمارستان به خانه آوردند مقارن شد با سکته‌ی مغزی مادر کرول که با آن‌ها زندگی می‌کرد. آشوب بر

خانه حکم‌فرما بود.
با گذشت زمان، کرول متوجه مشکلاتی شد. وزن میشله افزایش نمی‌یافت. او فعالیتی نداشت و به‌ندرت گریه می‌کرد. ظاهراً رد اشیاء در حال حرکت را با چشمانش تعقیب نمی‌کرد. این بود که سر زدن بی‌پایان کرول به دکترهای مختلف آغاز شد. اولین نشانه‌های اینکه احتمالاً پای آسیب مغزی در میان است در شش‌ماهگی کرول به میان آمد. با این فکر که میشله مشکلی در ماهیچه‌های چشمانش دارد، کرول وی را پیش یک دکتر متخصص بینایی برد. دکتر دریافت که هر دو عصب بینایی وی دچار آسیب شده‌اند و تصاویری که منتقل می‌کنند بسیار رنگ‌پریده است، گو این‌که مثل نابینایان کاملاً سفید نیست. او به کرول گفت که بینایی میشله هیچ‌گاه به‌حالت طبیعی برنمی‌گردد. عینک هم کمکی نمی‌کند چون این اعصاب بینایی وی هستند که دچار آسیب شده‌اند و نه عدسی چشمانش. یأس‌آورتر از آن نشانه‌هایی از وجود یک مشکل جدی در مغز میشله بود که باعث تحلیل رفتن اعصاب بینایی وی شده بود.
تقریباً در همان زمان بود که کرول متوجه شد میشله برنمی‌گردد و دست راست وی دچار گرفتگی است. آزمایش‌هایی که انجام شد نشان‌دهنده‌ی این امر بودند که وی «نیم‌فلج» است؛ به این معنا که قسمتی از نیمه‌ی راست بدن وی فلج است. دست راست غیرطبیعی او مانند دست کسانی بود که دچار سکته مغزی در نیمکره‌ی سمت چپ مغزشان شده‌اند. بیشتر نوزادان در حدود هفت‌ماهگی شروع به خزیدن می‌کنند، اما در این سن میشله بر روی باسن می‌نشست، با دست سالمش اشیاء روی زمین را می‌گرفت و خود را به اطراف می‌کشید.
گرچه نمی‌شد او را در یک طبقه‌بندی خاص از بیماری قرار داد، اما پزشکان سندرم بیر(۲۲۶) را برای او تشخیص دادند تا بتواند از مراقبت‌های پزشکی و کمک‌های مخصوص افراد ناتوان استفاده کند. در حقیقت بعضی از نشانه‌ها در وی با سندرم بیر مطابقت داشت: تحلیل رفتن بینایی و ناهماهنگی که زمینه‌ای عصبی دارد؛ اما کرول و والی می‌دانستند تشخیصی که پزشکان در مورد میشله داده‌اند، چیز بیهوده‌ای است؛ زیرا سندرم بیر شرایط ژنتیکی نادری را می‌طلبد که در شجره‌ی خانوادگی هیچ‌یک از آنان وجود نداشت. در سه‌سالگی میشله به مرکزی فرستاده شد که اختلالات دماغی را درمان می‌کرد، درحالی‌که وجود چنین اختلالاتی هم در وی تشخیص داده نشده بود.
هنگامی‌که میشله نوزادی بیش نبود، به‌تازگی توموگرافی کامپیوتری محوری(۲۲۷) برای مصارف پزشکی مورد استفاده قرار گرفته بود. این دستگاه پیچیده‌ی عکس‌برداری اشعه‌ی ایکس، تعداد متشابهی عکس در مقاطع عرضی از سر می‌گرفت و تصاویر را بر روی یک کامپیوتر منتقل می‌کرد. استخوان‌ها به رنگ سفید، بافت‌های مغزی به رنگ خاکستری و حفره‌های بدن به رنگ سیاه ظاهر می‌شدند. هنگامی‌که میشله شش‌ماهه بود با این دستگاه

از سر وی عکس‌برداری کردند، اما وضوح اسکن‌های اولیه در حد پایینی بود؛ به همین دلیل مغز او تنها به‌صورت توده‌ی خمیری خاکستری‌رنگی ظاهر شد که پزشکان قادر نبودند از روی آن به نتیجه‌ای برسند.
این نظر پزشکان که میشله هیچ‌گاه نمی‌تواند درست ببیند، کرول را ویران کرده بود. بعد یک‌روز والی داشت در اتاق پذیرایی به این‌سو و آن‌سو می‌رفت و کرول داشت به میشله صبحانه می‌داد که متوجه شد میشله دارد جابجایی پدر را با چشمانش تعقیب می‌کند.
کرول می‌گوید: «من آن‌قدر به هیجان آمده بودم که بشقاب برشتوک را به هوا پرتاب کردم، زیرا معنای آن این بود که میشله به‌کلی نابینا نیست و این‌که تا حدی می‌بیند».
چند هفته‌ی بعد هنگامی‌که کرول می‌خواست با میشله در ایوان بنشیند یک موتورسیکلت از خیابان رد شد و کرول متوجه شد که میشله مسیر موتورسوار را با چشمانش تعقیب کرد.
بعد یک‌روز، وقتی‌که میشله یک‌ساله شده بود، گره دست راستش را که همیشه نزدیک به قلبش بود از هم باز کرد.
در دوسالگی بود که علاقه‌ی این دختر که به‌ندرت صحبت می‌کرد، معطوف به زبان شد.
والی می‌گوید: «همین‌که به خانه می‌رسیدم میشله می‌گفت، ‘الف، ب، پ’!، ‘ الف، ب، پ’!. او میشله را روی پاهایش می‌نشاند و میشله انگشتش را بر روی دهان او می‌گذاشت تا لرزش اصوات را در هنگام صحبت کردن او احساس کند». دکترها به کرول گفته بودند که میشله در یادگیری دچار ناتوانی نیست و حقیقت این بود که ظاهراً وی هوش طبیعی داشت.
اما او دوساله شده بود و هنوز نمی‌توانست بر روی زمین بخزد. والی که می‌دانست میشله عاشق موسیقی است برای او آهنگی که دوست داشت را پخش می‌کرد. با به پایان رسیدن آهنگ میشله هق‌هق گریه را سر می‌داد و آن‌را دوباره می‌خواست. بعد والی از او می‌خواست بر روی زمین بخزد و تا کنار ضبط صوت بیاید تا او آهنگ مورد علاقه‌اش را برایش پخش کند. الگوی کلی یادگیری در میشله مشخص می‌شد؛ تأخیر جدی در رشد. این گفته‌ی پزشکان به والدین میشله بود تا با وضعیت او خو بگیرند و پس از مدتی به طریقی میشله خود را از وضعیتی که در آن بود بیرون می‌کشید و کمی پیشرفت می‌کرد. این باعث امیدواری بیشتر کرول و والی شد.
در سال ۱۹۷۷ کرول فرزند سوم خود، جف، برادر میشله را باردار شد. یکی از پزشکان او را قانع کرد تا یک‌بار دیگر از سر میشله عکس‌برداری کند. او به کرول گفت این عکس‌برداری به نفع فرزندی است که هنوز متولد نشده، زیرا مشخص می‌کند چه بلایی در رحم بر سر میشله آمده و به‌این‌ترتیب می‌توان جلوی تکرار آن‌را گرفت.
در آن زمان وضوح کَت اسکن‌های تا میزان زیادی افزایش پیدا کرده بود. وقتی‌که

اسکن مغزی را به‌دست کرول دادند و او به آن نگاه کرد، «آنچه که در عکس‌ها معلوم بود چیزی مثل شب و روز بود، مغزی که بود و درعین‌حال نبود». او شوکه شده بود. کرول به‌من می‌گوید: «اگر آن‌ها همین عکس‌ها را موقعی که برای اولین بار در شش‌ماهگی از سر میشله عکس‌برداری کردیم به‌من نشان داده بودند، فکر نمی‌کنم می‌توانستم از پس آن برآیم»؛ اما حالا که میشله سه‌سال‌ونیم داشت و نشان داده بود که مغزش می‌تواند تغییر کرده و خود را تطبیق دهد برای کرول مایه‌ی امیدواری وجود داشت.

***

میشله می‌داند که محققان انستیتو ملی سلامت به سرپرستی دکتر جردن گرافمن([۲۲۸]) در حال تحقیق بر روی او هستند. کرول، میشله را به این مرکز آورد، زیرا قبل از آن وی در یکی از نشریات مقاله‌ای را درباره‌ی پلاستیسیتی اعصاب خوانده بود که در آن دکتر گرافمن بر روی بسیاری از چیزهایی که درباره‌ی مشکلات مغزی به او گفته شده بود، خط بطلان کشیده بود. گرافمن در مقاله گفته بود که با ارائه‌ی کمک‌هایی، مغز اغلب قادر است در طول زندگی خود را تغییر و تطبیق دهد، حتی درصورتی‌که دچار آسیب شده باشد. پزشکان به کرول گفته بودند که میشله فقط تا دوازده‌سالگی رشد و نمو مغزی خواهد داشت، اما اکنون او تقریباً بیست‌وپنج‌ساله بود و این روند هنوز در وی ادامه داشت. اگر سخنان دکتر گرافمن درست باشد، میشله سال‌های زیادی را از دست داده که در طی آن‌ها می‌شد درمان‌های دیگری را بر روی او انجام داد. این سخن در کرول حس گناه و البته درعین‌حال امیدواری را به‌وجود می‌آورد.

یکی از چیزهایی که کرول و دکتر گرافمن با همکاری هم آن‌را بر روی میشله اعمال می‌کنند، کمک به او برای بهتر فهمیدن شرایط بدنی و بهتر کنترل کردن احساسات خود است.

میشله به نحو آرامش‌بخشی نسبت به احساسات خود صادق است، او می‌گوید: «از خیلی سال پیش، از آن وقتی‌که بچه بودم هر وقت نمی‌توانستم راه خودم را بروم، عصبانی می‌شدم. سال گذشته من از دست کسانی مکدر بودم که همیشه فکر می‌کنند من باید روش مخصوص به‌خودم داشته باشم چون در غیر این‌صورت کیست من مسلط خواهد شد». در انتها اضافه می‌کند: «از سال گذشته سعی من این بوده که به والدینم بگویم که کیست من می‌تواند باعث تغییرات شود».

او توضیحات دکتر گرافمن را تکرار می‌کند که نیمکره‌ی سمت راست وی اکنون فعالیت‌های مربوط به نیمکره‌ی چپ مغز را انجام می‌دهد؛ فعالیت‌هایی مانند صحبت کردن، خواندن و ریاضیات را؛ اما او گاهی از کیست چنان صحبت می‌کند مثل این‌که دارای موجودیت است، مثل غریبه‌ای هویت‌دار که دارای خواسته‌ای است و نه یک فضای تهی که در کاسه‌ی سر وی قرار دارد؛ جایی که قرار بوده نیمکره‌ی چپ مغز وی در آن باشد. تناقض موجود در گفتار او، نشان‌دهنده‌ی دو تمایل فکری در وی است: در عین این‌که وی حافظه‌ی بسیار خوبی برای

به‌خاطر سپردن جزییات محسوس دارد، اما در مورد افکار انتزاعی با مشکل مواجه است. حسی بودن دارای فوایدی نیز هست. میشله کلمات را بسیار خوب هجی می‌کند و می‌تواند ترتیب حروف در یک ورق نوشته را به‌خوبی به‌خاطر بسپارد. دلیل این است که وی هم مانند بسیاری دیگر از افراد حسی می‌تواند وقایع را در حافظه‌اش ثبت کرده و آن‌ها را به همان تازگی و شفافیتی که بار اول با آن‌ها روبرو شده، حفظ کند؛ اما برای او فهمیدن داستانی که در خود فضیلتی اخلاقی دارد و یا دارای موضوع و یا نکته‌ای است که به‌روشنی بیان نشده، سخت است؛ زیرا دارای مفاهیم انتزاعی است. در طول گفتگو من بارها و بارها به مواردی برخوردم که در آن میشله نشانه‌ها را به‌درستی توجیه می‌کرد. در هنگام صحبت کرول درباره‌ی این موضوع که تا چه اندازه دومین اسکن مغزی میشله با جای خالی نیمکره‌ی چپ او را شوکه کرده، من صدایی شنیدم. میشله که داشت به حرف‌های مادرش گوش می‌کرد شروع به مکیدن و فوت کردن در شیشه‌ای کرده بود که داشت از آن چیزی می‌نوشید.
کرول از او پرسید: «چه‌کار می‌کنی»؟
میشله جواب داد: «اوه، خُب من دارم احساساتم را توی شیشه می‌فرستم».
ظاهراً فکر او این بود که می‌تواند احساساتش را جدی‌جدی به داخل شیشه براند.
من از میشله پرسیدم که آیا توصیف مادرش از اسکن مغزی غم‌انگیز بود؟
«نه نه نه؛ مهم این است که این حرف گفته شده و من هنوز طرف راستم را در کنترل دارم»؛ که مثالی است از این باور در میشله که هر وقت غمگین می‌شود، این «کیست» اوست که کنترل همه‌چیز را در دست می‌گیرد.
در مواقعی او از کلماتی استفاده می‌کند که مفهومی ندارند، استفاده از این کلمات به‌منظور برقراری ارتباط با دیگران نیست، بلکه بیشتر برای تخلیه‌ی احساسات درونی وی است. او به‌صورت گذرا خاطرنشان می‌کند که عاشق حل جدول و جستجو برای کلمات است و این‌کار را حتی در حین تماشای تلویزیون انجام می‌دهد.
از او می‌پرسم: «آیا این‌کار را برای این انجام می‌دهی که محدوده‌ی واژگانت را افزایش دهی»؟
او جواب داد: «در حقیقت - زنبورهای کاری! زنبورهای کاری!- من این‌کار را در زمان دیدن نمایش‌های کمدی انجام می‌دهم برای این‌که ذهنم خسته نشود».
او عبارت «زنبورهای کاری»! را بلند و با لحنی آهنگین می‌گوید. از او می‌خواهم درباره‌ی این عبارت توضیح دهد.
میشله جواب داد: «گفتن چیزی نامفهوم، وقتی... وقتی... وقتی... وقتی... وقتی کسی سؤالی می‌کند که باعث ناامیدی در من می‌شود».
او در هنگام انتخاب کلمات نه به مفاهیم انتزاعی، بلکه به کیفیت فیزیکی و نوای آهنگین مشابه آن‌ها توجه دارد؛ که این‌هم نشانه‌ای است بر حسی بودن او. یک‌بار وقتی‌که باعجله در حال پیاده شدن از اتومبیل بود با صدای بلند شروع

به خواندن کرد، «یابخت در ماتحت شما»! او اغلب در رستوران‌ها با صدای بلند عبارات احساسی خود را می‌خواند و مردم را متوجه خود می‌کند. قبل از این‌که شروع به آوازه‌خوانی کند، گاهی به هنگام ناامیدی چنان فک خود را به هم فشار می‌داد که یک‌بار باعث شد دو دندان جلویش بشکند، بعد به همین ترتیب چندین بار بریجی که به‌جای دو دندان گذاشته شده بود، شکست. آوازه‌خوانی به طریقی به او کمک کرد تا این عادت زننده را ترک کند. از او پرسیدم که آیا خواندن این کلمات نامفهوم باعث تسکین او می‌شود.
او با آواز می‌خواند: «چشمانت را می‌شناسم»! «وقتی‌که آواز می‌خوانم سمت راستم، کیستم را کنترل می‌کند».
من با اصرار می‌پرسم: «آیا تو را تسکین می‌دهد»؟
او جواب داد: «فکر کنم، بله».
این کلمات نامفهوم کیفیتی بامزه دارند، مثل این‌که او بخواهد با استفاده از چنین کلمات بامزه‌ای، کسی را از رخوت درآورد؛ اما نوعاً وی هنگامی از این کلمات استفاده می‌کند که احساس کند ذهنش او را یاری نمی‌کند و خودش دلیل آن‌را نداند.
او می‌گوید: «طرف راست من، بعضی کارهایی را انجام نمی‌دهد که طرف راست دیگر مردم برایشان انجام می‌دهد. من می‌توانم درباره‌ی چیزهای ساده تصمیم بگیرم، اما نه تصمیم‌هایی که نیاز به تفکر ذهنی زیاد دارند».
این دلیلی است بر این‌که چرا وی عاشق انجام فعالیت‌های تکراری است که انجام آن‌ها ممکن است دیگران را عاصی کند؛ کاری مانند وارد کردن اطلاعات در کامپیوتر. او در حال حاضر در حال وارد کردن و حفظ سیاهه‌ی اطلاعات در مورد پنج هزار ساکن بخشی است که پیرو کلیسایی هستند که مادرش در آن کار می‌کند. او یکی از تفریحات محبوبش، که برای وقت‌گذرانی از آن استفاده می‌کند، را در کامپیوترش به‌من نشان می‌دهد؛ نوعی بازی کارتی تک‌نفره. درحالی‌که مشغول تماشای او هستم تعجب می‌کنم که چقدر سریع این بازی را انجام می‌دهد. در انجام این بازی که به هیچ ارزیابی «ذهنی» نیاز ندارد کاملاً قاطع است.
او با خوشحالی جیغ می‌کشد: «اوه، اوه، نگاه کن، اوه، اوه، اینجا رو ببین» و درحالی‌که نام کارت‌ها را به صدای بلند می‌گوید، آن‌ها را روی صفحه می‌آورد و بعد با صدای بلند شروع به خواندن آواز می‌کند. من پی می‌برم که او کل دسته‌ی کارت را در ذهنش دارد. همچنین موقعیت و هویت کارت‌هایی که دیده را می‌داند؛ چه کارت‌هایی که در حال حاضر چرخیده‌اند و چه آن‌ها که نچرخیده‌اند.
فعالیت تکراری دیگری که او از انجام آن لذت می‌برد تازدن برگه‌هاست. هر هفته با لبخندی که بر لبانش نقش بسته، با استفاده از صرفاً یک دست خود، به‌سرعت برق و باد و فقط در عرض نیم‌ساعت هزار برگ آگهی کلیسا را تا می‌زند.

شاید بتوان گفت مشکل مفاهیم انتزاعی، گران‌ترین بهایی است که او برای این نیمکره‌ی سمت راست بسیار پُرکارش پرداخت کرده است. برای این‌که بهتر به توانایی او در مورد درک مفاهیم انتزاعی پی ببرم از او می‌خواهم که مفهوم چند ضرب‌المثل را برای من توضیح دهد.
معنی «بر روغن ریخته شده نباید افسوس خورد» چیست؟
-«معنی‌اش این است که وقت خود را به نگرانی در مورد چیزی صرف نکن»
از او خواستم بیشتر توضیح دهد، امیدوار بودم شاید چیزی دراین‌باره بگوید که تمرکز بر روی بدشانسی‌هایی که درباره‌ی آن‌ها نمی‌توان کاری کرد، عملی عبث و بیهوده است.
او شروع کرد به نفس‌های عمیق کشیدن و با صدای غمگینی آواز خواندن، «مهمانی، مهمانی را دوست ندارم، اُ اُ اُ اُ».
سپس گفت که یک عبارت نمادین دراین‌باره بلد است: «آش کشک خاله‌ته بخوری پاته، نخوری پاته». گفت که معنی‌اش این است که «دنیا همین است و کاریش هم نمی‌توان کرد».
بعد از او خواستم که معنی ضرب‌المثل دیگری را بگوید که تابه‌حال به گوشش نخورده بود: «آنچه که برای خود نمی‌پسندی، برای دیگران هم مپسند».
دوباره شروع کرد به کشیدن نفس‌های عمیق.
چون میشله به کلیسا می‌رفت، برای کمک به او درباره‌ی این گفته‌ی مسیح پرسیدم که می‌گوید: «بگذار اولین فردی که به عمرش گناه نکرده، اولین سنگ را پرتاب کند» و داستانی که او در آن این سخن را گفته برایش یادآوری کردم.
آه و نفس عمیقی کشید. «من به دنبال نخودهای تو می‌گردم! درباره‌ی این یکی واقعاً باید فکر کنم».
بعد شروع کردم به پرسش از او درباره‌ی شباهت‌ها و تفاوت‌های بین اشیاء؛ آزمونی انتزاعی که به‌اندازه‌ی معنی کردن ضرب‌المثل‌ها و تمثیل‌ها که دربردارنده‌ی رشته‌ی درازتری از نمادها هستند چالش‌برانگیز نیست. شباهت‌ها و تفاوت‌ها ارتباط نزدیک‌تری با بیان جزییات دارد.
در این بخش او بسیار سریع‌تر از بسیاری افراد عمل می‌کرد. چه شباهتی بین صندلی و اسب وجود دارد؟ بدون یک‌لحظه مکث جواب داد: «هر دو آن‌ها چهارپا و پایه دارند و می‌توان روی آن‌ها نشست». «و تفاوت آن‌ها»؟ «اسب زنده است اما صندلی نیست و اسب به اختیار خود حرکت می‌کند». من چند سؤال دیگر در این مورد پرسیدم و او همه‌ی آن‌ها را به‌صورت کامل و به‌سرعت برق پاسخ داد.
این‌بار آوازهای نامفهوم را نخواند. من به او چند مسئله‌ی حساب و حافظه دادم و به آن‌ها هم به‌طور کامل جواب داد و بعد برایم تعریف کرد که حل مسائل حساب در مدرسه برایش خیلی آسان بوده و آن‌قدر خوب درباره‌ی آن‌ها عمل می‌کرده که او را از کلاس آموزشی مخصوص بیرون آورده و در کلاس آموزش معمولی قرار داده‌اند؛ اما در کلاس هشتم وقتی آموزش درس جبر شروع شد، که درسی بیشتر انتزاعی است، او در فهم آن با مشکل مواجه شده است.

همین مورد درباره‌ی درس تاریخ هم پیش آمده؛ در ابتدا در این درس درخشیده، اما وقتی‌که در پایه‌ی هشتم مفاهیم تاریخی تدریس شده، در درک آن‌ها با مشکل مواجه شده است. به‌این‌ترتیب تصویری متناقض از ذهن او به‌دست آمد: حافظه‌ی او در ثبت جزییات عالی عمل می‌کرد، در مقابل افکار انتزاعی برای وی چالش‌برانگیز بودند.

***

کم‌کم این تصور در من شکل می‌گرفت که میشله نابغه‌ای است که دارای توانایی‌های ذهنی فوق‌العاده‌ای است. در خلال گفتگو او چندین بار به‌عنوان کمک و نه برای جلب توجه، با اطمینان و دقتی استثنایی گفته‌های مادرش در مورد تاریخ وقوع یک اتفاق خاص را تصحیح کرد. مادرش درباره‌ی سفری به ایرلند صحبت می‌کرد و از میشله پرسید که زمان آنچه وقت بوده است.

میشله بدون درنگ پاسخ داد: «ماه می سال ۸۷».

از او پرسیدم چطور این‌کار را انجام می‌دهد. «من بیشتر چیزها را به یاد می‌آورم... به نظرم می‌آید که این خاطره شفاف‌تر از دیگران است یا چیزی مثل این». او گفت که خاطرات شفافش به هجده‌سال قبل بازمی‌گردد، یعنی به نیمه‌ی دهه‌ی ۱۹۸۰ میلادی. از او بپرسیدم که آیا مثل بسیاری از نوابغ برای به‌خاطر سپردن تاریخ‌ها از فرمول و یا قاعده‌ی خاصی استفاده می‌کند. او گفت که معمولاً بدون محاسبه آن روز و آن واقعه را به‌خاطر می‌آورد، اما این‌را هم می‌داند که گاه‌شماری به مدت شش‌سال یک الگو را دنبال می‌کند و پس‌ازآن یک الگوی پنج‌ساله می‌شود و محاسبه بستگی به این دارد که آن‌سال کبیسه چه موقعی باشد. «مثلاً امروز چهارشنبه چهارم ژوئن است. شش‌سال پیش هم چهارم ژوئن یک‌روز چهارشنبه بود».

من سؤال می‌کنم: «آیا قوانین دیگری هم وجود دارد؟ سه‌سال قبل چهارم ژوئن چندشنبه بود»؟

«آن موقع یکشنبه بود».

می‌پرسم: «آیا تو از قانونی در این مورد استفاده می‌کنی»؟

«نه استفاده نمی‌کنم، من فقط از حافظه‌ام در این مورد استفاده می‌کنم».

من که حیرت‌زده شده بودم از او پرسیدم که آیا تاکنون هیچ‌وقت گاه‌شماری برایش جذابیت داشته است. با صدای یکنواختی پاسخ داد، نه. از او پرسیدم که آیا از به‌خاطر سپردن وقایع لذت می‌برد.

«این کاری هست که من فقط آن‌را انجام می‌دهم».

من به‌سرعت برق شروع به پرسیدن چند تاریخ از او کردم با این امید که بعد آن‌ها را در تقویم بیابم.

«دوم مارس ۱۹۸۵»؟

«آن روز شنبه بود». پاسخ او بدون درنگ و صحیح بود.

«هفدهم جولای ۱۹۸۵»؟

«چهارشنبه»، جوابی بلافاصله و درست. به نظرم آمد که فکر کردن درباره‌ی یک

تاریخ تصادفی و سؤال مطرح کردن درباره‌ی آن برای من سخت‌تر است تا جواب دادن برای او.
او گفت که می‌تواند بدون استفاده از فرمول خاصی روزهای زندگی‌اش را تا نیمه‌ی دهه‌ی ۱۹۸۰ میلادی به یاد آورد، به همین علت من سعی کردم گذشته و خاطرات او را به‌پیش بکشم و از او پرسیدم که ۲۲ آگوست سال ۱۹۸۳ چه روزی از هفته می‌شد.
این‌بار او سی‌ثانیه مکث کرد و به‌جای به‌خاطر آوردن، شروع به محاسبه کردن و نجوا با خود شد
-«۲۲ آگوست ۱۹۸۳، خوب، آن روز سه‌شنبه بود».
-«به یادآوردن آن سخت‌تربود، چرا»؟
-«چون من با حافظه‌ام فقط می‌توانم تا پاییز ۱۹۸۴ به عقب برگردم. این تاریخی است که از آن به بعد همه‌ی وقایع را به‌خوبی به یاد می‌آورم». میشله در توضیح می‌گوید که او خاطره‌ای شفاف از هر روز و اتفاقات آن، در دوره‌ای دارد که به مدرسه می‌رفت و اینکه از این روزها و خاطرات آن به‌عنوان گاه‌شمار استفاده می‌کند.
«ماه آگوست سال ۱۹۸۵ در یک پنج‌شنبه آغاز شد، بنابراین کاری که من کردم این بود که دوسال به عقب برگردم. آگوست سال ۸۴ در یک چهارشنبه آغاز شد».
بعد اضافه می‌کند: «گند زدم». می‌خندد و می‌گوید: «من گفتم که ۲۲ آگوست سال ۱۹۸۳ سه‌شنبه بوده، اما درستش این است که دوشنبه بوده». من چیزی که او می‌گفت را بررسی کردم و دیدم درست می‌گوید.
سرعت محاسبه‌ی او خیره‌کننده بود، اما این طریقه‌ی شفاف که توسط آن او می‌توانست تمامی وقایع هجده‌ساله‌ی اخیر را به‌خاطر آورد چیزی شگفت‌انگیزتر بود.
بعضی‌اوقات نابغه‌ها برای ارائه‌ی خاطرات و تجارب خود از روش‌هایی غیرمعمول استفاده می‌کنند. روانشناس روسی آلکساندر لوریا بر روی هنرمندی کار می‌کرد که دارای حافظه‌ی الگویی استثنایی بود. نام این هنرمند اس. بود. او می‌توانست ردیف‌های متوالی از ارقام تصادفی که به وی داده می‌شد را حفظ کند و از این طریق زندگی‌اش را تأمین می‌کرد. اس. از زمان کودکی دارای حافظه‌ای تصویری بود و البته جابجایی احساسی نیز داشت و همین حس‌های خاصی که معمولاً با هم ارتباطی ندارند در وی به «هم سیم‌پیچی» شده بودند.
افرادی که شدیداً دچار جابجایی احساسی هستند می‌توانند مفاهیم را به‌صورت حسی درک کنند، مثلاً این‌که روزهای هفته از نظر این افراد ممکن است رنگ داشته باشد که به آن‌ها کمک می‌کند خاصه خاطرات و تجربیاتشان را به‌صورت شفاف در ذهن داشته باشند. اس. اعداد را با رنگ‌های مختلف می‌دید و مانند میشله غالباً نمی‌توانست مفاهیم اصلی را دریابد.
من به میشله می‌گویم: «افراد استثنایی هستند که وقتی یک‌روز هفته را در

ذهن خود تصور می‌کنند، آن‌را به یک رنگ خاص می‌بینند؛ که باعث می‌شود به‌طور شفاف در ذهنشان بماند. در نظر آن‌ها ممکن است چهارشنبه به رنگ قرمز، پنج‌شنبه به رنگ آبی، جمعه به رنگ سیاه و...»
می‌گوید: «اُه، اُه». من پرسیدم که آیا او هم دارای چنین توانایی هست. «نه آن‌طوری که شما می‌گویید و به شکل یک کد رنگی». او برای روزهای هفته صحنه‌های خاصی را در ذهن داشت. «دوشنبه تصویر کلاس درسم در مرکز پرورش کودکان را در نظرم می‌آورد. کلمه‌ی «سلام» تصویر آن اتاق کوچکی که در سمت راست آزمایشگاه بله ویلارد واقع شده را به نظر من می‌آورد».
کرول هیجان‌زده می‌گوید: «یا مسیح». بعد برایم توضیح داد که از چهارده‌ماهگی تا دوسال و ده‌ماهگی میشله را به بله ویلارد می‌برده که یک مرکز آموزشی خاص است.
من تمام روزهای هفته را با او مرور کردم. هر یک از آن‌ها ضمیمه‌ی یک صحنه بود؛ شنبه. او توضیح داد که شنبه را به شکل یک چرخ‌وفلک با نوری سبز در پایین و زرد در بالا، به همراه سوراخ‌هایی در آن می‌بیند، چرخ‌وفلکی که در نزدیکی محل سکونت آن‌ها قرار دارد. شنبه به این صحنه متصل است. او یکشنبه را به‌صورت صحنه‌ای آفتابی می‌بیند. جمعه، «نمایی از فر کلوچه‌پزی که در آشپزخانه‌ی قدیمی‌مان بود» که او آخرین بار آن‌را حدود هجده‌سال قبل، قبل از تغییر دکوراسیون آشپزخانه دیده است.

***

جردن گرافمن دانشمند و محققی است که سعی دارد بفهمد مغز میشله چگونه کار می‌کند. پس‌ازاینکه کرول مقاله‌ی گرافمن درباره‌ی پلاستیسیتی را می‌خواند با او تماس می‌گیرد. گرافمن به او می‌گوید که می‌تواند میشله را برای ملاقاتی به نزد او ببرد. از آن موقع میشله برای انجام آزمایش‌های گوناگون آنجا می‌رود و گرافمن از یافته‌های خود برای کمک به وی در جهت وفق پیدا کردن با وضعیت خود و برای درک بهتر از چگونگی رشد مغزی وی استفاده می‌کند.
گرافمن لبخندی گرم، صدایی آهنگین و موهایی روشن دارد و قدوقواره‌ی شش فوتی و عریضش که پوششی سفید بر تن دارد؛ دفتر کوچک وی واقع در انستیتو ملی سلامت که لبالب پر از کتاب است را پر کرده است. او رئیس بخش علوم عصبی‌شناختی در انستیتو اختلالات عصبی و سکته‌ی مغزی است. علاقه‌ی او به دو چیز معطوف است: ادراک لوب‌های پیشانی و نوروپلاستیسیتی؛ گرفتن این دو موضوع در کنار هم کمک کرده تا او بتواند درباره‌ی نقاط قوت غیرمعمول در میشله و همین‌طور مشکلات شناختی وی توضیحاتی ارائه کند.
گرافمن به مدت بیست‌سال با عنوان کاپیتان نیروی هوایی ایالات متحده، در یگان علوم زیست‌پزشکی خدمت می‌کرد. او به‌خاطر خدماتش به‌عنوان رئیس بخش تحقیقات آسیب‌های وارده به سر در جنگ ویتنام مدال نظامی لیاقت دریافت کرد. شاید بتوان گفت که او بیش از هرکس دیگر در دنیا اشخاصی را دیده که دچار جراحت لوب پیشانی شده‌اند.
زندگی خود او نیز داستانی مهیج از دگرگونی است. هنگامی‌که جردن در مدرسه‌ی ابتدایی بود، پدرش دچار سکته‌ی مغزی بسیار ویرانگری شد که نوعی صدمه‌ی مغزی در وی به بار آورد؛ صدمه‌ی مغزی که پزشکان در آن موقع درباره‌ی آن چیز زیادی نمی‌دانستند. این صدمه مغزی باعث تغییر شخصیت پدر وی شد. او دچار فوران‌های احساسی می‌شد، چیزی که در نورولوژی با حسن تعبیر به آن «مهارگسیختگی اجتماعی(۲۲۹)» می‌گویند؛ به‌معنای آزادسازی غرایز جنسی و تهاجمی که در شرایط معمول نهی و یا سرکوب می‌شود. علاوه بر این ظاهراً او متوجه نکات اصلی سخنان کسانی که با وی صحبت می‌کردند، نمی‌شد. جردن نمی‌توانست دلیل رفتار پدرش را بفهمد. مادر جردن از پدرش طلاق گرفت و پدر بقیه‌ی عمر خود را در یک هتل موقت در شیکاگو گذراند؛ جایی که بالاخره به‌علت سکته‌ی مغزی دوم در تنهایی، در کوچه‌پس‌کوچه‌های آن درگذشت.
جردن که این حادثه قلبش را به درد آورده بود، دیگر به مدرسه نرفت و تبدیل به یک نوجوان بزهکار شد. بااین‌وجود او هنوز به دنبال چیزی بیشتر بود. به همین دلیل صبح‌ها در کتابخانه‌های عمومی حاضر می‌شد و کتاب می‌خواند. در فرآیند این مطالعات بود که داستایوسکی و دیگر داستان‌نویسان بزرگ را کشف کرد. بعدازظهرها به دیدن انستیتو هنر می‌رفت، تا این‌که دریافت آنجا مکانی است

برای همجنس‌بازانی که به دنبال پسرهای جوان هستند. شب‌های او در کلوب جاز اُلد تاون و یا کلوب‌های بلوز می‌گذشت. در خیابان‌ها او آموزش‌های واقعی روانشناسی می‌دید و با استفاده از ابزار آزمون‌وخطا درمی‌یافت چه عواملی باعث سر زدن اعمالی خاص از مردم می‌شود. برای اجتناب از فرستاده شدن به دارالتأدیب سنت چارلز، که زندانی برای کودکان زیر شانزده‌سال بود، او چهارسال از عمر خود را در یک کانون اصلاح پسران گذراند و در آنجا تحت تعلیم گروه‌های آموزش‌دیده برای درمان‌های روانی قرار گرفت. گذراندن این دوره‌ها باعث نجات او شد و «مرا برای گذران بقیه‌ی عمرم آماده کرد». او تحصیل خود در دبیرستان را به پایان رسانید و از خاطرات تیره و غمناک شیکاگو به هزار رنگ کالیفرنیا گریخت. در کالیفرنیا با دیدن دره‌ی یوسمیت عاشق آن شد و تصمیم گرفت زمین‌شناس شود؛ اما تصادفاً واحد روانشناسی خواب را در دانشگاه برداشت و چنان مفتون آن شد که رشته‌اش را به روانشناسی تغییر داد.
اولین برخورد او با نوروپلاستیسیتی در سال ۱۹۷۷ بود؛ هنگامی‌که در مقطع فوق‌لیسانس دانشگاه ویسکانسین مشغول به تحصیل بود. در آن زمان او در حال کار بر روی یک زن آمریکایی- آفریقایی بود که از ناحیه‌ی مغزی دچار آسیب شده بود، اما به‌طرز غیرمنتظره‌ای بهبود پیدا کرد. به «رناتا»، آن‌طور که گرافمن او را می‌نامد، در پارک مرکزی شهر نیویورک تعرض شده بود، او را خفه و به‌حالت مرگ رها کرده بودند. حمله که باعث نرسیدن اکسیژن به مغز او شده بود، به حد کفایت طولانی بود تا باعث آنوکسی مغزی در او شود؛ مرگ سلول‌های عصبی در اثر کمبود اکسیژن.
گرافمن برای اولین بار رناتا را پنج‌سال پس از حمله دید، در آن زمان که پزشکان از وی قطع امید کرده بودند. کورتکس حرکتی او آن‌قدر آسیب دیده بود که برای حرکت دچار مشکلات عدیده‌ای بود، ناتوان و به صندلی چرخ‌دار متکی بود و ماهیچه‌هایش تحلیل رفته بودند. تیم معتقد بود که احتمالاً هیپوکمپوس وی آسیب دیده است؛ او دچار مشکلات شدید در حافظه بود و به‌سختی می‌توانست بخواند. از زمانی‌که مورد حمله قرار گرفته بود، زندگی روندی رو به نشیب را برای او رقم زده بود. او نمی‌توانست کار کند و دوستانش را از دست داده بود. در آن موقع تصور این بود که به بیمارانی مانند رناتا نمی‌توان کمک کرد، زیرا جراحت آنوکسی میزان گسترده‌ای از بافت‌های مغزی مرده باقی گذارده بود و بیشتر متخصصین بالینی اعتقاد داشتند هنگامی‌که بافت‌های مغزی بمیرند، مغز قابلیت بهبود خود را از دست می‌دهد.
بااین‌وجود تیم دکتر گرافمن شروع به انجام تمرینات فشرده بر روی رناتا کرد؛ از آن نوع تمرینات فیزیکی توان‌بخشی که به بیمارانی داده می‌شود که فقط چند هفته از جراحت آن‌ها می‌گذرد. گرافمن تحقیقاتی را در زمینه‌ی حافظه انجام داده بود و درباره‌ی توان‌بخشی هم اطلاعاتی داشت و با خود فکر می‌کرد چه پیش خواهد آمد اگر بتوان این دو زمینه را با هم تلفیق کرد. او پیشنهاد کرد رناتا شروع به انجام تمرینات حافظه، خواندن و تفکر کند. در آن زمان گرافمن هیچ

اطلاعی از این امر نداشت که پدر باخی ریتا بیست‌سال قبل از فواید برنامه‌ی مشابهی برخوردار شده بود.
به‌تدریج رناتا بیشتر و بیشتر ارتباط برقرار می‌کرد و توانایی بیشتری برای تمرکز، تفکر و یادآوری وقایع روزانه پیدا می‌کرد. سرانجام توانایی او به آن پایه رسید که توانست به مدرسه بازگردد، کار پیدا کند و دوباره به زندگی سلام گوید. گرچه وی هرگز سلامتی خود را به‌طور کامل بازنیافت، اما همان میزان پیشرفت باعث حیرت گرافمن شده بود. او در این خصوص می‌گفت: این ابداعات «چنان کیفیت زندگی او را بالا برده که مایه‌ی حیرت است».
نیروی هوایی ایالات متحده، گرافمن را در گروه تحصیلات تکمیلی قرار داد. در پایان او کاپیتان نیروی هوایی شد و به سمت مدیریت بخش تحقیق جراحات مغزی جنگ ویتنام منصوب شد؛ جایی که او برای دومین بار در تماس با شواهدی در زمینه‌ی پلاستیسیتی مغز قرار گرفت. ازآنجاکه سربازان رو به صحنه‌ی نبرد می‌جنگیدند، همیشه در معرض موجی از ترکش‌های فلزی بودند که وارد سر آن‌ها می‌شد و به بافت‌های جلویی مغزشان، لوب‌های پیشانی، آسیب وارد می‌کرد. لوب‌های پیشانی مسئول ایجاد هماهنگی بین بخش‌های دیگر مغز هستند و به ذهن کمک می‌کنند تا بر روی بعد اصلی یک موقعیت تمرکز کند، اهداف را تعیین کند و تصمیمات پایدار بگیرد.
گرافمن مایل بود بداند چه عواملی بیشتر از همه در بهبود جراحت‌های لوب‌های پیشانی مؤثر است، بنابراین شروع به تحقیق دراین‌باره کرد که چگونه مشخصه‌هایی مانند وضعیت سلامتی، عوامل ژنتیکی، وضعیت اجتماعی و هوش یک سرباز قبل از مجروح شدن می‌تواند شانس بهبود او بعد از مجروح شدن را رقم بزند. هر فردی که وارد خدمت نظام در آمریکا می‌شود در آزمونی به نام تست شایستگی نیروهای نظامی شرکت می‌کند (که تقریباً معادل یک تست تعیین ضریب هوشی است). با استفاده از نتایج این آزمون گرافمن می‌توانست ارتباط بین میزان هوش قبل از مجروحیت را با بعد از بهبود بررسی کند. او دریافت بدون توجه به میزان جراحت و موقعیت زخم در بدن، ضریب هوشی سرباز عامل بسیار مؤثری است که می‌توان توسط آن پیش‌بینی کرد که تا چه اندازه عملکرد مغزی آن سرباز بهبود پیدا خواهد کرد. داشتن توانایی شناختی بیشتر -هوشی برای ذخیره‌سازی- مغز را قادر می‌سازد تا به جراحات سخت واکنش بهتری نشان دهد. داده‌های گرافمن حاکی از آن است که ظاهراً سربازان باهوش‌تر قابلیت بهتری برای تشخیص توانایی‌های شناختی خود دارند تا از آنان در جهت کمک به بهبود زخم‌های خود استفاده کنند.
همان‌طور که دیدیم نظریه‌ی غیر منعطف موضعی بودن مغز معتقد است که هر یک از وظایف شناختی در یک ناحیه‌ی از قبل مشخص‌شده و متفاوت از نظر ژنتیکیِ مغز، پردازش می‌شود. در نتیجه اگر آن ناحیه‌ی مغزی با یک گلوله از سر فرد محو شود باید آن نقش شناختی هم از بین برود -برای همیشه- مگر این‌که مغز خاصیت پلاستیک (انعطاف‌پذیر) داشته باشد و بتواند خود را تطبیق داده،

ساختارهای جدیدی را برای جانشینی قسمت معدوم شده به‌وجود آورد.
گرافمن مایل بود محدودیت و پتانسیل پلاستیسیتی مغز را مورد بررسی قرار دهد تا دریابد سازمان‌دهی دوباره‌ی ساختار مغز تا چه مدت طول می‌کشد و دریابد که آیا ممکن است انواع متفاوتی از پلاستیسیتی وجود داشته باشد. هر شخصی که دچار جراحت مغزی می‌شود، دارای نواحی مصدوم شده‌ی منحصربه‌فرد است، به همین دلیل از نظر گرافمن توجه دقیق به موارد فردی بسیار پربارتر از مطالعه بر روی گروه‌های بزرگ است.
دیدگاه گرافمن نسبت به مغز، تلفیقی از یک تئوری غیر جزمی موضعی بودن و پلاستیسیتی مغز است.
مغز به مناطقی تقسیم شده که در طی فرایند رشد هر یک از آن‌ها مسئولیت انجام نوعی خاص از فعالیت‌ها را بر عهده می‌گیرد. در فعالیت‌های پیچیده‌تر چند منطقه از مغز با هم تعامل دارند. هنگامی‌که ما مطالعه می‌کنیم، معنای یک کلمه در منطقه‌ای از مغز ذخیره و یا «نگاشته» می‌شود، ظاهر حروف در منطقه‌ای دیگر ذخیره می‌شوند و صدای آن در منطقه‌ی دیگر. همه‌ی مناطق از طریق شبکه به هم مربوطاند، همین است که وقتی به یک کلمه برمی‌خوریم می‌توانیم آن‌را ببینیم، بشنویم و بفهمیم. نورون‌های هر منطقه‌ی مغز ما باید در یک‌زمان فعال شوند -هم فعالی- تا ما بتوانیم در یک‌زمان ببینیم، بشنویم و بفهمیم.
قوانینی که برای ذخیره‌سازی این اطلاعات مورد استفاده قرار می‌گیرد بازتابی از همان قاعده‌ی معروف «یا از هرچه که داری استفاده کن یا آن‌را از دست می‌دهی» می‌باشد. هرچه ما از یک کلمه بیشتر استفاده کنیم، آسان‌تر به زبانمان می‌آید. حتی دربیمارانی که منطقه‌ی واژگان آن‌ها دچار آسیب شده، کلماتی که در دوره‌ی قبل از آسیب غالباً مورد استفاده واقع می‌شده‌اند، بیشتر قابل بازیابی هستند تا کلماتی که کمتر مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند.
گرافمن معتقد است در هر منطقه از مغز که فعالیتی انجام می‌شود، مانند ذخیره‌سازی کلمات، این نورون‌های قسمت مرکزی هستند که بیشتر متعهد به انجام آن‌اند و آن‌هایی که در نواحی مرزی قرار دارند، کمتر انجام این وظیفه را عهده‌دار می‌شوند. همین است که نواحی مجاور در مناطق مغزی دائم در حال رقابت با یکدیگرند تا این نورون‌های مرزی را به کار خود گیرند؛ اما این نوعِ فعالیت‌های روزانه است که معلوم می‌کند کدام منطقه از مغز در این کشاکشَ پیروز می‌شود. برای کارمند اداره‌ی پستی که به آدرس پاکت‌های نامه نگاه می‌کند، بدون این‌که درباره‌ی آن‌ها فکر کند، نورون‌های مرزی بین منطقه‌ی بینایی و منطقه‌ی معنایی او ارائه‌ی «ظاهر» کلمات را بر عهده دارند؛ اما نورون‌های مرزی مغز فیلسوفی که به معانی کلمات علاقه‌مند است، این نورون‌های مرزی ارائه‌ی معانی را بر عهده می‌گیرند. گرافمن می‌گوید همه‌ی آنچه که ما از طریق اسکن‌های مغزی از این نواحی مرزی می‌فهمیم این است که آن‌ها به‌سرعت، در چند دقیقه، گسترش می‌یابند تا جوابگوی نیازهای

لحظه‌به‌لحظه‌ی ما باشند.
گرافمن از تحقیقاتی که انجام داد چهار نوع پلاستیسیتی را تشخیص داد.
اولی «گسترش نقشه‌ی مغزی» است که همان است که در بالا توضیح داده شد، که در نتیجه‌ی فعالیت روزانه به‌طور وسیع در محدوده‌های مرزی بین مناطق مغزی روی می‌دهد.
دومی «دوباره گُماری حسی(۲۳۰)» است که در هنگام مسدود شدن یک حس روی می‌دهد؛ مثل نابینایان که حس بصری آن‌ها مسدود شده است. هنگامی‌که کورتکس بصری از سیگنال‌های ورودی طبیعی خود محروم می‌شود، داده‌های ورودی جدیدی را از یکی دیگر از حس‌ها، مثلاً حس لامسه، دریافت می‌کند.
سومی «نقاب جبرانی(۲۳۱)» نام دارد و از این حقیقت بهره می‌گیرد که برای مغز همیشه بیش از یک‌راه برای انجام وظیفه وجود دارد. بعضی از افراد برای رسیدن از یک نقطه به نقطه‌ای دیگر از راهنماهای بصری استفاده می‌کنند. در بقیه «جهت‌یابی خوب» حس مکانی قدرتمندی را به آن‌ها داده است. در نتیجه اگر این افراد در اثر جراحت مغزی حس مکانی خود را از دست بدهند، می‌توانند به استفاده از همان راهنماهای بصری رجوع کنند. تا قبل از آن‌که نوروپلاستیستی این خصیصه‌ی مغزی را تشخیص دهد، نقاب جبرانی -که به آن جبران و یا «استراتژی‌های جایگزین» هم می‌گویند، مانند این‌که فرد دچار مشکل خواندن را به استفاده از نوارهای شنیداری رجوع دهند- روش عمده‌ای بود که برای کودکان دچار ناتوانی در یادگیری مورد استفاده قرار می‌گرفت.
چهارمین نوع پلاستیسیتی «تسلط ناحیه‌ی آینه‌ای(۲۳۲)»؛ هنگامی‌که بخشی از یک نیمکره‌ی مغز نمی‌تواند عملکرد خو را ایفاء کند، ناحیه‌ی آینه‌ی آن در نیمکره‌ی روبرو خود را وفق داده و عملکرد مغزی آن‌را تا جایی که بتواند خوب انجام می‌دهد.
این ایده‌ی آخر در پلاستیسیتی، نتیجه‌ی تحقیق گرافمن و همکارش هاروی لوین(۲۳۳) بر روی پسربچه‌ای است که من نام او را در اینجا پل می‌گذارم. این پسر هنگامی‌که هفت‌ماهه بوده دچار سانحه‌ی اتومبیل شده و اصابت ضربه‌ای به سرش باعث شده که استخوان‌های شکسته‌ی جمجمه به سمت لوب آهیانه‌ی راست وی که در قسمت فوقانی مرکز مغز و در پشت لوب‌های پیشانی قرار دارد، رانده شوند. تیم گرافمن هنگامی پل را ملاقات کردند که او هفده‌سال داشت.
مایه‌ی تعجب این بود که او در محاسبه و پردازش ارقام مشکل داشت؛ درحالی‌که انتظار این است که کسانی که از ناحیه‌ی لوب آهیانه‌ی راست دچار آسیب شده‌اند، در پردازش اطلاعات بصری-فضایی مشکل داشته باشند. گرافمن و دیگران عقیده داشتند که معمولاً لوب آهیانه‌ی چپ، ریاضیات را در خود ذخیره کرده، محاسبات مربوط به سطحی ساده از حساب را انجام می‌دهد اما این لوب آهیانه‌ی چپ پل نبود که آسیب دیده بود.

از سرپل کت اسکن کردند و معلوم شد که پل در ناحیه‌ی سمت راست مصدوم شده‌ی خود یک کیست دارد. پس‌ازآن گرافمن و لوین از اسکن اف‌امرآی (تصویرسازی تشدید مغناطیسی کارکردی) استفاده کردند و درحالی‌که دستگاه مغز پل را اسکن می‌کرد به او چند مسئله‌ی ساده‌ی ریاضی دادند تا حل کند. نتیجه‌ی اسکن حاکی از این بود که به هنگام حل مسائل ریاضی در لوب چپ آهیانه‌ی او فعالیت بسیار ضعیفی وجود داشته است.
این یافته‌های عجیب آن‌ها را به این نتیجه‌گیری رساند که منطقه‌ی آهیانه‌ی چپ پل، در هنگام حل مسائل حساب، به میزان کمی فعال می‌شود، زیرا حالا دیگر این لوب وظیفه‌ی پردازش اطلاعات بصری- فضایی را بر عهده گرفته که لوب سمت راست دیگر قادر به انجام آن نیست.
تصادف اتومبیل قبل از هفت‌ماهگی پل به وقوع پیوست؛ در سنی که الزامی برای یادگیری حساب وجود ندارد؛ بنابراین این تصادف قبل از موقعی به وقوع پیوست که لوب آهیانه‌ی چپ وی به مرکزی برای پردازش وظایف تخصصی محاسبه‌ای خود تبدیل شده باشد. از هفت‌ماهگی تا شش‌سالگی زمانی است که به‌طورمعمول او می‌باید شروع به یادگیری حساب می‌کرد، اما در آن زمان بسیار مهم‌تر از یادگیری حساب برای وی، جهت‌یابی بود که برای آن نیاز به پردازش بصری- فضایی داشت. همین می‌شود که مرکز هدایت فعالیت بصری- فضایی وی در بخشی از مغز قرار می‌گیرد که کمترین فاصله را از لوب آهیانه‌ی سمت راست دارد؛ یعنی لوب آهیانه‌ی سمت چپ. نتیجه اینکه حالا پل می‌توانست در دنیا بچرخد وجهت خود را بیابد اما مجبور شد برای آن هزینه‌ای را بپردازد؛ در زمانی‌که لازم بود حساب یاد بگیرد، بخش مرکزی منطقه‌ی چپ لوب آهیانه‌ی وی وقف پردازش بصری-مکانی شده بود.
تئوری گرافمن توضیحی برای این سؤال ارائه داد که مغز میشله چگونه تکامل پیدا کرده بود. او بافت مغزی خود را قبل از آنی از دست داده بود که نیمکره‌ی سمت راست وی بتواند تعهد انجام وظایفی را بر عهده بگیرد. ازآنجاکه پلاستیستی در سال‌های اولیه‌ی زندگی در اوج خود است، عاملی که احتمالاً از مرگ میشله جلوگیری کرده همین بوده که آسیب مغزی او در همان اوان زندگی اتفاق افتاده است؛ هنگامی‌که مغز او در حال شکل‌گیری بوده و نیمکره‌ی راست وی وقت داشته تا خود را با شرایط تطبیق دهد و بعد از تولد هم که کرول بوده تا از او مراقبت کند.
در مورد میشله احتمال این است که نیمکره‌ی سمت راست وی، که معمولاً فعالیت‌های مکانی-بصری را پردازش می‌کند، این توانایی را پیدا کرده تا پردازش گفتاری را انجام دهد، زیرا او که تا حدی نابینا و به‌سختی قادر به خزیدن بوده در ابتدا و قبل از دیدن و راه رفتن، یاد گرفته که حرف بزند. در میشله این نیاز به حرف‌زدن بوده که به نیازهای بصری-فضایی رودست زده و در پل این نیاز بصری-فضایی بوده که به نیاز به محاسبات عددی رودست زده است.
در مراحل اولیه‌ی رشد، امکان جابجایی یک عملکرد مغزی به نیمکره‌ی مخالف

وجود دارد؛ زیرا در این مرحله هر دو نیمکره کاملاً شبیه به یکدیگر هستند و فقط بعدها و در مراحل بعدی است که هر یک از آن‌ها انجام وظایف خاصی را بر عهده می‌گیرند. اسکن‌هایی که از مغز نوزادان تا یک‌سال انجام شده، نشان می‌دهد که پردازش صداهای جدید در هر دو نیمکره‌ی مغزی آن‌ها انجام می‌شود. در دوسالگی نیمکره‌ی چپ پردازش صداهای جدید را بر عهده گرفته و به پردازش تخصصی آن‌ها اقدام می‌کند. ممکن است نظر گرافمن چنین باشد که پردازش بصری-فضایی هم به‌مانند پردازش آوایی، در ابتدا در هر دو نیمکره‌ی مغزی کودکان انجام می‌شود و سپس با تخصصی شدن به نیمکره‌ی سمت چپ انتقال پیدا می‌کند. به زبانی دیگر این‌که هر نیمکره‌ی مغزی تمایل دارد وظایف خاصی را انجام دهد، اما فقط برای انجام آن وظایف سیم‌پیچی سخت‌افزاری نشده است. سنی که در آن ما یک مهارت را یاد می‌گیریم به‌شدت بر روی منطقه‌ای که پردازش به آن واگذار می‌شود، تأثیر می‌گذارد. در دوره‌ی نوزادی ما آرام‌آرام در معرض دنیای بیرونی قرار می‌گیریم و هنگامی‌که مهارتی را یاد می‌گیریم، پردازش اطلاعات مربوط به آن به مناسب‌ترین بخش پردازشگری محول می‌شود که هنوز به پردازش وظیفه‌ای تخصیص نیافته است.
گرافمن می‌گوید: «بدین معنی که اگر شما یک‌میلیون انسان را بگیرید و یک منطقه‌ی خاص از مغز آن‌ها را مورد بررسی قرار دهید، می‌بینید که آن مناطق کم‌وبیش به انجام وظیفه و یا پردازش اطلاعات مشابهی تخصیص یافته‌اند»؛ اما در ادامه اضافه می‌کند: «البته آن‌ها ممکن است دقیقاً در یکجا نباشند و لزومی هم ندارد که باشند، زیرا هر یک از ما در زندگی تجربیات متفاوتی را کسب می‌کنیم».
اما معمای ارتباط بین توانایی‌های فوق‌العاده‌ی میشله و مشکلاتش را تحقیقات دکتر گرافمن بر روی لوب‌های پیشانی توضیح می‌دهد. به‌خصوص تحقیقاتی که وی در زمینه‌ی کورتکس پیش‌پیشانی انجام داده توضیحی است برای بهایی که میشله برای زنده بودن پرداخته است. لوب‌های پیش‌پیشانی بخشی از مغز هستند که بیشتر اختصاص به انسان دارند چرا که در مقایسه با حیوانات این لوب‌ها بیشترین رشد و تکامل را پیدا کرده‌اند.
تئوری گرافمن می‌گوید در فرآیند تکامل، کورتکس پیش‌پیشانی این توانایی را کسب کرده تا اطلاعات را برای دوره‌های زمانی طولانی‌تر کسب و ذخیره کند و به‌این‌ترتیب حافظه و پیش‌نگری را در انسان نهادینه کند. لوب چپ پیشانی در ذخیره کردن خاطرات فردی تخصص پیدا کرده و لوب راست به کار استخراج موضوع یا نکته‌ی اصلی یک‌رشته از وقایع و یا ساختن داستان پرداخته است.
پیش‌نگری شامل بیرون کشیدن یک نتیجه از یک سلسله وقایع است؛ قبل از آن‌که واقعاً اتفاق افتاده و کاملاً بر ما آشکار شوند. این ویژگی مفید به‌حال ماست: اینکه بدانید قوز کردن و کمین یک ببر برای حمله است، ممکن است جان شما را نجات دهد. برای فردی که پیش‌نگری دارد، لازم نیست همه‌ی رشته‌ی حوادث روی دهند تا او بفهمد که دست آخر ممکن است چه اتفاقی

بیفتد.
کسانی که لوب پیش‌پیشانی سمت راست آن‌ها دچار آسیب شده پیش‌نگری معیوبی از حوادث دارند. اگر فیلم تماشا کنند، نمی‌توانند نکته‌ی اصلی فیلم را دریابند و یا بفهمند که سیر فیلم در کدام جهت است. آن‌ها نمی‌توانند برنامه‌ریزی کنند، زیرا برای برنامه‌ریزی نیاز به تنظیم یک‌رشته از وقایع هست تا در انتها به یک نتیجه‌ی دلخواه، هدف و یا نکته‌ی اصلی ختم شوند. علاوه بر این، افرادی که لوب پیش‌پیشانی راست آن‌ها دچار آسیب شده نمی‌توانند طرح‌های خود را به‌خوبی اجرا کنند؛ چون نمی‌توانند به هدف و یا نکته‌ی اصلی بچسبند و به‌آسانی از مسیر منحرف می‌شوند. چون هدف از تعاملات اجتماعی را نمی‌فهمند این افراد غالباً روابط اجتماعی خوبی هم ندارند، زیرا در حقیقت روابط اجتماعی هم شامل یک‌رشته از رویدادها است. آن‌ها در درک استعارات و تشبیهات مشکل دارند چون برای درک آن‌ها نیاز به استخراج نکته‌ی اصلی از میان یک‌رشته جزییات پرتعداد دارند. اگر در شعر گفته شود، «ازدواج صحنه‌ی نبرد است»، مهم این است که شنونده دریابد که ازدواج شامل صحنه‌ای واقعی از انفجارها و کشته‌شدگان نیست، بلکه دعوای شدید بین زن و شوهر است.
تمام حوزه‌هایی که میشله در آن‌ها مشکل داشت -درک نکات اصلی، فهمیدن معانی ضرب‌المثل‌ها، استعارات، مفاهیم و افکار انتزاعی- مربوط به حوزه‌ی فعالیت لوب پیش‌پیشانی راست است. آزمون‌های روانشناسی استانداردی که گرافمن انجام داد نشان‌دهنده‌ی این بود که او در برنامه‌ریزی، تفکیک موقعیت‌های اجتماعی، درک محرک (نوعی دریافت نکته‌ی اصلی که در زندگی اجتماعی کاربرد دارد) و همین‌طور در زمینه‌ی توجه و پیش‌بینی رفتار دیگران مشکل دارد. گرافمن فکر می‌کند که عدم نسبی وجود پیش‌نگری در او باعث افزایش اضطراب در وی شده و کار کنترل او بر اعمالش را مشکل می‌کند. از سوی دیگر او توانایی یک نابغه در به‌خاطر سپردن خاطرات فردی و تاریخ دقیق اتفاق افتادن آن‌ها را دارد -یکی از وظایف لوب پیش‌پیشانی چپ.
گرافمن معتقد است که همان تطابق آینه‌ای مناطق مغزی پل در میشله اتفاق افتاده است، با این فرق که مراکز آینه‌ای او لوب‌های پیش‌پیشانی بوده‌اند. معمولاً انسان قبل از این‌که کار استخراج نتیجه از یک سری از وقایع را یاد بگیرد، وقوع این وقایع را به‌صورت متوالی در ذهن خود ثبت می‌کند -معمولاً وظیفه‌ی لوب پیش‌پیشانی سمت چپ- اما لوب پیش‌پیشانی راست میشله چنان در تسخیر ثبت وقایع قرار گرفته که دیگر امکانی برای استخراج نتیجه باقی نگذاشته تا به‌صورت کامل در لوب وی تکامل پیدا کند.
وقتی‌که بعد از ملاقات با میشله به دیدن گرافمن رفتم از او پرسیدم چرا میشله می‌تواند خاطرات را این‌قدر بهتر از ما به‌خاطر بسپارد؟ چرا دارای توانایی معمولی در این زمینه نیست؟
گرافمن فکر می‌کند توانایی غیرمعمول او در به‌خاطر سپردن وقایع شاید در ارتباط با این واقعیت باشد که او فقط یک نیمکره‌ی مغزی دارد. به‌طورمعمول دو

نیمکره در ارتباط مداوم با هم هستند. هریک نه‌تنها دیگری را در جریان فعالیت‌های خود می‌گذارد، بلکه کار جفت خود را تصحیح می‌کند، در مواقعی آن‌را مهار کرده و بی‌قاعدگی‌های آن‌را تعدیل می‌کند. حالا اگر یکی از این دو به مشکلی مبتلا شود و نتواند جفت خود را منع کند چه اتفاقی می‌افتد؟
نمونه‌ی چشمگیری از این مورد توسط دکتر بروس میلر(۲۳۴)، پروفسور نورولوژی از دانشگاه کالیفرنیای سانفرانسیسکو توصیف شده که نشان داده بعضی افرادی که دچار دمانس فرونتوتمپورال(۲۳۵) سمت چپ مغز خود می‌شوند، توانایی درک معانی کلمات را از دست می‌دهند و همزمان دارای مهارت‌هایی در هنر، موسیقی و کلام مسجع می‌شوند؛ مهارت‌هایی که معمولاً در لوب‌های گیجگاهی و آهیانه پردازش می‌شود. آن‌ها در بیان جزییات به‌صورتی هنرمندانه بسیار توانا می‌شوند. میلر معتقد است نیمکره‌ی سمت چپ معمولاً در نقش یک پهلوان گردن‌کلفت عمل کرده، سمت راستی را منکوب و محدود می‌کند. هنگامی‌که نیمکره‌ی سمت چپ دچار دگرگونی می‌شود، می‌تواند باعث این شود که پتانسیل نیمکره‌ی سمت راست که حالا دیگر مانعی برای آن وجود ندارد، آشکار شود.
واقعیت این است که افرادی که دچار ناتوانی نیستند می‌توانند از رها شدن یکی از نیمکره‌ها از بند دیگری بهره ببرند. بتی ادوارد کتاب محبوبی دارد با عنوان «نقاشی با سمت راست مغز(۲۳۶)» که در سال ۱۹۷۹، سال‌ها پیش از اکتشافات میلر نوشته شده است. او در این کتاب به افراد آموزش می‌دهد که چگونه با ابداع راه‌کارهایی مانع از این شوند که نیمکره‌ی کلامی و تحلیل‌گر سمت چپ از بروز تمایلات هنری نیمکره‌ی سمت راست جلوگیری کند و به‌این‌ترتیب طراحی کنند. نظریات ادوارد که ملهم از تحقیقات دانشمند علوم اعصاب ریچارد اسپری است، می‌گوید که ادراک نیمکره‌ی «گفتاری»، «منطقی» و «تحلیل‌گر» سمت چپ به طرقی در کار طراحی ما دست‌اندازی می‌کند، او سعی می‌کند باعث افزونی توانایی نیمکره‌ی سمت راست در ما شود که کار طراحی را بهتر انجام می‌دهد. اولین راه‌کار ادوارد برای غیر فعال‌سازی ممانعت نیمکره‌ی چپ از فعالیت نیمکره‌ی راست این است که به دانشجو انجام‌وظیفه‌ای را واگذار کند که نیمکره‌ی سمت چپ از درک آن عاجز است، تا به‌این‌ترتیب این نیمکره را «خاموش کند». برای مثال او دانشجویان را وادار می‌کرد تا یکی از طرح‌های پیکاسو را در حالی بکشند که حالتِ واژگون آن‌را می‌بینند و دریافت که طرحی که آن‌ها می‌کشند بسیار بهتر از موقعی است که در جهت درست به آن نگاه می‌کنند. در این حالت دانشجویان به‌جای کسب مهارت نقاشی به‌صورت تدریجی آن‌را به‌صورت ناگهانی کسب می‌کنند.
گرافمن معتقد است ثبت برتر وقایع در ذهن میشله می‌تواند به این دلیل باشد که به هنگام نهادینه شدن ثبت وقایع در نیمکره‌ی راست میشله، نیمکره‌ی سمت چپی در کار نبوده تا آن‌را محدود کند؛ زیرا ایجاد محدودیت توسط نیمکره‌ی سمت چپ باعث می‌شود که نکته‌ی اصلی محفوظات استخراج شده

و بقیه‌ی قسمت‌ها به‌عنوان حواشی تلقی شده و اهمیت خود را از دست بدهند.
ازآنجاکه در هرلحظه هزاران فعالیت در مغز ما انجام می‌شود ما نیاز به نیرویی داریم تا مغز خود را محدود، کنترل و تعدیل کنیم تا بتوانیم رفتاری معقولانه و سازمان‌یافته داشته، خود را کنترل کنیم تا به‌این‌ترتیب «در یک‌لحظه حواسمان به هزار جا نرود». در ظاهر ترسناک‌ترین اثر بیماری‌های مغزی می‌تواند این باشد که یک بیماری عملکردهای مغزی خاصی را از ذهن ما پاک کند؛ اما به همان اندازه مخرب، بیماری مغزی است که باعث بروز جنبه‌هایی در ما می‌شود که ما آرزو می‌کنیم که کاش آن‌ها را نداشتیم. بیشتر عملکرد مغز بر اساس ایجاد ممنوعیت و محدودیت است و هنگامی‌که ما این عملکرد را از دست بدهیم غرایز و اعمال ناخواسته باقدرت کامل تظاهر پیدا کرده، باعث شرم ما شده و روابط و خانواده‌ی ما را ویران می‌کنند.
چندسال قبل جردن گرافمن اقدام به دریافت سوابق پدر خود از بیمارستانی کرد که در آن سکته‌ی مغزی پدرش را تشخیص داده بودند؛ سکته‌ای که باعث از دست رفتن این ممانعت مغزی در وی و تباهی نهایی او شده بود. گرافمن دریافت که سکته‌ی مغزی پدرش در کورتکس پیشانی سمت راست بوده؛ یعنی همان بخشی که گرافمن در طی ربع قرن اخیر مشغول تحقیق بر روی آن بوده است.

***

قبل از ترک منزل میشله، قصد دارم به دیدن حریم خصوصی او بروم. او با غرور می‌گوید: «این اتاق من است». اتاق به رنگ آبی است و پر است از خرس‌های عروسکی و عروسک‌های میکی‌موس، مینی‌موس و باگزبانی. در کتابخانه‌ی او صدها کتاب «کلوب بچه بپاها» به‌چشم می‌خورد؛ کتاب‌هایی که غالباً مورد پسند دخترانی است که در مرحله‌ی ورود به بلوغ هستند. او کلکسیونی از نوارهای کرول برنت دارد و عاشق موسیقی راک دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ است.
با مشاهده‌ی اتاق این سؤال برایم پیش می‌آید که زندگی اجتماعی میشله چگونه است. کرول توضیح می‌دهد که او آدم گوشه‌گیری است و علاقه‌اش معطوف به کتاب‌هایش است.
کرول به میشله می‌گوید: «ظاهراً تو علاقه نداری کسی دور و برت باشد». یک دکتر به آن‌ها گفته بود که میشله بعضی رفتارهای افراد مبتلا به اوتیسم را نشان می‌دهد، اما مبتلا به اوتیسم نیست و من هم می‌توانستم ببینم که به این بیماری مبتلا نیست؛ مؤدب است، آمدورفت دیگران را متوجه می‌شود، رفتاری گرم دارد و به والدینش وابسته است. مایل به برقراری نوعی ارتباط با افراد دیگر است، اما وقتی‌که دیگران او را عزیز نمی‌دارند، که غالباً رفتاری است که از «مردم معمولی» در مواجه با افراد ناتوان سر می‌زند، ناراحت می‌شود.
با شنیدن گفتگوی ما درباره‌ی اوتیسم، میشله شروع به صحبت می‌کند: «من فکر می‌کنم دلیل این‌که همیشه خواسته‌ام تنها باشم این بوده که به این

طریق دیگران را به دردسر نمی‌اندازم». او خاطرات دردناک بی‌شماری از تلاش‌هایش برای بازی با دیگر کودکان دارد و این‌که آن‌ها نمی‌فهمیدند چگونه با کودکی که دارای چنین ناتوانی‌هایی است می‌توانند بازی کنند؛ به‌خصوص حساسیت زیاده از حدش به صدا. از او می‌پرسم آیا دوست قدیمی دارد که هنوز با او در تماس باشد.
جواب می‌دهد: «نه».
کرول به سنگینی زمزمه می‌کند: «نه، هیچ‌کس».
از میشله می‌پرسم در کلاس هشتم یا نهم، آن‌هنگام که دخترها و پسرها بیشتر اجتماعی می‌شوند، آیا علاقه‌مند شده بود که با پسری قرار بگذارد.
«نه، نه، نشده بودم». می‌گوید که هیچ‌وقت خاطرخواه کسی نشده است و هرگز علاقه‌ای نداشته که با کسی قرار بگذارد.
«آیا هیچ‌وقت به این فکر افتادی که ازدواج کنی»؟
«نه فکر نکنم».

***

همه‌ی ترجیحات، سلیقه‌ها و علائق میشله حول یک محور دور می‌زند؛ کتاب‌های «کلوب بچه‌بپاها»، نوارهای فکاهی کرول برنت، کلکسیون خرس‌های عروسکی و هر چیز دیگری که من در اتاق او دیدم همگی بیانگر بخشی از یک مرحله‌ی رشد است که به آن «تأخیر» می‌گویند؛ دوره‌ای نسبتاً آرام که طوفان بلوغ به همراه انفجار غرایز را به دنبال دارد. به نظر من در میشله، بسیاری نشانه‌ها حاکی از غرایز نفسانی به تعویق افتاده‌ی اواست. این امر این سؤال را در ذهن من به‌وجود آورده بود که درحالی‌که وی در ظاهر یک زن کامل به نظر می‌رسد، آیا فقدان لوب سمت چپش بوده که بر رشد هورمونی‌اش تأثیر گذاشته است. شاید علت بروز این سلایق در او این باشد که در فرایند رشد همیشه تحت حمایت دیگران بوده و یا مشکلش در درک انگیزه‌های دیگران وی را به دنیایی رانده که در آن غرایز خاموش و شوخ‌طبعی به‌نسبه است.
کرول و والی، والدین دوست‌داشتنی یک فرزند ناتوان، معتقدند که باید میشله را برای دورانی آماده کنند که دیگر در کنار او نیستند. کرول آنچه را که در توان دارد به‌کار بسته تا خواهر و برادران میشله را برای کمک به او به خط کند و به‌خاطر این تلاش‌هاست که میشله تنها نیست. کرول امیدوار است با بازنشسته شدن زنی که اطلاعات مردگان را ثبت می‌کند، میشله بتواند شغلی را در مرکز کفن‌ودفنی که در همان نزدیکی است، به‌دست آورد و به‌این‌ترتیب از جابجایی، که از آن می‌ترسد، معاف شود.
خانواده‌ی مک، نگرانی‌ها و مصیبت‌های دیگری هم دارند که باید در برابر آن‌ها دوام بیاورند. کرول دچار سرطان شده است. برادر میشله، بیل، که به نظر کرول یک ماجراجوی هیجان‌طلب است دچار چندین سانحه شده است. در آن روزی که او به‌عنوان کاپیتان تیم راگبی انتخاب شد، هم‌تیمی‌هایش جشن گرفته بودند و او را به هوا پرتاب می‌کردند که با سر به زمین فرود آمد و گردنش

شکست. خوشبختانه، یک تیم جراحی درجه‌ی یک او را از عمری معلولیت نجات داد. هنگامی‌که کرول برایم شرح می‌داد که به بیمارستان رفته تا به بیل بگوید که باید خیلی شاکر خداوند باشد، نگاه من به میشله افتاد که به نظر ساکت می‌آمد و لبخندی بر لب داشت.
از او پرسیدم: «در چه فکری هستی، میشله»؟
گفت: «من خوبم».
«اما تو داری لبخند می‌زنی- آیا این موضوع به نظرت جالب است»؟
جواب داد: «آره».
کرول گفت: «شرط می‌بندم می‌دانم به چه چیز فکر می‌کنی».
میشله پرسید: «به چی»؟
کرول گفت: «داری به بهشت فکر می‌کنی».
«آره، دارم دراین‌باره فکر می‌کنم».
کرول می‌گوید: «میشله اعتقاد بسیار محکمی دارد که از جهاتی هم بسیار بی‌تکلف است». میشله نظری دارد درباره‌ی اینکه بهشت چگونه جایی می‌تواند باشد و هربار که دراین‌باره فکر می‌کند، «شما این لبخند را بر لبان او می‌بینید».
از او می‌پرسم: «آیا شب‌ها خواب هم می‌بینی»؟
او پاسخ می‌دهد: «بله، کمی. اما کابوس نمی‌بینم. بیشتر خیال‌پردازی می‌کنم».
من پرسیدم: «درباره‌ی چی»؟
«بیشتر درباره‌ی آن بالاها، بهشت».
از او خواستم که برایم بیشتر درباره‌ی آن صحبت کند و او هیجان‌زده شد.
«باشه، حتماً» و بعد گفت: «بعضی افراد هستند که من احترام زیادی برایشان قائلم و آرزو دارم که این افراد با هم و بدون جنسیت زندگی کنند، نزدیک به هم؛ زن‌ها در یکجا و مردان درجایی دیگر؛ و دو نفر از این مردان با هم توافق کنند که به‌من پیشنهاد کنند که با زن‌ها زندگی کنم». پدر و مادر او هم در آنجا هستند. همه‌ی آن‌ها در یک ساختمان بلند آپارتمانی زندگی می‌کنند اما والدین‌اش در یک طبقه‌ی پایین‌تر هستند و میشله با زنان زندگی می‌کند.
کرول گفت: «او یک‌بار فکرش را برای من گفت. او گفت ‘امیدوارم ناراحت نشوید، اما وقتی همه‌ی ما به بهشت رفتیم، دوست ندارم با شما زندگی کنم’ و من گفتم ‘باشه’».
من از میشله پرسیدم که آنجا مردم برای سرگرمی چه‌کارهایی می‌کنند و او جواب داد، «همان کارهایی که به‌صورت معمول وقتی‌که به تعطیلات می‌روند آن‌ها را انجام می‌دهند. می‌دانی، بازی‌هایی مثل گلف کوچک، نه از آن نوع کارهایی که به شغلشان مربوط است».
«آیا آنجا زن‌ها و مردها با هم قرارهای عشقی هم می‌گذارند»؟
«نمی‌دانم، اما می‌دانم که آن‌ها همدیگر را می‌بینند تا لحظات مفرحی داشته

باشند».
«به نظر تو بهشت چیزهای مادی هم دارد، چیزهایی مثل پرنده و درخت»؟
«اوه، آره، آره و چیز دیگر درباره‌ی بهشت این است که همه‌ی غذاهای آنجا بدون کالری و چربی هستند، در نتیجه هر غذایی که مایل باشیم را می‌توانیم بخوریم؛ و لازم نیست در آنجا برای داشتن چیزی پول پرداخت کنیم»؛ و بعد چیزی را اضافه کرد که مادرش همیشه درباره‌ی بهشت به او گفته بود: «در بهشت همیشه شادی است، ابداً مشکل سلامتی وجود ندارد و همه‌اش شادی است».
من لبخند او را می‌بینم، سرریزی از یک آشتی درونی؛ در بهشت میشله همه‌ی چیزهایی که او در راهشان تلاش می‌کند، وجود دارد؛ تماس‌های انسانی بیشتر، نشانه‌هایی از ارتباطات بیشتر اما محدودشده‌ی سالم بین زنان و مردان، همه‌ی آنچه که مطبوع اوست. بااین‌وجود همه‌ی این‌ها در دنیای بعدی به وقوع می‌پیوندد، جایی که گرچه در آن وابستگی کمتری به دیگران دارد اما می‌تواند والدین خود که از فرط دوست‌داشتن زیاد از آن‌ها دور نمی‌شود، را پیدا کند. در آنجا او دیگر نه مشکل سلامتی دارد و نه در آرزوی نیمه‌ی دیگر مغز خود است. آنجا هم درست مثل اینجا حالش خوب است.

ضمیمه‌ی یک: مغزی که از فرهنگ و تمدن تأثیر پذیرفته و تغییر کرده است

نه‌تنها مغز باعث شکل‌گیری فرهنگ و تمدن می‌شود، بلکه آن‌ها هم به مغز شکل می‌دهند.
چه رابطه‌ای بین مغز و فرهنگ و تمدن وجود دارد؟ جواب سنتی دانشمندان این است که مغز انسان که تمام افکار و اعمال انسان از آن سرچشمه می‌گیرد، به‌وجود آورنده‌ی فرهنگ و تمدن است. بر اساس آنچه که ما از نوروپلاستیسیتی آموخته‌ایم، این جواب دیگر درست نیست.
این صرفاً مغز نیست که به‌وجود آورنده‌ی فرهنگ و تمدن است؛ بنا به تعریف، فرهنگ و تمدن هم رشته‌ای از اعمال است که به ذهن شکل می‌دهند. فرهنگ لغات انگلیسی آکسفورد برای «فرهنگ و تمدن» معنای مهمی تعریف کرده است: «پروردن یا رشد...فکر، توانایی‌ها، رفتار و غیره...ارتقاء و یا پالایش از طریق آموزش و تربیت... آموزش، رشد و پالایش افکار، سلایق و رفتار». اعمال مختلف به ما آموزش‌هایی می‌دهند که باعث متمدن شدن ما می‌شوند؛ اعمالی مانند آداب‌ورسوم، هنر، طرق مختلف تعامل با مردم و استفاده از تکنولوژی و کسب اطلاعات در مورد ایده‌ها، اعتقادات، عقاید فلسفی مشترک و مذهب.
تحقیقات نوروپلاستیسیتی به ما نشان داده که هرگونه فعالیت پایدار که نقشه‌ی آن در مغز کشیده می‌شود -از جمله فعالیت‌های فیزیکی، فعالیت‌های حسی، یادگیری، تفکر و تخیل- باعث تغییر مغز و همین‌طور ذهن می‌شود. عقاید و فعالیت‌های فرهنگی مستثنا نیستند. فعالیت‌های فرهنگی که ما انجام می‌دهیم باعث تغییر و تعدیل مغز ما می‌شوند؛ حالا می‌خواهد این فعالیت‌ها مطالعه و تحقیق درباره‌ی موسیقی باشد یا یادگیری زبانی جدید. ما دارای مغزی هستیم که می‌توان آن‌را مغز تغییر یافته توسط فرهنگ نامید، به همین دلیل تکامل فرهنگ و تمدن به‌طور پیوسته باعث تغییرات جدید در مغز ما می‌شود. همان‌طور که مرتزنیچ اظهار می‌کند: «جزءبه‌جزء مغز ما بسیار متفاوت از مغز نیاکانمان است... در هر مرحله از توسعه‌ی فرهنگ و تمدن... انسان‌های بالغ مجبور بودند مهارت‌ها و توانایی‌های پیچیده‌ی جدیدی را یاد بگیرند که یادگیری آن‌ها باعث تغییرات گسترده‌ی مغزی در آنان می‌شد... هر یک از ما به‌واقع قادریم در طول زندگی خود گروهی کاملاً پیچیده از مهارت‌ها و توانایی‌ها که توسط پدرانمان بسط یافته را یاد بگیریم که به تعبیری بازآفرینی است از تاریخ این فرهنگ و تمدن تکامل‌یافته، که از طریق پلاستیسیتی مغزی صورت می‌گیرد».
بنابراین دیدگاهی که به‌واسطه‌ی نوروپلاستیسیتی از ارتباط بین فرهنگ و تمدن و مغز آگاه شده، آن‌را جاده‌ای دوطرفه می‌بیند: مغز و ژنتیک، فرهنگ و تمدن را به‌وجود می‌آورند، اما فرهنگ و تمدن هم به مغز شکل می‌دهد. گاهی

این تغییرات بسیار چشمگیر هستند.

کولی‌های دریا

کولی‌های دریا، یک گروه انسان‌های چادرنشین هستند که در چند جزیره‌ی استوایی از مجمع‌الجزایر برمه و در خارج از محدوده‌ی غربی ساحل تایلند زندگی می‌کنند. یک قبیله‌ی سرگردان آبی؛ افراد این قبیله قبل از آن‌که راه رفتن را بیاموزند، شنا کردن را یاد می‌گیرند و بیش از نیمی از عمر خود را بر روی قایق‌ها و بر روی دریا می‌گذرانند، جایی که بر روی آن به دنیا می‌آیند و بر روی آن می‌میرند. آن‌ها از طریق صید صدف و خیار دریایی غذای خود را تأمین می‌کنند. کودکان آن‌ها در آب شیرجه زده و غالباً به عمق سی فوتی آب می‌روند و غذای خود را به‌دست می‌آورند که شامل تکه‌هایی کوچک از موجودات دریایی می‌شود و این کاری است که قرن‌ها در حال انجام آن هستند. آن‌ها آموخته‌اند که در زیر آب ضربان قلب خود را کاهش دهند که به‌این‌ترتیب می‌توانند تا دو برابر مدت‌زمانی‌که بیشتر شناگران تحمل آن‌را دارند در زیر آب باقی بمانند. آن‌ها از هیچ نوع تجهیزات غواصی استفاده نمی‌کنند.
افراد یک قبیله به نام یولو برای صید مروارید تا هفتادوپنج فوت زیر دریا می‌روند؛ اما وجه تمایز این کودکان از دیگران، از لحاظی که ما در اینجا به دنبال آن هستیم، این است که آن‌ها می‌توانند در چنین عمقی بدون استفاده از عینک غواصی همه‌چیز را شفاف و واضح ببینند. بیشتر انسان‌ها در زیر آب نمی‌توانند چیزی ببینند، زیرا نور خورشید به هنگام گذر از لایه‌های آب می‌شکند، و یا به معنای دیگر «انکسار» پیدا می‌کند، در نتیجه نور نمی‌تواند به آنجا که لازم است یعنی شبکیه چشم برسد.
یک محقق سوئدی به‌نام آنا گیسلن، توانایی کولی‌های دریا برای خواندن تابلوها در زیر آب را مورد بررسی قرار داد و دریافت که توانایی آن‌ها در این مورد دو برابر کودکان اروپایی است. کولی‌ها یاد گرفته‌اند که شکل عدسی چشم خود را کنترل کنند و مهم‌تر از آن یاد گرفته‌اند که اندازه‌ی مردمک چشم خود را کنترل و آن‌را تا ۲۲ درصد بیشتر منقبض کنند. این کشفِ فوق‌العاده‌ای است؛ زیرا مردمک چشم انسان‌های معمولی به‌صورت غیرارادی در زیر آب گشادتر می‌شود و تصور عموم مردم بر این است که تطبیق یافتن مردمک چشم با شرایط محیطی، عملی ثابت و عکس‌العملی غیرارادی و غریزی است که توسط مغز و سیستم عصبی کنترل می‌شود.
این توانایی کولی‌های دریا در دیدن زیر آب، موهبت ژنتیکی منحصربه فردی نبوده که به آن‌ها اعطاء شده باشد. از انجام تحقیق به این‌سو، گیسلن کودکان سوئدی را تحت آموزش قرار داده تا مردمک چشمان خود را در زیر آب جمع کنند؛ شاهدی دیگر برای این‌که آموزش‌های غیرمنتظره بر مغز و سیستم عصبی تأثیر گذاشته و چیزهایی را تغییر می‌دهند که تصور می‌شود مدارهایی سخت‌افزاری

و غیر قابل‌تغییر هستند.

فعالیت‌های در ارتباط بافرهنگ باعث تغییر ساختار مغز می‌شوند

«دید زیرآب» کولی‌های دریا تنها یک نمونه برای این واقعیت است که چگونه فعالیت‌های پرورشی می‌تواند مدارهای مغزی را تغییر دهد، که در این مورد خاص باعث ایجاد تغییری نوظهور و در ظاهر غیرممکن در ادراک انسان شده است. گرچه که مغز کولی‌های دریا باید برای تحقیق مورد اسکن قرار گیرد، اما ما تحقیقاتی داشته‌ایم که نشان داده‌اند فعالیت‌های هنری باعث تغییر ساختار مغز شده‌اند؛ موسیقی از این بابت تأثیرات شگفت‌آوری بر روی مغز دارد. پیانیستی که در حال اجرای یازدهمین فُرم اتود ششم پیانوی پاگانینی است که توسط فرانتس لیست نوشته شده، باید در هر دقیقه میزان حیرت‌آور هزار و هشتصد نت را بنوازد. تحقیقاتی که توسط تاب و دیگران بر روی موسیقی‌دانانی انجام شده که آلات موسیقی زهی می‌نوازند، نشان داده که هرچه این موسیقی‌دانان بیشتر تمرین کنند، نقشه‌های مغزی دست چپ فعال آن‌ها بزرگ‌تر می‌شود و نورون‌ها و نقشه‌هایی که به طنین‌های ساز سیمی پاسخ می‌دهند، افزایش می‌یابند؛ و به همین‌گونه در ترومپت‌نوازان، نورون‌ها و نقشه‌هایی که به نوای این ساز «بادی» واکنش نشان می‌دهند، افزایش می‌یابند. تصویربرداری از مغز افراد مختلف نشان داده که چندین منطقه از مغز موسیقی‌دانان -از جمله کورتکس حرکتی و مخچه- با دیگران فرق دارد. علاوه بر این تصاویر نشان داده که دو نیمکره‌ی مغزی موسیقی‌دانانی که قبل از هفت‌سالگی شروع به نواختن کرده‌اند، مناطق ارتباطی بزرگ‌تری به یکدیگر دارند.
جورجو وازاری، پیشینه‌شناس هنری، می‌گوید هنگامی‌که میکل‌آنژ در حال نقاشی در کلیسای سستین بود، داربستی را در نزدیکی سقف قرار داده بود و به مدت بیست ماه بر روی آن، بر سقف نقاشی می‌کرد و آن‌طور که وازاری نوشته: «این‌کار در وضعیتی بسیار ناراحت انجام می‌شد، زیرا در هنگام اجرای کار، میکل‌آنژ مجبور بود در حال ایستاده سرش را به سمت عقب نگاه دارد و این‌کار به بینایی او چنان صدمه زده بود که به مدت چندماه صرفاً در همین وضعیت ایستاده می‌توانست طراحی‌های کار خود را ببیند و تعبیر کند». این مورد ممکن است نشانی از وقوع سیم‌پیچی دوباره‌ی مغزی دروی بوده باشد، که باعث شده آنژ بتواند فقط در وضعیت عجیبی که مغزش خود را با آن تطبیق داده، ببیند. ادعای وازاری ممکن است چیزی غیرقابل‌باور به نظر آید، اما تحقیقات نشان می‌دهد هنگامی‌که مردم عینک‌های منشوری وارون کننده را بر چشم می‌گذارند که دنیا را برایشان واژگون می‌کند، بعد از مدت کوتاهی احساس می‌کنند که مغزشان تغییر کرده، مراکز ادراکی آن‌ها «وارون» شده و درنتیجه دنیا را در جهت درست ادراک می‌کنند و حتی می‌توانند کتاب‌هایی که

برعکس گرفته شده‌اند را بخوانند. هنگامی‌که این افراد عینک را از چشمشان برمی‌دارند، تا زمانی‌که مغز آن‌ها خود را با وضعیت جدید تطبیق دهد، همانطورکه مغز میکل‌آنژ تطبیق داد، دنیا را وارونه می‌بینند.
این تنها فعالیت‌های «هنری سطح اعلا» نیست که باعث سیم‌پیچی دوباره‌ی مغز می‌شود؛ اسکن‌های مغزی که از رانندگان تاکسی‌های لندن انجام شده، نشان می‌دهد که هرچه رانندگان سال‌های بیشتری را صرف جهت‌یابی در خیابان‌های لندن کرده باشند، حجم هیپوکمپوس، که داده‌های فضایی را در خود ذخیره می‌کند، در آن‌ها بزرگ‌تر است. حتی فعالیت‌هایی که در زمان فراغت انجام می‌دهیم نیز در مغز ما تغییر به‌وجود می‌آورند. مربیان مدیتیشن و کسانی که بر روی مدیتیشن کار می‌کنند دارای کورتکس اینسولای کلفت‌تری هستند؛ اینسولا بخشی از کورتکس مغز است که با تمرکز و توجه کامل، فعال می‌شود.
کولی‌های دریا برخلاف موسیقی‌دانان، رانندگان تاکسی و مربیان مدیتیشن مظهری کامل از پرورش‌یافتگان شکارچی- گردآورنده([۲۳۷]) بر روی دریا هستند که وجه مشترک همه‌شان دید زیر دریایشان است.
افراد متعلق به یک فرهنگ، تعدادی از فعالیت‌ها را به‌صورت مشترک دارا هستند، که می‌توان آن‌ها را «فعالیت‌های نشانه‌ای آن فرهنگ» نامگذاری کرد. برای کولی‌های دریا این فعالیت، دیدی است که در زیر دریا دارند. برای ما که در عصر اطلاعات زندگی می‌کنیم، این فعالیت‌های نشانه‌ای شامل خواندن، نوشتن، سواد کامپیوتری و استفاده از ابزارهای الکترونیکی است. فعالیت‌های نشانه‌ای با آن دسته از فعالیت‌های فراگیر انسانی مانند دیدن، شنیدن و راه رفتن فرق دارند؛ دسته‌ی اخیر فعالیت‌هایی هستند که با حداقلی از تلاش کسب شده و در تمام ابناء بشر مشترک هستند؛ حتی در بین آن تعداد معدودی از ما که ممکن است در جامعه‌ی انسانی بزرگ نشده باشند. فعالیت‌های نشانه‌ای نیاز به آموزش و تربیت دارد تا در نهایت باعث ایجاد مغزی شود که به‌صورتی نو و خاص سیم‌پیچی شده است. انسان‌ها به‌گونه‌ای تکامل پیدا نکردند تا دیدی شفاف در زیر آب داشته باشند؛ هنگامی‌که اجداد ما از دریا بیرون آمدند و بینایی‌شان بر روی خشکی شروع به تکامل کرد، «چشمان آبزی»، فلس‌ها و باله‌هایشان را از دست دادند. دید زیرآبی زاییده‌ی تکامل نیست بلکه زاییده‌ی پلاستیسیتی مغز است، که عامل توانایی ما در تطبیق‌پذیری با بسیاری از محیط‌هاست.

آیا مغز ما هنوز گرفتار دوره‌ی پلیستوسن (عهد چهارم زمین‌شناسی) است؟

روانشناسان تکاملی، توضیحی دراین‌باره ارائه داده‌اند که چگونه مغز ما می‌تواند فعالیت‌های پرورشی انجام دهد. روانشناسان تکاملی گروهی از محققان هستند که عقیده دارند همه‌ی انسان‌ها دارای حوزه‌های اساسی

(بخش‌های مغزی) و یا سخت‌افزاری مغزی یکسانی هستند و این‌که این حوزه‌ها در جهت انجام وظایف پرورشی خاصی، بعضی برای زبان، بعضی برای جفت‌گیری، بعضی برای طبقه‌بندی واقعیات جهان و دیگر چیزها نمو پیدا کرده‌اند. این حوزه‌ها در عصر پلیستوسن، از ۱/۸ میلیون تا ده هزارسال پیش در انسان تکامل پیدا کرده‌اند؛ یعنی همان هنگامی‌که بشر به‌صورت شکارچی-گردآورنده زندگی می‌کرد، و این‌که این حوزه‌ها بدون تغییر اساسی ژنتیکی در انسان‌ها انتقال پیدا کرده‌اند. چون همه‌ی ما انسان‌ها دارای این حوزه‌ها هستیم، جنبه‌های کلیدی روانی و ماهیتی در همه‌ی ما به نسبه یکسان است. این روانشناسان به‌ضمیمه نوشته‌اند که به همین دلیل می‌توان گفت که از نظر آناتومی، مغز انسان‌های بالغ از دوره‌ی پلیستوسن تاکنون تغییر پیدا نکرده است. این نظریه در بیان این مطلب زیاده از حد تندروی داشته، زیرا پلاستیسیتی و بخشی از میراث ژنتیکی ما را به‌حساب نیاورده است.
مغز شکارچی-گردآورنده به همان اندازه پلاستیک بود که خود ما هستیم. این مغز به‌هیچ‌وجه در دوره‌ی پلیستوسن گیر نکرده، بلکه توانایی آن‌را داشته که ساختار و وظایف خود را بشناسد، تا بتواند به شرایط متغیر پاسخ مناسب بدهد. درواقع این توانایی در ایجاد تغییرات مغزی بوده که برای ما این امکان را فراهم آورده تا خود را از دوره‌ی پلیستوسن بیرون بکشیم؛ فرآیندی که استیون میتنِ مردم‌شناس بر آن نام «سیالیت شناختی(۲۳۸)» گذاشته و به نظر من اساسِ آن احتمالاً بر پایه‌های پلاستیسیتی مغزی است. تمامی حوزه‌های مغزی ما تا حدی قابلیت تغییر داشته و پلاستیک هستند و در طول زندگی شخصی هر یک از ما برای ایفای وظایف خود می‌توانند درهم ادغام و یا از هم تفکیک شوند؛ مانند تحقیق پاسکوال- لئونه که در آن او چشمان افراد مورد تحقیق را بست و نشان داد که لوب پس‌سری آن‌ها که معمولاً سیگنال‌های بینایی را پردازش می‌کند، می‌تواند به‌جای آن سیگنال‌های لمسی و شنیداری این افراد را پردازش کند. برای تطبیق‌پذیری با دنیای مدرن نیاز به این تغییرات حوزه‌ای وجود دارد، دنیایی که ما را در مقابل چیزهایی قرار می‌دهد که نیاکان شکارچی-گردآورنده‌ی ما هیچ‌گاه مجبور به مبارزه با آن‌ها نبودند. یک تحقیق که توسط اسکن اف‌ام‌آرآی (تصویرسازی تشدید مغناطیسی کارکردی) انجام شده نشان می‌دهد که ما توسط همان حوزه‌ای از مغز کار شناسایی و تفکیک انواع مدل‌های اتومبیل و کامیون را انجام می‌دهیم که با آن چهره‌ها را از هم تشخیص می‌دهیم. کاملاً معلوم است که مغز شکارچی-گردآورنده آن‌قدر تکامل پیدا نکرده که انواع اتومبیل و کامیون را تشخیص دهد. این احتمال وجود دارد که حوزه‌ی تشخیص چهره‌ها در مغز به‌صورتی بسیار رقابت‌آمیز وارد فرآیند پردازش شکل‌هایی بدین گونه شده باشد -چراغ جلوی اتومبیل شبیه به چشم‌ها، کاپوت شبیه به بینی، پنجره‌ی کاپوت مانند دهان- به‌این‌ترتیب مغز پلاستیک انسان با کمی آموزش و جابجایی‌های ساختاری توانسته با استفاده از سیستم تشخیص چهره، اتومبیل‌ها را هم پردازش کند.

این کودک انسانی که عمری به درازای فقط چند هزارسال دارد، باید از حوزه‌های مختلف مغزی خود که یک هزارسال قبل از باسواد شدن انسان تکامل یافته‌اند، برای خواندن، نوشتن و مهارت‌های کامپیوتری استفاده کند. گسترش سواد در بین انسان‌ها آن‌چنان سریع اتفاق افتاد که مغز موفق نشد به‌گونه‌ای تکامل پیدا کند که یک حوزه‌ی ژنتیکی مخصوص برای خواندن در خود ایجاد کند. به هر جهت، سواد را می‌توان در یک نسل به قبایل شکارچی بی‌سواد آموزش داد، اما راهی وجود ندارد که در همان زمان همه‌ی قبیله بتوانند ژنی برای حوزه‌ی مغزی خواندن در خود بپرورانند. کودک امروزی که خواندن را می‌آموزد همه‌ی مراحلی را تکرار می‌کند که انسان در طی قرن‌ها پیموده است. سی هزارسال قبل انسان آموخت که بر روی دیواره‌های غارها نقاشی کند که انجام آن مستلزم شکل‌پذیری و تقویت ارتباط بین عملکردهای بصری (که تصاویر را پردازش می‌کنند) و عملکردهای حرکتی (که دست‌ها را به حرکت وامی‌دارند) وی بود. این مرحله که مصادف بود با ابداع خط هیروگلیف، سه هزارسال طول کشید. در خط هیروگلیف اشکال ساده‌ی استاندارد برای اشاره به اشیاء به‌کار می‌رفتند؛ که ابداعی چندان ویژه نبود. در مرحله‌ی بعد، تصاویر هیروگلیف به حروف تبدیل شدند و به‌این‌ترتیب اولین حروف الفبای مصوت به‌وجود آمد تا به‌جای تصاویر بصری، صداها را ارائه کند. در جهت این تغییر لازم بود ارتباطات نورونی بین عملکردهای مختلف مغزی تقویت شوند؛ عملکردهایی که تصاویر حروف الفبا، صدا و معانی آن‌ها را پردازش می‌کردند و همین‌طور عملکرد حرکتی مغز که باعث حرکت چشم در حدقه می‌شود.
مرتزنیچ و تلال دریافتند که توسط اسکن‌های مغزی می‌توان مدارهای مربوط به خواندن را در مغز انسان ملاحظه کرد. به‌این‌ترتیب فعالیت‌های نشانه‌ای فرهنگ راه را برای ایجاد مدارهای نشانه‌ای در مغز باز می‌کند؛ مدارهای نشانه‌ای که در مغز نیاکان ما وجود نداشته است. بر اساس گفته‌های مرتزنیچ: «مغز ما متفاوت از مغز تمام انسان‌هایی است که پیش از ما زندگی کرده‌اند... با یادگیری هر مهارت و یا با ایجاد هر توانایی جدید در ما، مغزمان در مقیاسی قابل‌توجه چه از لحاظ فیزیکی و چه عملکردی، دچار تغییر می‌شود. این تغییرات عمده با ویژگی‌های فرهنگ مدرن ما همخوانی دارد». گرچه به دلیل پلاستیک و منعطف بودن مغز همه‌ی انسان‌ها از یک منطقه‌ی مغزی برای خواندن استفاده نمی‌کنند، اما در همان مناطق متفاوت، مدارهای نشانه‌ای یکسانی برای خواندن دیده می‌شود؛ شواهدی فیزیکی برای اثبات این‌که فعالیت‌های فیزیکی باعث تغییرات فیزیکی در مغزمی‌شود.

چرا انسان‌ها به‌عنوان خالق تمدن شناخته می‌شوند

اکنون به‌درستی این پرسش پیش می‌آید که با وجود این‌که حیوانات نیز دارای مغز پلاستیک هستند، چرا این انسان‌ها هستند که تمدن را به‌وجود آورده‌اند؟

درست است که حیواناتی مانند شامپانزه دارای اشکالی ابتدایی از تمدن هستند، می‌توانند هم ابزار بسازند و هم راه استفاده از آن‌را به فرزندان خود آموزش دهند و یا حتی اعمالی ابتدایی را با استفاده از نشانه‌ها انجام دهند، اما توانایی آن‌ها محدود به این موارد است. همان‌طور که دانشمند علوم اعصاب، رابرت ساپولسکی اشاره می‌کند، علت آن از یک تفاوت ژنتیکی ناچیز بین انسان و شامپانزه نشأت می‌گیرد. نودوهشت درصد از دی‌ان‌ای ما و شامپانزه‌ها مشترک است. دانشمندان با استفاده از نقشه‌ی ژنی انسان می‌توانند مشخص کنند کدام ژن‌ها در انسان و شامپانزه با هم فرق دارند؛ معلوم شده که یکی از آن‌ها، ژنی است که مشخص می‌کند در انسان چند سلول عصبی ساخته خواهد شد. اساساً نورون‌های ما و شامپانزه‌ها و حتی مارهای آبی یکی هستند. در مرحله‌ی نوجنینی، آغاز پیدایش همه‌ی نورون‌های ما از یک سلول است که به دو، چهار و سلول‌هایی بیشتر تقسیم می‌شود. در میان این ژن‌ها، ژن نظم‌دهنده‌ای وجود دارد که مشخص می‌کند چه زمانی تقسیم سلولی پایان می‌پذیرد و این همان ژنی است که عامل تفاوت بین انسان‌ها و شامپانزه‌ها است. این دوره‌های تکثیر سلولی به حد کافی ادامه پیدا می‌کند تا انسان دارای تقریباً ۱۰۰ میلیارد نورون شود. در شامپانزه‌ها این روند چند دور زودتر پایان می‌پذیرد، به همین دلیل شامپانزه‌ها دارای مغزی هستند که اندازه‌اش یک‌سوم مغز ماست. مغز شامپانزه‌ها نیز پلاستیک است و قابلیت تغییر دارد، اما تفاوت کیفی محض بین مغز ما و آن‌ها باعث بروز «تعداد بیشتر تعاملات تصاعدی» در بین نورون‌های مغزی ماست؛ زیرا هر نورون می‌تواند به هزاران سلول متصل شود.
همان‌طور که دانشمندی به نام جرالد ادلمن خاطرنشان کرده، کورتکس مغز انسان به‌تنهایی دارای ۳۰ میلیارد نورون است و قادر است یک‌میلیون میلیارد ارتباط سیناپسی به‌وجود آورد. ادلمن می‌نویسد: «و اگر بخواهیم تعداد مدارهای نورونی ممکن را دریابیم در آن صورت به عدد فوق نجومی ده که به دنبالش یک‌میلیون صفر می‌آید، خواهیم رسید. (تعداد اجرام نجومی در کل جهان، دهی است که با ۷۹ صفر دنبال می‌شود، کمی بیشتر یا کمتر)». این اعداد حیرت‌انگیز دلیلی است بر این‌که چرا می‌توان انسان را به‌عنوان پیچیده‌ترین موجود جهان توصیف کرد و این‌که چرا در ریزساختارهای آن تغییراتی گسترده و مداوم در حال انجام است و این‌که چرا قادر به اجرای رفتارها و عملکردهای مغزی تا به این اندازه متنوع است که از جمله‌ی آن‌ها فعالیت‌های فرهنگی متفاوت است.

روشی غیر داروینی برای تغییر ساختار بیولوژیکی

تا قبل از کشف نوروپلاستیسیتی اعتقاد دانشمندان این بود که تنها راهی که مغز با استفاده از آن می‌تواند ساختار خود را تغییر دهد از طریق تکامل گونه‌های

جانوری است که آن‌هم هرچند هزارسال یک‌بار روی می‌دهد. بر اساس تئوری مدرن تکامل که توسط داروین ارائه شد، ساختارهای جدید بیولوژیکی مغز در نتیجه‌ی جهش‌های ژنتیکی در گونه‌های جانوری روی می‌دهد و باعث ایجاد تغییر در دریای ژن‌ها می‌شود. اگر این تغییرات ارزش بقاء داشته باشند، احتمال زیادی وجود دارد که به نسل آینده انتقال پیدا کنند.
اما پلاستیسیتی راه جدیدی را -فراتر از جهش و تغییر ژنی- در ارائه‌ی ساختارهای جدید بیولوژیکی مغز افراد، بدون توسل به شیوه‌های داروینی مطرح می‌کند. هنگامی‌که والد مطالعه می‌کند، ساختارهای میکروسکوپی مغز وی دچار تغییر می‌شوند. خواندن را می‌توان به کودکان آموزش داد و به‌این‌ترتیب ساختارهای بیولوژیکی مغز آنان را دستخوش تغییر کرد.
مغز به دو طریق تغییر می‌یابد. در یکی از آن‌ها جزییات ریزمدارهایی که حوزه‌های مغزی را به هم وصل می‌کنند، دچار تغییر می‌شوند؛ که خود رویدادی نه‌چندان کوچک است؛ اما همین تغییر در مورد حوزه‌های اصلی شکارچی-گردآورنده‌ی مغز هم روی می‌دهد؛ زیرا در مغز پلاستیک، تغییر در یک منطقه و یا تغییر در یک عملکرد مغزی در مغز «جریان» پیدا کرده، حوزه‌هایی که به‌نوعی به آن مربوط هستند را نیز تغییر می‌دهد.
مرتزنیچ نشان داد که تغییر در کورتکس شنوایی -افزایش میزان ارسال پیام- باعث تغییر لوب پیشانی می‌شود که به آن متصل است و می‌گوید، «بدون تغییر در آنچه که در کورتکس پیشانی می‌گذرد، شما قادر نیستید در کورتکس شنوایی اولیه تغییر ایجاد کنید. این واقعاً غیرممکن است». مغز دارای یک مجموعه قوانین پلاستیک برای یک قسمت و مجموعه‌ای دیگر برای قسمت دیگر نیست. (اگر جریان چنین بود، قسمت‌های مختلف مغز نمی‌توانستند با یکدیگر تعامل داشته باشند). هنگامی‌که در جهت انجام یک فعالیت فرهنگی دو حوزه از مغز به شکلی جدید با هم ارتباط پیدا می‌کنند -مثل هنگامی‌که فعالیت خواندن به نحوی بی‌سابقه باعث ارتباط بین حوزه‌های بینایی و شنیداری می‌شود- حوزه‌های مربوط به هر دو این وظایف در نتیجه تعامل با یکدیگر تغییر پیدا کرده و به این طریق حوزه‌ای کاملاً جدید و بزرگ‌تر از هر یک ایجاد می‌شود.
دیدگاهی که بر پایه‌ی هر دو نظریه‌ی پلاستیسیتی و موضعی بودن مغز است، مغز را به‌صورت یک سیستم پیچیده می‌بیند که در آن همان‌طور که جرالد ادلمن می‌گوید: «بخش‌های کوچک‌تر، یک مجموعه‌ی متجانس از اجزاء را تشکیل می‌دهند که کمابیش مستقل هستند؛ اما هنگامی‌که این بخش‌ها در مجموعه‌هایی بزرگ‌تر و بزرگ‌تر با هم ارتباط برقرار می‌کنند، گرایش عملکردهایشان در جهت یکپارچگی سوق پیدا می‌کند و عملکردهای جدیدی را ارائه می‌کنند که متکی به آن نظم یکپارچه‌ی اعلاتر هستند».
در تشابه با مورد قبل، هنگامی‌که یک حوزه نمی‌تواند وظیفه‌ی خود را انجام دهد، حوزه‌های مرتبط با آن تغییر پیدا می‌کنند. هنگامی‌که ما یک حس خود را از دست می‌دهیم -مثلاً حس شنوایی- حس‌های دیگر ما حساس‌تر و فعال‌تر

می‌شوند تا آن فقدان را جبران کنند؛ اما آن‌ها نه‌تنها کمیت پردازش خود را افزایش می‌دهند، بلکه کیفیت آن‌هم بیشتر در جهت حس ازدست‌رفته ارتقاء پیدا می‌کند. محققان پلاستیسیتی، هلن نویل و دونالد لاوسون (با اندازه‌گیری میزان ارسال پیام از سوی نورون‌ها، مشخص می‌کنند کدام بخش از مغز فعال است) دریافته‌اند که افراد ناشنوا در جهت جبران این نقیصه که نمی‌توانند صدا را بشنوند، به کار پردازش بینایی پیرامونی خود شدت می‌بخشند. کسانی که شنوایی آن‌ها به‌خوبی کار می‌کند از کورتکس آهیانه که نزدیک به بخش فوقانی مغز واقع شده برای پردازش بینایی پیرامونی استفاده می‌کنند، درحالی‌که افراد ناشنوا از کورتکس بینایی خود که در بخش پشتی مغز واقع شده برای این منظور استفاده می‌کنند. تغییر یکی از حوزه‌های مغز -در اینجا کاهش سیگنال‌های خروجی- باعث تغییرات ساختاری و عملکردی در حوزه‌ای دیگر می‌شود؛ در نتیجه چشمان فرد ناشنوا مانند گوش‌های او عمل کرده، توانایی بیشتری را برای درک پیرامونی به‌دست می‌آورد.

پلاستیسیتی ووالایش([۲۳۹]): چگونه غرایز حیوانی خود را رام می‌کنیم

پس یک قاعده‌ی مغزی این است که حوزه‌های مغزی که با هم کار می‌کنند، باعث جرح‌وتعدیل یکدیگر می‌شوند. می‌توان از این قاعده برای توضیح این مطلب استفاده کرد که چگونه ما می‌توانیم در جریان مسابقات و یا بازی‌های رقابت‌جویانه‌ای مانند شطرنج و یا در رقابت‌های هنری، غرایز تسلط‌گرای حیوانی و درنده‌خوی (که توسط حوزه‌های غریزی پردازش می‌شوند) خود را با تمایلات بیشتر شناختی-مغزی (که توسط حوزه‌های هوشی پردازش می‌شوند) ترکیب کنیم تا بدین‌وسیله قادر به انجام فعالیت‌هایی باشیم که هر دو جنبه‌ی غریزی و فکری را در خود دارند.
به چنین فعالیتی، «والایش» می‌گویند؛ پردازشی که تا پیش‌ازاین اسرارآمیز می‌نمود و توسط آن غرایز درنده‌خوی حیوانی ما «رام» می‌شوند. این‌که چگونه والایش به وقوع می‌پیوندد یک معمای همیشگی بوده است. بخش عمده‌ای از وظیفه‌ی والدین مشخصاً شامل تربیت و «رام» کردن فرزندانشان می‌شود. آن‌ها این وظیفه را با آموزش به آن‌ها در جهت کنترل کردن خود و یا تغییر جهت دادن این غرایز به سمت بیان عبارات مقبول در جریان مسابقات رودررو، بازی‌های کامپیوتری و صفحه‌ای، تئاتر، ادبیات و هنر ایفاء می‌کنند. طرفداران تیم‌ها اغلب در جریان مسابقات تهاجمی مانند فوتبال آمریکایی، هاکی، بکس و فوتبال این خواسته‌های سبعانه را به زبان می‌رانند (بکشش! درب و داغونش کن! خرد وخمیرش کن! و چیزهایی از این قبیل) اما قوانین رام کننده، اظهاراتی که از غرایز سبعانه‌ی ما برمی‌خیزند را تلطیف می‌کنند، در نتیجه طرفداران هر تیم درصورتی‌که تیمشان با کسب امتیاز کافی برنده شود، با رضایت ورزشگاه را

ترک می‌کنند.
برای بیش از یک قرن، متفکرانی که تحت تأثیر فروید و افکارش بودند، تصدیق می‌کردند که ما دارای غرایز سبعانه‌ی حیوانی هستیم، اما نمی‌توانستند توضیح دهند که چگونه ممکن است والایش در چنین غرایزی صورت پذیرد. عصب‌شناسان قرن نوزدهم، کسانی مانند جان هالینگز جکسون و فروید جوان که دنباله‌روی داروین بودند، مغز را به دو قسمت تقسیم کرده بودند، بخشی از آن‌که «فرومایه‌تر» است و ما در داشتن آن با حیوانات شریکیم و غرایز سبعانه‌ی حیوانی ما را پردازش می‌کند و بخش «اعلاتر» که مختص به انسان است و می‌تواند از بروز نشانه‌های سبعیت در ما جلوگیری کند. درواقع فروید اعتقاد داشت تمدن تا حدی ناشی از منع غرایز جنسی و پرخاشگری در انسان است. او همچنین باور داشت که ما می‌توانیم تا حد بسیار زیادی غرایزمان را سرکوب کنیم، که باعث پرورش نورون‌های ما می‌شود. راه‌حل ایده‌آلی که دراین‌باره ارائه می‌شد این بود که غرایز حیوانی خود را به طریقی قابل‌قبول ابراز کنیم، طریقی که حتی می‌تواند مورد تحسین دیگران قرار گیرد. این ایده قابلیت اجرایی داشت؛ زیرا غرایز که پلاستیک هستند می‌توانند هدف غایی خود را تغییر دهند. او نام این فرایند را والایش گذاشت، بااین‌وجود همان‌طور که خود او تصدیق کرد هیچ‌گاه نتوانست دقیقاً توضیح دهد که چگونه یک غریزه می‌تواند در غالبی بیشتر عقلی ارائه شود.
این مغز پلاستیک انسان است که معمای والایش را حل می‌کند. مناطقی از مغز انسان که در جهت ایفای وظیفه‌ی شکارچی-گردآورنده تکامل پیدا کرده‌اند، مانند کمین برای شکار به دلیل ویژگی پلاستیکی که دارند می‌توانند به‌صورت شرکت در بازی‌های رقابت‌جویانه والایش پیدا کنند، چراکه مغز ما در جهتی تکامل پیدا کرده که می‌تواند حوزه‌ها و گروه‌های مختلف نورونی را به طریقی ابداعی به هم مربوط کند. دلیلی وجود ندارد که به سبب آن نورون‌های بخش‌های غریزی مغز ما نتوانند به بخش‌های عمدتاً شناختی-عقلی و مراکز لذت مغز اتصال پیدا کنند، به‌گونه‌ای که به هم سیم‌پیچی می‌شوند تا کلیت‌های تازه‌ای را شکل دهند.
این کلیت‌ها چیزی فراتر و متفاوت از مجموع اجزاء خود هستند. به یاد بیاورید که مرتزنیچ و پاسکوال- لئونه مطرح کرده بودند که یک قانون بنیادین پلاستیسیتی مغز این است که هنگامی‌که دو منطقه‌ی مغزی آغاز به تعامل با یکدیگر می‌کنند، بر هم اثر گذاشته و کلیت جدیدی را شکل می‌دهند. هنگامی‌که یک رفتار غریزی مانند کمین برای شکار و یک فعالیت رام شده مانند کیش کردن مهره‌ی شاه مقابل به هم پیوند می‌خورد، پیوندی بین شبکه‌های نورونی غریزی و فکری به‌وجود می‌آید، این‌طور به نظر می‌رسد که این دو فعالیت یکدیگر را تعدیل می‌کنند؛ گرچه بازی شطرنج هنوز دارای بعضی حال و هواهای هیجان‌انگیز شکار است، اما دیگر مظهری از کمین کردن‌های خونریزانه نیست. به‌این‌ترتیب دو مقولگی بین بخش غریزی «فرومایه» و فکری «اعلا» کم‌کم ناپدید

می‌شود. هرگاه فرومایه‌ها و اعلاها شکل یکدیگر را تغییر می‌دهند تا کلیتی جدید را به‌وجود آورند، می‌گوییم والایش صورت گرفته است.
تمدن به معنای یکسری از تکنیک‌ها است که مغز شکارچی-گردآورنده توسط آن‌ها خود را آموزش می‌دهد تا سیم‌پیچی دوباره‌ای را انجام دهد؛ و نشانه‌ای غمبار از این‌که تمدن ترکیبی از عملکردهای فرومایه‌تر و اعلاتر مغز است هنگامی مشهود می‌شود که در طی جنگ‌ها تمدن‌ها تلاقی پیدا کرده و غرایز سبعانه خود را در کامل‌ترین صورت نشان می‌دهند و دزدی، تجاوز، ویرانی و کشتار به امری معمولی بدل می‌شود. مغز پلاستیک همیشه می‌تواند این امکان را فراهم کند که عملکردهای مغزی که خود آن‌ها را به گرد هم جمع کرده از هم تفکیک شوند؛ در نتیجه همیشه امکان سیر قهقرایی به‌سوی بربریت وجود دارد. به این دلیل تمدن همیشه موردی است بدون نقطه‌ی اتکا که باید به هر نسل آموزش داده شود و اینکه در نهایت ژرفایی به‌اندازه‌ی یک نسل دارد.

هنگامی‌که مغز میان دو فرهنگ گرفتار می‌شود

مغزی که در نتیجه‌ی فعالیت‌های فرهنگی تغییر پیدا کرده، همیشه دچار تناقض پلاستیکی است (که در فصل ۹، تبدیل ارواح مردگان به اجدادی دوست‌داشتنی، مطرح کردیم) که می‌تواند ما را به یک انسان انعطاف‌پذیرتر و یا غیر منعطف‌تر تبدیل کند؛ مشکلی اساسی در این دنیای چندفرهنگی که نمود بارز آن‌را در هنگام تغییرات فرهنگی ملاحظه می‌کنیم.
مهاجرت برای یک مغز پلاستیک کاری دشوار است. فرآیند یادگیری یک فرهنگ (فرهنگ‌پذیری) که در هنگام «دریافت»، به‌صورت یادگیری چیزهای نو و ایجاد ارتباطات جدید نورونی تحقق می‌یابد، تجربه‌ای «افزایشی» است. پلاستیسیتی افزایش هنگامی اتفاق می‌افتد که تغییرات مغزی شامل گسترش باشد؛ اما پلاستیسیتی «کاهشی» نیز هست و می‌تواند دربردارنده‌ی «بیرون کردن چیزهایی» باشد، مثلاً هنگامی‌که مغز فرد بالغ نورون‌ها را هرس می‌کند و یا هنگامی‌که ارتباطات نورونی که مورد استفاده واقع نشده‌اند از بین می‌روند. هر بار که مغز پلاستیک فرهنگی را کسب کرده و آن‌را مکرراً مورد استفاده قرار می‌دهد، هزینه‌ای را برای آن می‌پردازد: در این فرآیند مغز تعدادی ساختار نورونی را از دست می‌دهد، زیرا پلاستیسیتی فرآیندی رقابتی است.
پاتریشیا کول، از دانشگاه واشنگتن سیاتل، تحقیقاتی را درباره‌ی امواج مغزی انجام داده که نشان می‌دهد نوزاد انسان توانایی شنیدن مشخصه‌های آوایی مربوط به‌تمامی هزاران زبانِ گونه‌های مختلف انسانی را دارد؛ اما با به پایان رسیدن «دوره‌ی حساس» رشد کورتکس شنوایی، نوزادی که در محیطی تک فرهنگی بزرگ شده، فرصت شنیدن بسیاری از این صداها را از دست می‌دهد. با تسلط پیدا کردن زبان فرهنگی که کودک در آن حضور دارد بر نقشه‌ی مغزی

او، نورون‌های غیرمعمول مغز وی هرس می‌شوند و حالا دیگر مغز وی هزاران صدا را فیلتر می‌کند. یک نوزاد شش‌ماهه‌ی ژاپنی می‌تواند مشخصه‌های آوایی «ر» و «ل» مربوط به زبان انگلیسی را مانند یک نوزاد آمریکایی بشنود، اما در یک‌سالگی دیگر نمی‌تواند آن‌ها را بشنود. اگر این کودک بعدها به کشورهای انگلیسی‌زبان مهاجرت کند در شنیدن و تلفظ این صداهای جدید با مشکل مواجه خواهد شد.
مهاجرت به معنای تمرینی بی‌رحمانه و بدون پایان برای مغز بزرگ‌سالی است که اقدام به انجام آن می‌کند و نیاز به سیم‌پیچی مجدد و گسترده‌ی بخش عظیمی از مایملک کورتکس مغزی دارد. از نظر سختی، مهاجرت تحولی بسیار فراتر از صرفاً یادگیری چیزهای جدید است، زیرا فرهنگ جدید به رقابتی پلاستیک با شبکه‌های نورونی وارد می‌شود که «دوران حساس» رشد خود را در سرزمین مادری سپری کرده‌اند. در فرآیند مهاجرت، همگون‌سازی موفق به‌جز در مواردی معدود، حداقل یک نسل طول می‌کشد. صرفاً فرزندان مهاجرینی که «دوره‌ی حساس» خود را در فرهنگ جدید گذرانده‌اند می‌توانند امیدوار باشند که مهاجرت برایشان آسیب و ناهمگونی کمتری را دربرداشته باشد. برای بیشتر افراد شوک ناشی از فرهنگ جدید شوکی است که به مغزشان وارد می‌شود.
تفاوت‌های فرهنگی امری بسیار دیرپای است، زیرا هنگامی‌که فرهنگ سرزمین مادری آموخته و در مغز ما سیم‌پیچی می‌شود، تبدیل به «طبیعت ثانویه»ی ما شده و در ظاهر برایمان به همان اندازه‌ی غرایزی که با آن‌ها متولد می‌شویم «ذاتی» جلوه می‌کند. ذائقه‌هایی که این فرهنگ در ما به‌وجود می‌آورد -در مورد غذا، نوع خانواده، عشق و موسیقی- غالباً به نظر چیزهایی «ذاتی» می‌رسند درحالی‌که آن‌ها ذائقه‌هایی هستند که کسب شده‌اند. روشی که ما به‌وسیله‌ی آن با دیگران ارتباطات غیرکلامی برقرار می‌کنیم؛ این‌که فاصله‌مان در ایستادن با طرف روبرو چقدر است، آهنگ و کوتاهی یا بلندی صدایمان چگونه است و این‌که چقدر قبل از قطع کلام طرف روبرو صبر می‌کنیم، همگی به نظرمان اموری «ذاتی» هستند، زیرا عمیقاً در مغز ما سیم‌پیچی شده‌اند. هنگامی‌که فرهنگمان تغییر پیدا می‌کند، درک این مطلب که این رسوم به‌هیچ‌وجه ذاتی نیستند شوک بزرگی برای ماست. حتی هنگامی‌که تغییری ملایم‌تر به زندگی‌مان می‌دهیم، مانند تغییر منزل، درمی‌یابیم که چیزی اساسی مانند درک فضایی که به نظرمان آن‌قدر ذاتی می‌آید و امور روزمره‌ی فراوانی که ما حتی از وجود آن‌ها بی‌خبر بوده‌ایم، با سیم‌پیچی مجددی که در مغز صورت می‌گیرد، باید کم‌کم تغییر کنند.

حس و درک در ما پلاستیک هستند

«یادگیری ادراکی» آن دسته از آموزش‌هایی هستند که هنگامی واقع می‌شود که مغز یاد بگیرد با تیزهوشی بیشتر و یا مانند آنچه در مورد کولی‌های دریا دیدیم، به طریقه‌ای جدید به ادراک امور بپردازد و در این فرآیند ساختارها و نقشه‌های مغزی جدید ایجاد کند. استفاده‌ی مرتزنیچ از برنامه‌ی سریع به دنبال کلمه برای کمک به کودکانی که دچار مشکلات تشخیصی در شنوایی خود بودند، باعث ایجاد نقشه‌های شفاف‌تری در مغز آنان می‌شد که کمک می‌کرد برای اولین‌بار در زندگی‌شان صداهای معمولی را بشنوند. در این تغییرات ساختاری که بر اساس پلاستیسیتی در مغز این کودکان ایجاد شد، یادگیری ادراکی دخیل بود.
مدت‌های مدید تصور این بود که ما از طریق ابزار ادراکی خود که موردی استاندارد و مشترک بین ابناء بشراست، فرهنگ را کسب می‌کنیم اما یادگیری ادراکی نشان داد که این تصور چندان هم صحیح نیست. بیشتر از آنچه که در تصور ما بگنجد، این فرهنگ است که تعیین می‌کند چه چیزی برای ما قابل ادراک است و چه چیزی نیست.
یکی از اولین کسانی که این سؤال را مطرح کرد که چگونه پلاستیسیتی مغزی الزاماً باعث تغییر طرز تفکر ما درباره‌ی فرهنگ می‌شود، دانشمند علوم اعصاب شناختی اهل کانادا، مرلین دونالد ود بود. او در سال ۲۰۰۰ این موضوع را مطرح کرد که فرهنگ باعث ایجاد تغییر در معماری حوزه‌های شناختی اصلی ما می‌شود، به این معنا که یادگیری خواندن و نوشتن باعث می‌شود که عملکردهای مغزی از نو سازمان‌دهی شوند. اکنون ما می‌دانیم برای وقوع چنین رویدادی باید ساختار آناتومی مغز هم تغییر کند. علاوه بر این دونالد مطرح کرد که فعالیت‌های پیچیده‌ی فرهنگی، مانند زبان و باسوادی، باعث تغییر عملکردهای مغز می‌شوند، اما تغییری در عملکردهای بنیادین مغز، چیزهایی مانند بینایی و حافظه، به‌وجود نمی‌آورد. او چنین گفته است: «هیچ‌کس چنین نظری ندارد که فرهنگ می‌تواند به طرزی اصولی درباره‌ی بینایی و ظرفیت حافظه حکم صادر کند، اما کاملاً آشکاراست که این قضیه درباره‌ی سواد و شاید زبان صادق نیست».
اما در طی این چند سالی که از بیان این سخن می‌گذرد، معلوم شده که حتی عملکردهای بنیادین مغزی چون پردازش بینایی و ظرفیت حافظه تا حدی نوروپلاستیک هستند. این ایده که ممکن است فرهنگ بتواند عملکردهای بنیادینی چون بینایی و ادراک را دچار تغییر کند، ایده‌ای افراطی است. تقریباً تمام دانشمندان علوم اجتماعی -مردم‌شناسان، جامعه‌شناسان و روانشناسان- معتقدند که فرهنگ‌های مختلف، دنیا را به طرق مختلفی تفسیر می‌کنند. این در حالی است که تصور بیشتر دانشمندان و مردم عامی در طی

چندین هزارسال این بود که -چنان‌که روانشناس اجتماعی دانشگاه میشیگان، ریچارد ای. نیسبت بیان کرده- «دلیل تفاوت ایده‌ها در یک فرهنگ با فرهنگ دیگر به‌خاطر این نیست که مردم در این دو فرهنگ فرآیندهای شناختی مغزی متفاوتی را تجربه کرده‌اند، بلکه به‌خاطر این است که آن‌ها در معرض مظاهر متفاوتی از دنیا قرار گرفته‌اند و یا این‌که آموزش‌های متفاوتی دیده‌اند». معروف‌ترین روانشناس نیمه‌ی قرن بیستم، ژان پیاژه، اعتقاد داشت که توسط یک سری از تحقیقات برجسته بر روی کودکان اروپایی توانسته نشان دهد که درک و استدلال در میان انسان‌های سراسر دنیا به یک‌گونه تظاهر پیدا می‌کند و اینکه چنین فرآیندهایی جهانی است. درست است که محققان، جهانگردان و مردم‌شناسان مدت‌ها می‌گفتند که مردم مشرق زمین (آن دسته از مردمی که تحت تأثیر سنن چینی هستند) و مردم مغرب زمین (وارثان سنن یونانیان قدیم) موضوعات را به نحو متفاوتی درک می‌کنند، اما تصور دانشمندان این بود که این تفاوت‌ها در درک موضوع در نتیجه‌ی تفاوت برداشت‌هایی است که از آن موضوع می‌شود، نه به‌خاطر تفاوت‌های میکروسکوپی که در ساختارها و ابزار ادراکی آن‌ها وجود دارد.
برای مثال، اغلب گفته می‌شد که غربیان نگاهی «تحلیل‌گرانه» به دنیا دارند و آنچه را که می‌بینند به اجزاء سازنده‌ی آن تقسیم می‌کنند. شرقیان در این خصوص دیدی «کل‌گرا» دارند و با نگاه کردن به «کل» موضوع و تأکید بر ارتباطات درونی بین همه‌چیز آن‌را می‌فهمند. همچنین گفته می‌شد که روش‌های شناختی متفاوت تحلیل‌گرانه‌ی غربی و کل‌گرایانه‌ی شرقی همسو با تفاوتی است که در دو نیمکره‌ی مغز مشاهده می‌شود. نیمکره‌ی چپ مغز بیشتر تمایل به انجام پردازش‌های تحلیلی و زنجیره‌ای دارد، درحالی‌که نیمکره‌ی راست مغز درگیر در پردازش همزمان و کلی است. آیا این تفاوت در روش نگاه کردن به دنیا به‌علت تفاسیر مختلفی است که این دو گروه از وقایع دارند، یا واقعاً به دلیل این است که شرقی‌ها و غربی‌ها در یک موضع واحد چیزهای متفاوتی را می‌بینند؟
تا همین چند وقت پیش جواب این سؤال مشخص نبود، زیرا تقریباً تمامی تحقیقات در زمینه‌ی ادراک توسط آکادمی‌های کشورهای غربی و بر روی خود غربی‌ها انجام شده بود -بیشتر بر روی دانشجویان آمریکایی که در کالج‌های خودشان تحصیل می‌کردند- تا این‌که نیسبت پایه‌ی تحقیقی را برای مقایسه‌ی زمینه‌های ادراکی بین شرق و غرب بنا نهاد. او این تحقیق را به کمک همکارانش در کشورهای آمریکا، چین، کره و ژاپن انجام داد. وی این تحقیق را در عین بی‌میلی کامل انجام داد، چون باور داشت که همه‌ی ما به طریقی مشترک درک و استدلال می‌کنیم.
طی تحقیقی برجسته، دانشجوی ژاپنی نیسبت به نام تیک ماسودا، انیمیشن‌هایی را در هشت رنگ از ماهی‌های در حال شنا برای تعدادی از دانشجویان آمریکایی و ژاپنی به نمایش گذاشت. هرکدام از این انیمیشن‌ها

تصویری از یک «ماهی کانونی» داشت که یا سریع‌تر از دیگر ماهی‌ها حرکت می‌کرد، یا بزرگ‌تر و روشن‌تر بود و یا درهرحال به‌نوعی متمایز از دیگر ماهی‌هایی بود که در اطرافش شنا می‌کردند. هنگامی‌که از دانشجویان خواسته شد تا صحنه‌ای که دیده بودند را توصیف کنند، دانشجویان آمریکایی معمولاً ماهی کانونی را به یاد داشتند؛ اما ژاپنی‌ها به میزان ۷۰ درصد بیشتر از آمریکایی‌ها به ماهی‌هایی اشاره کردند که ویژگی‌های برجسته‌ی کمتری داشتند، همین‌طور به صخره‌های زمینه‌ی نمایش، گیاهان و حیوانات دیگر اشاره می‌کردند. بعد برای افراد مورد تحقیق تعدادی آیتم به‌صورت تکی و نه در صحنه‌ی اصلی به نمایش گذاشته شد. آمریکایی‌ها آیتم‌های تکی را به‌خوبی تشخیص می‌دادند و این‌که آیا این آیتم‌ها در صحنه‌ی اصلی به نمایش درآمده بودند یا نه. ژاپنی‌ها آیتم‌هایی را بهتر تشخیص می‌داند که در صحنه‌ی اصلی نمایش داده شده بودند. درک آن‌ها از هر آیتم بستگی به چیزی داشت که به آن «پیوسته» بود. نیسبت و ماسودا همچنین سرعت تشخیص اشیاء توسط دانشجویان را اندازه‌گیری کردند؛ آزمونی که نشان می‌داد پردازش ادراکی در آن‌ها تا چه میزان خودکار است. هنگامی‌که آیتم‌ها در جلوی پس‌زمینه‌ی جدیدی قرار می‌گرفتند، ژاپنی‌ها دچار اشتباه می‌شدند، اما آمریکایی‌ها اشتباه نمی‌کردند. این جنبه‌های ادراکی چیزهایی نیستند که ما بر آن‌ها کنترل هشیارانه داشته باشیم. آن‌ها بستگی به نقشه‌های مغزی و مدارهای نورونی دارند که توسط آموزش در ما ایجاد شده‌اند.

این تحقیقات و بسیاری تحقیقات مشابه تأیید می‌کنند که ادراک شرقیان کل‌گرایانه است، دید آن‌ها نسبت به اشیاء به‌صورت ارتباطی است که آن‌ها با هم در یک محتوی دارند، در حالیکه غربی‌ها آن‌ها را به‌تنهایی و به‌صورت فرادا درک می‌کنند. شرقی‌ها از ورای یک لنز باز و گسترده به دنیا نگاه می‌کنند اما غربی‌ها لنزی بسته اما با تمرکز بیشتر را به کار می‌گیرند. آنچه که ما درباره‌ی پلاستیسیتی می‌دانیم، در ذهنمان مطرح می‌کند که این راه‌های متفاوت در ادراک که به‌صورت عادات فشرده، بیش از صدها بار در روز تکرار می‌شوند، باید باعث ایجاد تغییراتی در شبکه‌های عصبی مسئول در پردازش احساسی و ادارکی ما شوند. شاید اسکن‌های مغزی با وضوح بالا از شبکه‌های نورونی حسی و ادراکی مغزهای غربی‌ها و شرقی‌ها بتواند این موضوع را روشن کند.

انجام تحقیقات بیشتر توسط تیم تحقیقی نیسبت تأییدکننده‌ی این مطلب است که هرگاه مردم اقدام به تغییر فرهنگ خود می‌کنند، روش ادراک آن‌ها نیز عوض می‌شود. بعد از گذران چندسال زندگی در آمریکا، ژاپنی‌ها به طریقی شبیه به آمریکایی‌ها شروع به درک وقایع می‌کنند؛ بنابراین کاملاً معلوم است که تفاوت‌ها در روش‌های ادراک بر اساس عاملی ژنتیکی نیست.

ادراک فرزندان مهاجران آمریکایی-آسیایی، بازتابی از هر دو فرهنگ را در خود دارد؛ چون آن‌ها در منزل تحت تأثیر فرهنگ شرقی هستند و در مدرسه و در دیگر جاها تحت تأثیر فرهنگ غربی؛ در پردازش وقایع گاهی کل‌گرایانه عمل

می‌کنند و گاهی بر وجوه برجسته‌ی موضوع تمرکز می‌کنند. تحقیقات دیگر مبین این بوده که افرادی که در موقعیت‌های دو فرهنگی بزرگ شده‌اند، در حقیقت بین دو ادراک شرقی و غربی در حال نوسان هستند. ساکنین هنگ‌کنگ که تحت تأثیر دو فرهنگ چینی و انگلیسی زندگی کرده‌اند، را می‌توان با نشان دادن تصاویر غربی میکی موس و یا عمارت پارلمان آمریکا و تصاویر شرقی معبد و یا اژدها «تحریک» کرد که یا به طریقه‌ی غربی و یا به طریقه‌ی شرقی ادراک کنند. درواقع نیسبت و همکارانش در حال انجام اولین تحقیقاتی هستند که نمایشگر «یادگیری ادراکی» بین فرهنگی است.
فرهنگ می‌تواند بر ارتقاء یادگیری ادراکی تأثیر بگذارد چون ادراک (چنان‌که خیلی‌ها تصور می‌کنند) فرآیندی انفعالی و از «پایین به بالا» نیست که با اصابت انرژی دنیای بیرونی برگیرنده‌های ادراکی ما شروع شده و پس‌ازآن سیگنال‌ها به مراکز ادراکی «بالاتر» در مغز ارسال شوند. مغز ادراک‌کننده‌ی ما فعال است و همیشه در حال تعدیل و انطباق خود است. هنگامی‌که ما انگشتان خود را بر روی شیء‌ای می‌کشیم تا به جنس و شکل آن پی ببریم، بینایی ما به همان اندازه فعال است که لامسه‌ی ما. درواقع چشمانی که حرکت نداشته باشد توانایی ادراک یک شی پیچیده را ندارد. این هر دو کورتکس حسی و حرکتی ما هستند که با هم در جهت ادراک در ما عمل می‌کنند. دو دانشمند علوم اعصاب، مانفرد فاله و توماس پوجیودر تحقیقاتی تجربی نشان داده‌اند که سطوح «بالاتر» ادراک بر چگونگی تغییرات نوروپلاستیک در سطوح «پایین‌تر»، بخش‌های حسی مغز، تأثیر می‌گذارد.
این واقعیت که فرهنگ‌ها دارای روش‌های ادراکی متفاوتی هستند، دلیلی بر این نیست که همه‌ی اعمال ادراکی به یک اندازه خوب باشند و یا این‌که «همه‌چیز از نظر درک نسبی باشد». کاملاً واضح است که بعضی بافت‌های فرهنگی نیاز به زاویه‌ی دید باریک‌تر و بعضی نیاز به زاویه‌ای گسترده‌تر و ادراکی کل‌نگر دارند. کولی‌های دریا تاکنون نسل خود را حفظ کرده‌اند، زیرا ترکیبی از تجربیات خود از دریا و ادراک کل‌نگرانه‌ی خود را مورد استفاده قرار داده‌اند. آن‌ها چنان خود را وضعیت دریا هماهنگ کرده‌اند که هنگامی‌که سونامی ۲۶ دسامبر سال ۲۰۰۴ در اقیانوس هند باعث کشته شدن صدها هزار نفر شد، همگی آن‌ها زنده ماندند. قبل از وقوع سونامی آن‌ها دیدند که دریا به طرز عجیبی شروع به پس رفتن کرده و موج کوچک غیرعادی به دنبال پس رفتن دریا پیش می‌آید، آن‌ها متوجه شدند که دولفین‌ها برای شنا به عمق پایین‌تر رفته‌اند، درحالی‌که فیل‌ها شروع به رفتن به مناطق پرارتفاع کرده‌اند و زنجره‌ها سکوت اختیار کرده‌اند. کولی‌های دریا شروع به تعریف داستان قدیمی درباره‌ی «موجی که مردم را می‌خورد» برای هم کردند و این‌که دوباره این موج می‌آید. خیلی پیش‌ازاین‌که علم مدرن بتواند یافته‌ها را کنار هم قرار داده و از آن نتیجه بگیرد، آن‌ها یا از دریا به ساحل رفته و اقدام به جستجو برای مناطق بلندتر کردند و یا این‌که در دریا به ژرفای آب‌های بسیار عمیق رفتند که آن‌ها هم زنده ماندند.

آنچه که آن‌ها توانستند انجام دهند و انسان‌های تحت سلطه‌ی علم تحلیلی نتوانستند، گذاشتن تمام این وقایع غیرمعمول در کنار هم بود و نگاه به آن‌ها از یک زاویه‌ی گسترده بسیار استثنایی، آن‌قدر که از نظر استانداردهای شرقی هم استثنایی می‌نمود. در هنگام وقوع این وقایع غیرطبیعی، قایق‌رانان برمه‌ای هم در قایق‌های خود و بر سطح دریا بودند، اما نتوانستند جان سالم به‌در برند. از یکی از کولیان دریا سؤال شد که چگونه است که برمه‌ای‌ها، که دریا را می‌شناسند، همگی از بین رفتند.
وی جواب داد: «نگاه آنان به چیزی بود که صید می‌کردند، آن‌ها به چیزی نگاه نمی‌کردند. آن‌ها چیزی نمی‌دیدند. آن‌ها به چیزی نگاه نمی‌کردند. آن‌ها نمی‌دانستند که چگونه باید نگاه کنند».

نوروپلاستیسیتی و انعطاف‌ناپذیری اجتماعی

بروس وکسلر، روانشناس و محقق از دانشگاه یِل، در کتاب خود با عنوان «مغز و فرهنگ» این مطلب را مورد بحث قرار می‌دهد که کاهش نسبی نوروپلاستیستی در آن هنگام که پا به سن می‌گذاریم، می‌تواند توضیحی برای بسیاری از پدیده‌های اجتماعی ارائه کند. در هنگام طفولیت مغز ما در واکنش به دنیای اطراف، با ایجاد ساختارهای نورونی روانی، شکل می‌گیرد که شامل تصاویر و یا بازنمودهای ما از جهان می‌شود. این ساختارها بنیاد نورونی همه‌چیز را شکل می‌دهند؛ از عادات ادراکی و یا اعتقادات ما گرفته تا ایدئولوژی‌های پیچیده در ما؛ مانند تمام پدیده‌های پلاستیک، این ساختارها در صورت تکرار بسیار زود تحکیم شده و خودکفا می‌شوند.
هنگامی‌که سن ما بالا می‌رود و پلاستیسیتی کاهش پیدا می‌کند، برای ما به‌صورت فزاینده‌ای دشوارتر می‌شود که در واکنش به محرک‌های دنیایی تغییر کنیم، حتی درصورتی‌که طالب آن باشیم. از نظر ما انواع آشنایی از محرک‌ها مطلوب هستند و در این جهت به دنبال کسانی می‌گردیم که افکاری مانند خودمان داشته باشند تا با آن‌ها مصاحبت کنیم. تحقیقات نشان می‌دهند که ما به اطلاعات و یا نوع ادراکی از جهان که با اعتقادات ما همسو نیست، توجه نشان نداده، آن‌ها را فراموش می‌کنیم و یا سعی می‌کنیم بی‌اعتباری آن‌ها را ثابت کنیم؛ زیرا تفکر و ادراک از طریق روش‌های ناآشنا بسیار سخت و استرس‌زا است. فرد سالخورده به‌شکلی فزاینده در جهت حفظ ساختارهای مغزی خود عمل می‌کند و هنگامی‌که به موردی برمی‌خورد که در آن توافقی بین ساختارهای داخلی نورونی‌شناختی او و دنیا وجود ندارد، در پی تغییر دنیا برمی‌آید. با توسل به روش‌هایی پیش‌پاافتاده سعی می‌کند که در سطحی خُرد محیط خود را مدیریت و کنترل کرده و با آن آشنا شود؛ اما این فرآیند غالباً و به‌صورتی مبالغه‌آمیز باعث می‌شود که تمامی فرهنگ‌ها در پی آن برآیند که دیدگاه‌های خود درباره‌ی دنیا را به فرهنگ‌های دیگر تحمیل کنند و اغلب در این

Telegram @ali_book

راه به خشونت کشیده می‌شوند؛ این مشکل خاصه در دنیای مدرن که در آن جهان‌شمولی فرهنگ‌های مختلف را به هم نزدیک‌تر کرده، شدت بیشتری پیدا می‌کند.
می‌توان این نکته را هم اضافه کرد که رژیم‌های خودکامه ظاهراً درکی ذاتی از این موضوع دارند که بعد از سن خاصی افراد به‌سختی می‌توانند خود را تغییر دهند؛ که دلیلی است بر این‌همه تلاشی که انجام می‌دهند تا خط‌مشی‌ها را از همان سال‌های اولیه زندگانی برای افراد تعیین کنند. مثلاً رژیم کره شمالی که بارزترین رژیم دیکتاتوری موجود در جهان است، کودکان را از وقتی‌که دوسال و نیم دارند تا چهارسالگی در مدرسه می‌گذارد. آن‌ها تقریباً هر ساعت از زمان بیداری را در مراسم ستایش از دیکتاتور کیم جونگ ایل و پدرش کیم‌ایل‌سونگ می‌گذرانند. والدین این کودکان صرفاً در تعطیلات آخر هفته می‌توانند کودکان خود را ملاقات کنند. هر داستانی که برای آنان خوانده می‌شود تعمداً درباره‌ی رهبر است. چهل درصد از متون کتاب‌های ابتدایی به توصیف این «دو کیم» اختصاص یافته‌اند. این روال در تمام دوران مدرسه ادامه دارد. انبوهی از تمرینات هم تنفر از دشمن را برای این کودکان تکرار می‌کنند، در نتیجه مداری مغزی ارتباط ادراکی بین مفاهیم «دشمن» و احساسات منفی را به‌طور خودکار برقرار می‌کند. نمونه‌ای از سؤالات ریاضی به این‌گونه است، «سه سرباز از ارتش خلق کره سی سرباز آمریکایی را می‌کشند، اگر هر یک از آنان تعداد مساوی از سربازان دشمن را کشته باشند، هریک از آنان چند سرباز آمریکایی را کشته است»؟ نهادینه شدن این شبکه‌های احساسی ادراکی در چنین افرادی، صرفاً باعث ایجاد «تفاوت عقیده» بین آن‌ها و مخالفانشان نمی‌شود، بلکه باعث تفاوت‌هایی از نظر آناتومی مغز می‌شود که پایه‌گذار آن پلاستیسیتی بوده و بسیار مشکل است که توسط روش‌های معمولی اقناع با آن‌ها ارتباط برقرار و یا بر آن‌ها غلبه پیدا کرد.
تأکید وکسلر بیشتر بر روی رابطه‌ی بین کاهش پلاستیسیتی و افزایش سن است، اما باید گفت تمرینات خاصی که توسط مکتب‌های فکری و شستشوی مغزی به‌کار گرفته می‌شود، از قوانین پلاستیسیتی تبعیت می‌کنند و نشانگر این هستند که گاهی با استفاده از آن‌ها می‌توان در بزرگ‌سالی هویت افراد را تغییر داد؛ حتی اگر خود شخص طالب آن نباشد. می‌توان ساختارهای نورونی شناختی را در فرد ویران کرد و سپس دوباره آن‌را ایجاد کرد و یا این‌که حداقل مواردی را به آن «اضافه کرد». این در صورتی ممکن است که زندگی روزانه‌ی افراد تحت کنترل قرار گیرد، آن‌ها را با دادن پاداش و یا تنبیهاتی سخت شرطی کرد و برایشان انجام تمریناتی انبوه و فشرده را مقرر کرد تا مجبور شوند با زبان و یا در فکر خود نظرات ایدئولوژیکی را تکرار کنند. به نظر والتر فریمن در مواردی، چنین فرآیندی حقیقتاً به «فراموش کردن» ساختارهای مغزی موجود افراد ختم می‌شود. اگر مغز خاصیت پلاستیسیتی نداشت بروز چنین نتایج ناگواری غیرممکن بود.

مغز آسیب‌پذیر؛ چگونه رسانه‌ها دوباره آن‌را سازمان‌دهی می‌کنند

اینترنت یکی از آن چیزهایی است که انسان معاصر می‌تواند بر روی آن میلیون‌ها «تمرین» انجام دهد، که انسان هزارسال پیش قطعاً از این موقعیت بی‌بهره بوده است. مدل مغز ما با استفاده از این موقعیت به‌صورتی انبوه تغییر پیدا می‌کند؛ و به همین‌گونه است مواردی مثل خواندن، تماشای تلویزیون، بازی‌های ویدئویی، وسایل الکترونیکی مدرن، موسیقی معاصر و دیگر «ابزار» امروزی.

مایکل مرتزنیج ۲۰۰۵

ما دلایلی را ذکر کردیم که چرا پلاستیسیتی زودتر از این‌ها کشف نشد؛ از جمله عدم وجود دریچه‌ای که توسط آن بتوانیم مغز زنده و پویا را ببینیم و وجود تفسیرهای بسیار ساده از تئوری موضعی بودن مغز؛ اما دلیل دیگری هم وجود دارد که ما درباره‌ی آن صحبت نکرده‌ایم. دلیلی که خاصه در ارتباط با مغزی است که فرهنگ باعث تغییر آن می‌شود. آن‌طور که مرلین دونالد نوشته، دیدگاه تقریباً تمامی دانشمندان علوم اعصاب نسبت به مغز به‌صورت یک عضو ایزوله بوده است؛ مشابه با چیزی که در درون یک جعبه قرار می‌گیرد. اعتقاد آن‌ها این بود که «موجودیت ذهن تماماً در درون سر است و در همان‌جا هم پرورش پیدا می‌کند و این‌که اساس ساختار آن بیولوژیکی است». رفتارگرایان و بسیاری از زیست‌شناسان از این دیدگاه دفاع می‌کردند. از جمله کسانی که آن‌را قبول نداشتند روانشناسان رشدی بودند، زیرا آن‌ها عموماً به این موضوع توجه داشتند که چگونه تأثیرات بیرونی ممکن است به فرآیند رشد مغز صدمه بزند.
تماشای تلویزیون، یکی از فعالیت‌های خاص فرهنگ ماست که با بروز مشکلات مغزی همراه شده است. تحقیقی که اخیراً بر روی بیش از ۲۶۰۰ کودک نوپا انجام شد، نشان داد تماشای تلویزیون پیش از سن مناسب، برای کودکان بین یک تا سه‌سال مشکلاتی را در ارتباط با تمرکز حواس و تمایل آن‌ها برای دیدن تلویزیون در سال‌های بعدی کودکی‌شان در بر خواهد داشت. هر یک‌ساعت تماشای تلویزیون در روز توسط کودکان نوپا، شانس این‌که در هفت‌سالگی دچار مشکلات جدی در تمرکز شوند را به میزان ده درصد افزایش می‌دهد. این تحقیق آن‌طور که جوئل تی.نیگ مطرح می‌کند، بر فاکتورهای احتمالی دیگری که بر ارتباط بین تماشای تلویزیون و مشکلات بعدی در تمرکز تأثیر دارد، کنترل کاملی نداشته است. در این رابطه می‌توان از کودکانی هم گفت که دارای مشکلات بیشتری در تمرکز خود هستند و واکنش والدینشان که آن‌ها را جلوی تلویزیون می‌گذارند. هنوز یافته‌های تحقیقات ابعاد افشاگرانه‌ی واقعاً زیادی دارد و با توجه به این‌که ساعات تماشای تلویزیون روبه افزایش است، این امر انجام تحقیقات بیشتر را می‌طلبد. چهل‌وپنج درصد از کودکان دوساله و کمتر از آن، در

آمریکا هر روز تلویزیون تماشا می‌کنند و یک‌چهارم از این تعداد در اتاق‌خواب خود تلویزیون دارند. حدود بیست‌وپنج‌سال بعدازآنکه تلویزیون عمومیت پیدا کرد، آموزگاران دانش‌آموزان خردسال متوجه شدند که دانش‌آموزان آنان ناآرام‌تر و در توجه دچار مشکلات بیشتری هستند. آموزشیار، جین هلی، در کتاب خود با عنوان «ذهن‌های در معرض خطر» به این تغییرات سندیت داد؛ او حدس می‌زد که این تغییرات نتیجه‌ی تغییرات پلاستیک در مغز کودکان باشد. با ورود این کودکان به دانشگاه، استادان شکایت می‌کردند که مجبورند هرسال نسبت به‌سال قبل، درس‌ها را «ساده‌تر» ارائه کنند؛ برای دانشجویانی که روزبه‌روز بیشتر مشتاق «جزوه‌نویسی» می‌شدند و از خواندن هر متن طولانی دچار هراس می‌شدند. در همین اثنا، این مشکل ظاهراً در «نمره‌های متورم شده» آنان خفه شد و با هجوم برای تجهیز «هر کلاس به چندین کامپیوتر» شدت گرفت که هدف از آن به‌جای این‌که افزایش حافظه و گستره‌ی توجه باشد افزایش رَم و گیگابایت در هر کلاس کامپیوتر بود. روان‌پزشک دانشگاه هاروارد، ادوارد هالوول، که متخصص در اختلال ژنتیکی نقص توجه است باور دارد که رسانه‌های الکترونیکی ارتباط مستقیمی با افزایش ویژگی نقص توجه دارند که این دومی در اکثر مردم ژنتیکی نیست. ایان‌اچ روبرتسون و ردموند اُکانل تمرینات مغزی را برای درمان اختلال نقص توجه به‌کار برده‌اند که نتایج امیدوارکننده‌ای داشته و حالا که این امر محقق شده، ما دلایلی داریم که امیدوارمان می‌کند ویژگی نقص توجه قابل درمان است.
بیشتر مردم فکر می‌کنند خطر رسانه‌ها در محتوای آن‌هاست، اما مارشال مک‌لوهان کانادایی که در دهه‌ی ۱۹۵۰ تحقیق درباره‌ی رسانه‌ها را پایه‌گذاری کرد و اینترنت را بیست‌سال پیش از اختراع آن پیش‌گویی کرد، اولین نفری بود که فهمید رسانه‌ها، بدون توجه به محتوایشان، مغز را تغییر می‌دهند و گفته‌ی او در این رابطه معروف است که «رسانه پیغام است». مک‌لوهان مطرح کرد که هر رسانه، ذهن و مغز ما را به روشی منحصر به‌خود سازمان‌دهی مجدد می‌کند و این‌که عواقب این سازمان‌دهی دوباره بسیار مهم‌تر از تأثیرات محتوا و یا «پیغام» آن است.
اریکا مایکل و مارسل جاست از دانشگاه کارنگی ملون، برای بررسی این‌که آیا واقعاً رسانه معادل پیغام است، به اسکن مغزی مبادرت کردند. آن‌ها نشان دادند در شنیدن یک متن و یا خواندن آن مناطق متفاوتی از مغز درگیر می‌شوند و همین‌طور این‌که مراکز ادراکی متفاوتی برای شنیدن کلمات و خواندن آن‌ها وجود دارد. جاست چنین می‌گوید: «مغز پیغام را می‌سازد... متفاوت برای خواندن و شنیدن. تأویل‌های عمل‌گرایانه این است که رسانه بخشی از پیغام است. گوش دادن به متنی که شنیداری است در مغز محفوظاتی متفاوت از خواندن آن بر جای می‌گذارد. اخباری که از رادیو شنیده می‌شود، به طریقی متفاوت از موقعیتی پردازش می‌شوند که کلمات آن در روزنامه خوانده شوند».
این کشف تئوری مرسوم ادراک را رد می‌کند. این تئوری می‌گوید مهم نیست

اطلاعات چگونه (توسط چه حس و یا رسانه‌ای) وارد مغز شما می‌شوند، زیرا درهرحال در یکجا و به یک صورت مشترک پردازش می‌شوند. تحقیق کایکل وجاست نشان داد که هر رسانه تجربه‌ی ادراکی و احساسی متفاوتی را به‌وجود می‌آورد؛ و ما می‌توانیم به این یافته اضافه کنیم که مدارهای متفاوتی را هم در مغز ایجاد می‌کند.
استفاده از هر رسانه باعث ایجاد تغییری در توازن حس‌های فردی ما می‌شود، به قیمت کاهش یافتن بعضی، بعضی دیگر افزایش می‌یابند. بر اساس نظرات مک‌لوهان، انسان نانویسا توازنی «طبیعی» از حس‌های شنوایی، بینایی، لامسه، بویایی و چشایی داشت. کلمات نوشتاری، انسان نانویسا را از دنیای صدا به سمت دنیای بصری سوق داد. تکلم به قرائت تغییر یافت و دستگاه تایپ و چاپ به این روند سرعت بخشیدند. حالا رسانه‌های الکترونیکی صدا را به گوش ما برمی‌گردانند و به طریقی در حال اعاده‌ی آن توازن اولیه هستند. هرکدام از رسانه‌های جدید شکلی منحصربه‌فرد از آگاهی ایجاد می‌کند که در آن بعضی حس‌ها «اوج» می‌گیرند و بعضی دیگر «کنار» می‌روند. مک‌لوهان دراین‌باره می‌گوید: «نسبت استفاده از حس‌ها تغییر می‌کند». ما از تحقیقی که پاسکوال- لئونه در بستن چشم افراد برای ایجاد حس نابینایی انجام داد (کنار رفتن حس بینایی) فهمیدیم که تجدید سازمان حسی می‌تواند چقدر سریع انجام شود.
اظهار این مطلب که یک رسانه‌ی فرهنگی مانند تلویزیون، رادیو و یا اینترنت باعث تغییر توازن حسی می‌شود، اثباتی برای آسیب‌رسان بودن آن‌ها نیست. بیشتر آسیبی که تلویزیون و دیگر رسانه‌های الکترونیکی مانند ویدئوها و بازی‌های کامپیوتری می‌زنند به دلیل تأثیری است که بر دقت و توجه ما می‌گذارند. کودکان و نوجوانانی که می‌نشینند تا بازی‌های کامپیوتری انجام دهند، درگیر انجام تمرین‌های انبوه شده و مرحله‌به‌مرحله جوایزی را دریافت می‌کنند. بازی‌های ویدئویی، مانند پورن در اینترنت، می‌توانند شرایط را به‌تمامی برای تغییرات پلاستیک مغز فراهم کنند. یک گروه در بیمارستان هامر اسمیت لندن یک نوع بازی ویدئویی را طراحی کرد که در آن یک فرمانده‌ی تانک به دشمن شلیک می‌کرد و در مقابل آتش متقابل دشمن جاخالی می‌داد. تحقیق نشان داد که در حین انجام این بازی دوپامین -انتقال‌دهنده‌ی عصبی پاداش که با مصرف داروهای مخدر نیز آزاد می‌شود- در مغز ترشح می‌شود. کسانی که به انجام بازی‌های کامپیوتری معتادند، تمام نشانه‌های اعتیاد را از خود بروز می‌دهند: هنگامی‌که مدتی بازی نمی‌کنند به انجام آن مشتاق‌اند، به دیگر فعالیت‌ها توجهی نشان نمی‌دهند، در پای کامپیوتر و هنگامی‌که به این بازی‌ها مشغول‌اند، احساس شادی می‌کنند و تمایل دارند میزان غرق شدن خود در آن‌را انکار کنند و یا کوچک نشان دهند.
تلویزیون، موزیک‌ویدئو و بازی‌های ویدئویی که در نمایش همه‌ی آن‌ها از تکنیک تلویزیون استفاده می‌شود با سرعتی بیش از زندگی معمولی پیش می‌روند و

سرعتی بیشتر هم پیدا می‌کنند؛ نتیجه این‌که مردم تمایل رو به افزایشی در جهت گذارهای سریع در این رسانه‌های پیدا می‌کنند. این شکل رسانه‌ی تصویری است -قطع نگاتیو، ویرایش، زوم، اتصال و سروصدای ناگهانی- که با فعال کردن آنچه پاولف «بازتاب سوگیری» می‌نامید، مغز را تغییر می‌دهد. بازتاب سوگیری هنگامی روی می‌دهد که ما تغییری ناگهانی را در دنیای اطراف خود حس کنیم؛ به‌خصوص اگر این تغییر یک حرکت ناگهانی باشد. در آن صورت ما به‌طور غریزی هر کاری که در حال انجام آن هستیم را قطع می‌کنیم تا رویمان را بگردانیم، حواسمان را جمع کنیم و منتظر بمانیم. تکامل بازتاب سوگیری در ما بدون هیچ شکی به این دلیل پیش آمده که نیاکان ما هم شکارچی بوده‌اند و هم طعمه‌ی شکار، در نتیجه لازم بوده که نسبت به موقعیت‌ها واکنش نشان دهند؛ موقعیت‌هایی که می‌توانسته خطرناک باشد و یا برای آن‌ها فرصت‌های ناگهانی را در جهت گیر آوردن غذا و یا انجام عمل جنسی و یا صرفاً چیزی جدید رقم بزند. این واکنش جنبه‌ای فیزیولوژیک دارد: ضربان قلب برای چهارتا شش ثانیه کاهش پیدا می‌کند، صحنه‌های تلویزیونی این واکنش را به میزانی سریع‌تر از آنچه که در زندگی‌مان تجربه می‌کنیم به جریان می‌اندازند، که خود دلیلی است برای این‌که چرا ما نمی‌توانیم حتی در میانه‌ی یک گفتگوی صمیمانه چشم از تلویزیون برداریم و این‌که چرا مردم بیش‌ازپیش وقت خود را پای تلویزیون می‌گذرانند. انواع موزیک‌ویدیوها، صحنه‌های اَکشن و آگهی‌های بازرگانی واکنش سوگیری را در ما هر ثانیه یک‌بار به جریان می‌اندازند که تماشای این صحنه‌ها بدون هیچ وقفه‌ای ما را در درگیر واکنش‌های سوگیری مداوم می‌کند. با این اوصاف تعجبی ندارد اگر افراد پس از تماشای تلویزیون احساس خستگی کنند. بااین‌وجود تماشای تلویزیون در ما ذائقه‌ای به‌وجود می‌آورد که تغییرات آهسته‌تر را برایمان خسته‌کننده می‌کند. آن‌وقت هزینه‌ای که برای آن می‌پردازیم این می‌شود که فعالیت‌هایی مانند مطالعه، مباحثه درباره‌ی موضوعات پیچیده و گوش دادن به سخنرانی‌ها برایمان دشوارتر می‌شود.

نظر مک‌لوهان این بود که ابزار ارتباط جمعی هم تعمیمی از ما به بیرون هستند و هم به درون ما راه پیدا می‌کنند. اولین قاعده‌ی او درباره‌ی ابزار این است که همه‌ی ابزارها به‌گونه‌ای تعمیمی از خصوصیات انسانی هستند؛ نوشتن تعمیم حافظه است؛ آنگاه‌که قلم به‌دست می‌گیریم و افکارمان را بر کاغذ ثبت می‌کنیم، خودرو تعمیمی از پاهای ماست و لباس از پوست بدنمان. ابزار الکتریکی تعمیمی از سیستم عصبی ما هستند: تلگراف، رادیو و تلفن تعمیمی از شنوایی ما، دوربین تلویزیونی تعمیمی از چشم‌ها و بینایی ما و کامپیوتر تعمیمی از ظرفیت پردازش سیستم عصبی مرکزی ما. او مدعی است که در نتیجه‌ی توسعه‌ی سیستم عصبی ما، کامپیوترها هم تغییر می‌کنند.

راه‌یابی ابزار به درون ما، که باعث تأثیر بر مغزمان می‌شود، چیزی است که کمتر مشهود است اما ما تاکنون نمونه‌هایی از آن‌را مشاهده کردیم. ابداع کاشت حلزون توسط مرتزنیچ و همکارانش، ابزاری که امواج صوتی را به

تکانه‌های الکتریکی تبدیل می‌کند، باعث می‌شود مغز بیماری که این دستگاه در گوشش کار گذاشته می‌شود خود را مجدداً سیم‌پیچی کند تا بتواند این تکانه‌های الکتریکی را بخواند.
«سریع به دنبال کلمه» ابزاری است که مانند رادیو و یا یک بازی کامپیوتری، زبان، صداها و تصاویر را انتقال می‌دهد و در این فرآیند مغر را مجدداً سیم‌پیچی می‌کند. هنگامی‌که باخی ریتا افراد نابینا را در ارتباط با یک دوربین قرار داد و آن‌ها توانستند توسط آن شکل‌ها، چهره‌ها و مناظر را درک کنند، نشان داد که سیستم عصبی می‌تواند بخشی از یک سیستم الکترونیک بزرگ‌تر شود. تمامی دستگاه‌های الکترونیکی مغز را مورد سیم‌پیچی مجدد قرار می‌دهند. کسانی که از کامپیوتر برای نوشتن استفاده می‌کنند در مقایسه با کسانی که توسط دست و با هجی کردن می‌نویسند بخشی از توانایی خود را از دست می‌دهند، زیرا مغزشان به‌گونه‌ای سیم‌پیچی نمی‌شود که با سرعت بالا افکار را به نوشتار و یا گفتار تبدیل کند. بی‌دلیل نیست که چنین افرادی که سیستم عصبی‌شان کمی دچار وقفه شده به هنگام از کار افتادن کامپیوترها فریادشان به آسمان می‌رود که «به نظرم عقلم را از دست داده‌ام»! زیرا استفاده از ابزارهای الکترونیکی در عین این‌که سیستم عصبی ما را به دنیای بیرونی تعمیم می‌دهند، باعث تعمیم این ابزارها به درون ما می‌شوند.
سیستم‌های الکترونیکی در تغییر سیستم عصبی بسیار مؤثر عمل می‌کنند، ازآن‌رو که مشابه آن کار می‌کنند و ازآن‌جهت که اساساً با آن سازگارند؛ در نتیجه به‌آسانی با آن ارتباط برقرار می‌کنند. برای برقراری ارتباط باید هر دو به‌فوریت سیگنال‌های الکتریکی را انتقال دهند. چون سیستم عصبی ما پلاستیک است، این قابلیت را داراست که از این سازگاری بهره برده، در سیستم الکترونیکی ادغام شده و یک سیستم بزرگ‌تر و واحد را به‌وجود آورد. درواقع ماهیت این سیستم‌های ادغام‌شونده است که تعیین می‌کند که آیا آن‌ها بیولوژیکی هستند و یا ساخته دست بشرند. سیستم عصبی یک سیستم داخلی است که پیغام یک بخش از بدن را به بخش دیگر می‌رساند و این سیستم در جانداران پرسلولی مثل ما تکامل پیدا کرده تا همان وظیفه‌ای را انجام دهد که دستگاه‌های الکترونیکی برای انسان انجام می‌دهند؛ ارتباط برقرار کردن بین اجزاء از هم دورافتاده. مک‌لوهان تعبیری طنزگونه برای این‌گونه تعمیم الکترونیک میان سیستم عصبی و خود وجودی انسان دارد: «اکنون آغازی است برای دوره‌ای که انسان مغزش را در بیرون سر و اعصابش را در خارج از پوست می‌یابد». او قاعده‌ای مشهور را چنین بیان می‌کند: «امروز پس از گذشت بیش از یک سده از شروع تکنولوژی الکترونیکی، ما سیستم عصبی مرکزی خود را در حد جهانی گسترده کرده و دو عامل زمان و مکان را درنوردیده‌ایم». زمان و مکان عواملی منسوخ شده‌اند، زیرا امروزه نقاط بسیار دور از هم توسط ابزارهای الکترونیکی درجا به هم مرتبط می‌شوند و به آنچه که زمانی ‘دهکده‌ی جهانی’ نامیده شد، عینیت می‌بخشند. این گستردگی

به‌این‌علت امکان‌پذیر شده که سیستم عصبی پلاستیک ما می‌تواند خود را با سیستم الکترونیکی یکپارچه کند.

ضمیمه‌ی دو: پلاستیسیتی و پیشرفت

این ایده که مغز پلاستیک است و خاصیت انعطاف‌پذیری دارد چیزی است که در مقاطعی از زمان‌های گذشته هم مطرح شده و بعد از میان رفته است. با وجود این‌که صرفاً در عصر حاضر بوده که نوروپلاستیسیتی خود را به‌عنوان بخشی از جریان علمی جا انداخته، اما نمودهای اولیه‌ی آن در زمان‌های گذشته اثرگذار بوده و باعث شده که علیرغم مخالفت‌های بسیاری از دانشمندان همکار با معتقدان به نوروپلاستیک، امکان پذیرش این فرضیه به‌وجود آید.
در سال ۱۷۶۲ بود که ژان ژاک روسو (۱۷۱۲-۱۷۷۸) نویسنده و فیلسوف سویسی، که دیدگاه مکانیکی آن زمان درباره‌ی طبیعت را اشتباه می‌دانست، اعلام کرد که از نظر وی طبیعت زنده و دارای تاریخ است، در اثر مرور زمان تغییر می‌کند و این‌که سیستم عصبی انسان شبیه به ماشین نیست، بلکه زنده و در حال تغییر است. در کتاب خود با عنوان «امیل یا تربیت» -اولین کتابی که تا آن زمان درباره‌ی پرورش کودک نوشته شده بود- روسو مطرح می‌کند که تجارب ما بر «سازمان مغز»مان اثر می‌گذارند و این‌که ما به همان ترتیب که ماهیچه‌هایمان را تمرین می‌دهیم باید بر روی احساسات و توانایی‌های فکری خود نیز «کار کنیم». روسو حتی معتقد بود که احساسات و غرایض نفسانی ما تا حد زیادی در همان اوان کودکی یادگیری می‌شوند. او بر اساس این فرضیه که بسیاری از جنبه‌های ذاتی ما برخلاف تصورمان ثابت نبوده و در حال تغییرند و این‌که این قابلیت انعطاف وجه مشخصه‌ی انسان است، در فکر تغییر شکل بنیادین در فرهنگ و آموزش انسان بود. او در کتاب خود نوشته: «برای درک یک انسان به همه‌ی انسان‌ها نگاه کنید و برای درک همه‌ی انسان‌ها به حیوانات نظر بیفکنید». در هنگام مقایسه‌ی ما با دیگرگونه‌ها، او تفاوت ما را در چیزی می‌بیند که از آن با عنوان «کمال‌پذیری» یاد می‌کند -که باعث رواج واژه‌ی شده است- و از آن برای توصیف پلاستیسیتی و یا انعطاف‌پذیری خاص انسانی استفاده می‌کند که در درجاتی باعث افتراق ما از حیوانات می‌شود. او می‌گوید چند ماه بعد از تولد، هر حیوان تبدیل به آن چیزی می‌شود که در سراسر عمر خود همان خواهد بود؛ اما انسان‌ها در دوران زندگی به‌علت ویژگی «کمال‌پذیری» تغییر می‌کنند.
از نظر او به‌علت ویژگی «کمال‌پذیری» است که ما می‌توانیم انواع توانایی‌های فکری را در خود پرورش داده و توازن بین حس‌ها و توانایی‌های موجود فکری خود را تغییر دهیم که البته این ویژگی مشکل‌زا هم می‌تواند باشد؛ زیرا ممکن است تعادل ذاتی بین حس‌های ما را بر هم زند. به دلیل حساسیت زیاد نسبت به تجربه، مغز در جهت شکل‌پذیری از این تجارب نیز انعطاف‌پذیری بیشتری دارد.

مدارس آموزشی مانند مدارس مونتسوری که تأکیدشان بر روی آموزش حس‌های انسانی است، مدارسی هستند که بر اساس نظریات روسو پا گرفته‌اند. روسو همچنین پیشوای مک‌لوهان است که چندین قرن پس از وی اعلام می‌کند ابزار، رسانه‌ها و تکنولوژی‌های خاص باعث تغییر در توازن حس‌های انسانی می‌شوند. هنگامی‌که ما می‌گوییم دستگاه‌های الکترونیکی لحظه‌ای، صداهای تلویزیونی و انحراف از سواد باعث تبدیل ما به انسان‌هایی به‌شدت «سیم‌پیچی شده» و با فراخنای توجه بسیار کم می‌شوند، به زبان روسو از مشکلات محیطی جدیدی سخن می‌گوییم که در ادراک شناختی ما تداخل ایجاد می‌کنند. روسو هم نگران بود که تجارب اشتباه ممکن است در توازن بین حس‌ها و تصورات ما خللی ایجاد کند. در سال ۱۷۸۳ فیلسوف سویسی معاصر روسو به نام چارلز بونت (۱۷۹۳-۱۷۲۰) که ناتورالیستی آشنا با نوشته‌های روسو بود، در طی نامه‌ای برای دانشمند ایتالیایی مایکل وینسنزو مالاکارن (۱۸۱۶-۱۷۴۴) نوشت که ممکن است واکنش بافت‌های مغز به تمرین چیزی مانند واکنش ماهیچه‌ها به آن باشد. مالاکارن تصمیم گرفت که فرضیه‌ی بونت را به‌صورت تجربی مورد تحقیق قرار دهد. او جفت‌هایی از جوجه‌های همزاد پرندگان را مورد تحقیق قرار داد و نیمی از آن‌ها را در محیطی غنی داد که محرک آن چندین سال آموزش‌های سنگین بود و نیم دیگر را در محیطی که هیچ‌گونه آموزشی را در بر نداشت. او همین آزمایش را در مورد جفت‌هایی همزاد از توله‌سگ‌ها هم انجام داد. مالاکارن اندازه‌ی مغز حیوانات را پس از قربانی کردن آن‌ها مورد بررسی قرار داد و متوجه شد مغز حیواناتی که آموزش دیده بودند، به‌خصوص در قسمتی به‌نام مخچه، بزرگ‌تر از دیگر حیوانات همزادشان بود که آموزش ندیده بودند. این امر نشانگر تأثیر «محیط غنی‌شده» و «آموزش» بر رشد مغزی فردی بود. کار مالاکارن تحقیقی کامل بود که با گذشت زمان مورد فراموشی واقع شد، تا این‌که در قرن بیستم توسط روزنزوایگ و دیگران احیاء شده و اهمیت خود را به‌دست آورد.

کمال‌پذیری، موهبتی توأمان

روسو در سال ۱۷۷۸ وفات یافت. او احتمالاً نمی‌توانسته از تحقیقات مالاکارن مطلع شده باشد اما توانایی غیرطبیعی در پیش‌گویی معنای کمال‌پذیری در انسان داشته است. گو این‌که کمال‌پذیری مایه‌ی امید است، اما همیشه موهبتی برای انسان نیست. به دلیل زمینه‌ی تغییری که در ما وجود دارد، ما هیچ‌وقت متوجه نمی‌شویم کدام جنبه از ما ذاتی بوده و کدام جنبه از فرهنگ کسب شده است. به دلیل وجود زمینه‌ی تغییر در انسان، فرهنگ و جامعه می‌توانند د بدان اندازه در شکل‌پذیری او مؤثر عمل کنند که از موجودیت ذاتی خود بسیار دورافتاده و ازخودبیگانه شود.
این فکر که کمال‌پذیری و یا تغییر در انسان باعث «رشد» مغز و ماهیت انسانی

می‌شود ممکن است سبب شادی ما شود، اما درعین‌حال می‌تواند مانند چوبی باشد که وارد کندوی زنبور مسائل اخلاقی می‌شود.
متفکران قبل از روسو که چیزی درباره‌ی انعطاف‌پذیری و خاصیت پلاستیک نگفته‌اند، از ارتقاء ذهنی «کامل» و یا آرمانی سخن گفته‌اند. از نظر آنان طبیعت تأمین‌کننده‌ی توانایی‌های حسی و ذهنی در ما بوده و ما با استفاده از این ظرفیت‌های حسی و ذهنی و تکمیل آن‌ها می‌توانیم ذهن خود را به شیوه‌ای سالم پرورش دهیم. روسو می‌دانست که اگر مغز و ذهن انسانی و حیات احساسی او قابل تغییر باشند، دیگر نمی‌توان چندان مطمئن بود که پرورش ذهنی کامل و یا طبیعی چه شکلی پیدا می‌کند؛ زیرا انواع بسیار زیادی از پرورش‌ها به‌وجود خواهد آمد. در این حالت کمال‌پذیری به این معناست که ما دیگر چندان مطمئن نیستیم که کامل کردن خود چه معنایی می‌دهد. با توجه به این مشکل اخلاقی، روسو از واژه‌ی «کمال‌پذیری» در مفهومی کنایه‌آمیز استفاده کرده است.

از کمال‌پذیری تا پیشرفت

هرگونه تغییر در استنباط ما از مفهوم مغز نهایتاً بر روی استنباط ما از مفهوم ماهیت انسان تأثیر می‌گذارد. بعد از روسو ایده‌ی کمال‌پذیری به‌سرعت در ارتباط با مفهوم «پیشرفت» قرار گرفت. از نظر کندورسه، فیلسوف و ریاضیدان فرانسوی (۱۷۹۴-۱۷۴۳) که نقش مهمی در انقلاب فرانسه بازی کرد، تاریخ انسانی تاریخ پیشرفت است و در ارتباط با کمال‌پذیری ماست. او می‌نویسد: «طبیعت هیچ محدودیتی را بر سر راه تکمیل توانایی انسان قرار نداده،... حقیقتاً کمال‌پذیری در انسان نامحدود است و... در برابر پیشرفت این کمال‌پذیری... هیچ محدودیت دیگری به‌جز بازه‌ی زمانی این جهانی وجود ندارد که طبیعت بر اساس آن وجود انسان را قالب‌گیری کرده است». طبیعت انسان از لحاظ فکری و اخلاقی دائماً قابلیت پیشرفت داشته و انسان هرگز نباید ظرفیت‌های ثابت و محدودی را در مورد کمال احتمالی خود قائل شود. (این دیدگاه نسبت به دیدگاه کمال نهایی جاه‌طلبی کمتری دارد اما بازهم به‌صورت ساده‌لوحانه‌ای آرمانی است).
از طریق افکار توماس جفرسون بود که توأمان پیشرفت و کمال‌پذیری به آمریکا وارد شد؛ او ظاهراً توسط بنجامین فرانکلین با افکار کندورسه آشنا شده بود. در میان بنیان‌گذاران آمریکا، توماس جفرسون این ایده را شفاف‌تر از دیگران بیان کرده است. او می‌نویسد: «من از جمله کسانی هستم که درکل دیدگاه مثبتی درباره‌ی شخصیت انسانی دارم.... من با کندورسه موافقم که ذهن انسان آن‌چنان ظرفیت کمال‌پذیری دارد که ما تاکنون نتوانسته‌ایم برای آن حدی قائل شویم». تمام بنیان‌گذاران آمریکا با جفرسون موافق نبودند، اما آلکسی دو توکویل فرانسوی که در سال ۱۸۳۰ از آمریکا بازدید کرد، اظهار کرده که

آمریکایی‌ها برخلاف دیگران ظاهراً به ایده‌ی «کمال‌پذیری نامحدود انسان» معتقدند. ممکن است این ایده‌ی پیشرفت سیاسی و علمی در آمریکایی‌ها -و متحد دائمی آن ایده‌ی کمال‌پذیری فردی- است که آنان را چنین مشتاق برای کتاب‌های خودارتقایی، خوددگرگونی و خودیاری کرده و با کسب نگرش «خواستن توانستن است» در آن‌ها اشتیاقی برای حل مشکلات به‌وجود آورده است.

هرچقدر این سخنان امید به‌وجود می‌آورد، جنبه‌ی تئوری ایده‌ی کمال‌پذیری انسان در عمل دارای جنبه‌هایی تاریک نیز هست. هنگامی‌که انقلابیون آرمان‌گرای فرانسه و روسیه، عاشقان سینه‌چاک ایده‌ی پیشرفت و معتقدان به ایده‌ای ساده‌لوحانه‌ای از تغییرپذیری انسان، به اطراف خود نگاه کرده و جامعه‌ای کمال نیافته را دیدند، با تصور «ایجاد مانع در مسیر پیشرفت» شروع به انداختن تقصیر بر دوش دیگران کردند؛ که «عصر وحشت» و «گولاگ» نتیجه‌ی آن بود. ما باید از نظر کلینیکی به این نکته نیز توجه داشته باشیم که به هنگام صحبت از پلاستیسیتی مغز به سرزنش کسانی نپردازیم که با وجود حضور این دانش جدید نمی‌توانند از آن بهره برده و یا تغییر کنند. نوروپلاستیسیتی در کمال وضوح به ما می‌آموزد که مغز بیش از تصور بعضی قابلیت تغییر دارد، اما تغییر مسیر از مفهوم تغییرپذیری مغز به کمال‌پذیری آن انتظارات را تا حد خطرناکی بالا می‌برد. این تناقض پلاستیک به ما می‌آموزد که نوروپلاستیسیتی همچنین می‌تواند مسبب بسیاری از رفتارهای انعطاف‌ناپذیر ما باشد و به همراه تمام انعطاف‌پذیری‌های بالقوه‌ای که در ما هست، مسبب بعضی آسیب‌شناسی‌ها هم باشد. ازآنجاکه در عصر حاضر، پلاستیسیتی در حال تبدیل شدن به موضوعی است که توجه انسان را به‌خود جلب کرده، ما باید هشیارانه این نکته را به‌خاطر بسپاریم که پلاستیسیتی پدیده‌ای است که تأثیراتی را به‌وجود می‌آورد که ما می‌توانیم آن‌ها را هم خوب و هم بد در نظر بگیریم؛ غیرمنعطف بودن و انعطاف‌پذیری، آسیب‌پذیری و چاره‌اندیشی غیرمنتظره.

توماس سوول متخصص و اقتصاددان می‌گوید: «با این‌که در طی قرن‌ها استفاده از واژه‌ی ‘کمال‌پذیری’ از رونق افتاده، اما مفهوم آن تاحد زیادی تا زمان حال دست‌نخورده باقی مانده است. این مفهوم که ‘انسان ماهیتی به‌شدت انعطاف‌پذیر دارد’ هنوز ایده‌ی اصلی نظرات بسیاری از متفکران معاصر است». تحقیق مفصل او تحت عنوان «نزاع دیدگاه‌ها» نشان می‌دهد که با محاسبه‌ی میزان مقبولیت و یا عدم مقبولیت ویژگی پلاستیسیتی انسان در نزد بسیاری از فیلسوفان سیاسی شاخص و معاصر غرب و میزان محدودیت کم یا بیشی که برای طبیعت انسان قائل‌اند، می‌توان این فیلسوفان را درک و آن‌ها را گروه‌بندی کرد. غالباً مطرح می‌شود که بیشتر متفکرین «محافظه‌کار» و متعلق به «جناح راست» مانند آدام اسمیت و ادموند بروک از دیدگاه محدودیت در طبیعت انسان پشتیبانی می‌کنند و تمایل متفکران «لیبرال» و یا «چپ‌گرا»یی مانند کندورسه و یا ویلیام گودوین این است که عنوان کنند چنین محدودیتی کمتر وجود دارد، اما

Telegram @ert_book

مواقعی هست و یا موضوعاتی وجود دارد که ظاهراً در مواجهه با آن‌ها محافظه‌کاران دیدگاه انعطاف‌پذیرتر دارند و لیبرال‌ها دیدگاهی با محدودیت بیشتر. برای نمونه اخیراً تعدادی از مفسران محافظه‌کار اعلام کرده‌اند که تمایل جنسی موضوعی سلیقه‌ای است و به‌گونه‌ای سخن گفته‌اند مثل این‌که فاکتورهایی مانند تلاش و تجربه ممکن است آن‌را تغییر دهد -به این معنا که پدیده‌ای پلاستیک و تغییرپذیر است- درحالی‌که مفسران لیبرال کلاً تمایل دارند آن‌را «سیم‌پیچی» شده و مقوله‌ای مربوط به ژن‌ها معرفی کنند؛ اما همه‌ی متفکران هم دیدگاهی کاملاً محدود و یا نامحدود از طبیعت انسانی ارائه نمی‌کنند و هستند کسانی که دیدگاهی ترکیبی از تغییرپذیری، کمال‌پذیری و پیشرفت در انسان دارند.
با بررسی از نزدیک نوروپلاستیسیتی و تناقض پلاستیک، ما دریافتیم که نوروپلاستیسیتی در انسان باعث ایجاد هر دو جنبه‌های محدود و غیر محدود طبیعت انسانی می‌شود؛ بنابراین در عین صحت این مطلب که قسمت عمده‌ای از پیشینه‌ی افکار سیاسی غرب در دوران گوناگون و توسط متفکرین مختلف در قالب نگرش‌هایی ارائه شده که به شکلی گسترده مفهوم پلاستیسیتی مغز انسان را درک کرده‌اند اما اگر با دقت بدان فکر کنیم درمی‌یابیم که پلاستیسیتی پدیده‌ای بیش از آن پنهان‌کار است که به‌طرزی آشکار از دیدگاه محدودیت و یا نامحدودیت طبیعت انسان پشتیبانی کند چراکه درواقع پلاستیسیتی بسته به چگونگی پرورش می‌تواند باعث ایجاد هر یک از دو ماهیت انعطاف‌پذیری و غیر انعطاف‌پذیری در انسان شود.

پایان

۱. hardwiring
۲. neuroplacticity
۳. neuro
۴. plastic
۵. vestibular apparatus
۶.Paul Schilder
۷. vestibular nuclei
۸. wobblers
۹. localizationism
۱۰. William Harvey
۱۱. Rene Descartes
۱۲. Paul Broca
۱۳. Carl Wernixke
۱۴. Jules Cotard
۱۵. Otto Soltmann
۱۶. Vernon Mountcastle
۱۷. Marie-Jean-Pierre
۱۸. Ragnar Granit
۱۹. Mary Jean Aguilar
۲۰. Shepherd Ivory Frantz
۲۱. Mriganka Sur
۲۲. Barbara Arrowsmith Young
۲۳. kinesthetic
۲۴. compensations
۲۵. Aleksandr Luria
۲۶. Basic Problems of Neurolonguistics
۲۷. free association
۲۸. Oliver Sacks
۲۹. The Man with a Shattered World
۳۰.Lyova Zazetsky
۳۱. I’ll Fight On
۳۲. Mark Rosenzweig
۳۳. Ritalin
۳۴. Acetylcholine
۳۵. Michael Merzenich
۳۶. Ian Robertson
۳۷. Teutonic مربوط به زبان آلمانی و متکلمان به

۳۸. Fast For Word
۳۹. Dr. Wilder Penfield
۴۰. Vernon Mountcastle
۴۱. Daivid Huble
۴۲. Torsten Wiesel
۴۳. critical period
۴۴. Konrad Lorenz
۴۵. imprinting
۴۶. Clinton Woolsey
۴۷. Peripheral nervous
۴۸. dendrites
۴۹. cell body
۵۰. axon
۵۱. excitatory signals
۵۲. inhibitory signals
۵۳. synapse
۵۴. neurotransmitter
۵۵. rewiring
۵۶. false localization
۵۷. point to point
۵۸. Graham Brawn
۵۹. Charles Sherrington
۶۰. Karl Lashlay
۶۱. Edwin G. Boring
۶۲. Jon Kaas
۶۳. Donald O. Hebb
۶۴. Carla Shatz
۶۵. Syndactyly
۶۶. webbed- finger syndrome
۶۷. Bill Jenkins
۶۸. Paula Tallal
۶۹. dyslexic
۷۰. scientific Learning
۷۱. the fast part of the speech
۷۲. bionic ears
۷۳. Rita Levi- Montalcin

۷۴. Viktor Hamburger
۷۵. Stanley Kohen
۷۶. NGF(nerve growth factor)
۷۷. BDNF(brain-derived neurotrophic factor)
۷۸. nucleus basalis
۷۹. modulatory control system of plasticity
۸۰. white noise
۸۱. Michael Kilgard
۸۲. Posit Science
۸۳. fuzzy engrams
۸۴. noisy brain
۸۵. signal noise problem
۸۶. PET
۸۷. posit science web site
۸۸. associative memory
۸۹. Fetishists
۹۰. amygdala
۹۱. regressing
۹۲. Tom Wolfe
۹۳. I Am Charlotte Simmons
۹۴. National Institute of Health
۹۵. Eric Nestler
۹۶. ΔFos B
۹۷. Sean Thomas
۹۸. Spectator
۹۹. limbic system
۱۰۰. Dr. Robert Heath
۱۰۱. mesolimbic dopamine system
۱۰۲. James Olds
۱۰۳. Peter Milner
۱۰۴. bipolar disorder
۱۰۵. globalization
۱۰۶. long term potentiation
۱۰۷. long term depression
۱۰۸. Walter J. Freeman
۱۰۹. vasopressin
۱۱۰. Jaak Pankseep

۱۱۱. focal dystonia (دیستونی گرفتگی عضلات دردناک و مداوم. م.)
۱۱۲. Nancy Byl
۱۱۳. S & M establishments
۱۱۴. Robert Stoller
۱۱۵. B & D (Bondage and discipline)
۱۱۶. The Life and Death of Bob Flanagan, Supermasochist
۱۱۷. Cystic fibrosis
۱۱۸. Michael Bernstein
۱۱۹. constraint – induced movement therapy(CI)
۱۲۰. Edward Taub
۱۲۱. B. F. Skinner
۱۲۲. Jhon B. Watson
۱۲۳. خدای رومی آتش و فلزکاری، م.
۱۲۴. deafferentation
۱۲۵. Charles Sherrington
۱۲۶. reflexological theory of movement
۱۲۷. F. W. Mott
۱۲۸. Nat Schoenfeld
۱۲۹. learned nonuse
۱۳۰. cortical shock
۱۳۱. conditioning
۱۳۲. shaping
۱۳۳. PETA
۱۳۴. Jean Crago
۱۳۵. Nicole Von Ruden
۱۳۶. glioma
۱۳۷. immersion
۱۳۸. Jhon Kaas
۱۳۹. Tim Pons
۱۴۰. Mortimer Mishkin
۱۴۱. amyotrophic lateral sclerosis
۱۴۲. tinnitus
۱۴۳. frontal lobotomy
۱۴۴. OCD
۱۴۵. Jeffery M. Schwartz
۱۴۶. orbital frontal cortex
۱۴۷. cingulate gyrus

۱۴۸. caudate nucleus
۱۴۹. Brain Lock
۱۵۰. exposure and response prevention
۱۵۱. Cognitive Therapy
۱۵۲. retinitis pigmentosa
۱۵۳. - V. S. Ramachandran
۱۵۴. Capgras Syndrome
۱۵۵. phantom limbs
۱۵۶. neuropathic pain
۱۵۷. Silas Weir Mitchell
۱۵۸. magnetoencephalography(MEG)
۱۵۹. Dr. Salvatore Aglioti
۱۶۰. Ronald Melzak
۱۶۱. Patrick Wall
۱۶۲. gate control Theory of pain
۱۶۳. referred pain
۱۶۴. transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS)
۱۶۵. reflex sympathetic dystrophy
۱۶۶. learned pain
۱۶۷. G. L. Moseley
۱۶۸. Alvaro Pascual Leone
۱۶۹. transcranial magnetic stimulation (TMS)
۱۷۰. repetitive TMS
۱۷۱. Santiago Ramon Y Cajal
۱۷۲. positron emission tomography(PET)
۱۷۳. Anders Ericss
۱۷۴. Guang Yue
۱۷۵. Kelly Cole
۱۷۶. Miguel Nicolelis
۱۷۷. John Chapin
۱۷۸. Jhon Donoghue
۱۷۹. Jean Decety
۱۸۰. Gerald Edelman
۱۸۱. Eric Kandel
۱۸۲. Tom Carew
۱۸۳. James Schwartz
۱۸۴. protein kinase A

۱۸۵. template function
۱۸۶. transcription function
۱۸۷. aphasia
۱۸۸. project for a scientific Psychology
۱۸۹. Sir Charles Sherington
۱۹۰. Hebb’s law
۱۹۱. free association
۱۹۲. transference
۱۹۳. right orbitofrontal system
۱۹۴. Rene Spitz
۱۹۵. disociation
۱۹۶. Mark Solmas
۱۹۷. Oliver Turnbull
۱۹۸. interpersonal psychotherapy
۱۹۹. Jhon Bowlby
۲۰۰. Harry Stack Sullivan
۲۰۱. regress
۲۰۲. Carolyn Rovee-Collier
۲۰۳. Marcos Frank
۲۰۴. rapid eyes movement
۲۰۵. Gerald Marks
۲۰۶. glucocotticoid
۲۰۷. prozac
۲۰۸. plastic paradox
۲۰۹. Degeneration and Regeneration of the Nervous System
۲۱۰. Ferdrick Rusty Gage
۲۱۱. Peter Eriksson
۲۱۲. glial cells
۲۱۳. nerogenesis
۲۱۴. Joseph Altman
۲۱۵. Gopal D. Das
۲۱۶. Fernando Nottebohm
۲۱۷. Elizabeth Gould
۲۱۸. Gerd Kempermann
۲۱۹. Henriette van Pragg
۲۲۰. Melanie Springer
۲۲۱. Cheryl Grady

۲۲۲. Roberto Cabeza
۲۲۳. Tai chi
۲۲۴. Dr. George Vaillant
۲۲۵. laterality
۲۲۶. Behr syndrome
۲۲۷. CAT
۲۲۸. Dr. Gordan Grafman
۲۲۹. social disinhibitation
۲۳۰. sensory reassignment
۲۳۱. compensatory masquerade
۲۳۲. mirror region takeover
۲۳۳. Harvey Levin
۲۳۴. Dr. Bruce Miller
۲۳۵. frontotemporal lobe dementia
۲۳۶. Drawing on the Right Side of the Brain
۲۳۷. hunter-gatherer
شکارچی گردآورنده جامعه‌ای است که اصلی‌ترین روش معیشت آن تغذیه‌ی مستقیم از گیاهان خوراکی و حیوانات حیات‌وحش است. این جامعه در جست‌جوی گیاه و در پی شکار حیوان است و تلاش مهمی در پدید آوردن کشتزار یا اهلی کردن حیوانات نمی‌کند. بیش از هشتاد درصد از طعام این جامعه از طریق جمع‌آوری فراهم می‌شود (م).
۲۳۸. cognitivr fluidity
۲۳۹. sublimation

Telegram @eat_book