

## پیشگفتار

این کتاب در رابطه با کشفی انقلابی است که براساس آن، مغز انسان می‌تواند خود را تغییر دهد و از طریق داستان‌هایی از دانشمندان، پزشکان و بیمارانی شرح داده شده است که با کمک یکدیگر این تحولات شگفت‌انگیز را رقم زده‌اند. آن‌ها بدون استفاده از عمل جراحی یا تجویز دارو، از توانایی مغز که تا پیش از آن ناشناخته بود استفاده کردند تا آن را تغییر دهند. برخی از آن‌ها بیمارانی بودند که تصور می‌شد از مشکلات مغزی لاعلاج رنج می‌برند؛ برخی دیگر افرادی بودند که مشکلات خاصی نداشتند و تنها تمایل داشتند تا با بالا رفتن سن، عملکرد مغز خود را بهبود ببخشند یا وضعیت آن را حفظ کنند. به مدت چهارصد سال، این اقدام مخاطره‌آمیز غیر قابل تصور بود، زیرا جریان متداول علم و طب بر این باور بود که آناتومی مغز ثابت و غیر قابل تغییر می‌باشد.

دانش عمومی بر این اساس استوار بود که پس از دوران کودکی، تغییر مغز صرفاً زمانی رخ می‌دهد که روند طولانی زوال را آغاز می‌کند؛ شناختی مبنی بر این که وقتی سلول‌های مغزی به طور مناسب رشد نمی‌کنند، آسیب می‌بینند و یا می‌میرند، نمی‌توانند جایگزین شوند. همچنین براساس این تصویر، اگر بخشی از مغز آسیب می‌دید، مغز هرگز نمی‌توانست ساختار خود را تغییر دهد یا راه حل دیگری پیدا کند. براساس فرضیه تغییرناپذیری مغز، افرادی که با محدودیت‌های مغزی یا ذهنی به دنیا آمده‌اند، یا متحمل آسیب مغزی شده‌اند، تمام عمر از این آسیب‌ها و محدودیت‌ها رنج خواهند برد.

به دانشمندانی که در مورد بهبود یا حفظ کیفیت مغز سالم از طریق فعالیت یا تمرین ذهنی کنجکاو بودند، گفته می‌شد که وقت خودشان را تلف نکنند. در

واقع، نوعی عقاید پوچ گرایانه<sup>۱</sup> در زمینه عصب شناختی حاکم شده بود- به این معنی که درمان بسیاری از مشکلات مغزی، بیهوده و یا حتی غیر قابل قبول بود. این عقاید در فرهنگ ما گسترش یافت و حتی جلوی پیشرفت دید کلی ما به طبیعت انسان را نیز گرفت. از آن جا که مغز نمی توانست تغییر کند، طبیعت انسان که از آن نشات می گرفت نیز لزوماً ثابت و تغییرناپذیر به نظر می رسید.

این باور که مغز نمی تواند تغییر کند سه منشأ اصلی داشت: نخست آن که بیماران متحمل آسیب مغزی به ندرت می توانستند به طور کامل بهبود یابند؛ عدم توانایی ما در مشاهده فعالیت های میکروسکوپی مغز زنده به عنوان دومین دلیل ارائه می شد و دلیل سوم نیز ایده ای بود که ریشه آن به آغاز علم مدرن بر می گشت؛ این که مغز همچون یک ماشین پرشکوه می باشد و در حالی که کارهای فوق العاده ی بسیاری انجام می دهد، تغییر نمی کند یا رشد نمی یابد.

من به عنوان یک محقق روانشناس و روانکاو، جلب ایده تغییر مغز شدم. وقتی بیماران به اندازه ای که انتظار می رفت به لحاظ روان شناسی پیشرفت نمی کردند، اغلب، دانش پزشکی معمول بر این اساس استوار بود که مشکل آن ها عمیقاً در مغز غیر قابل تغییرشان "سیم پیچی" شده است. "سیم پیچی" دیگر استعاره ماشینی است که از ایده "مغز همچون سخت افزار کامپیوتر" گرفته شده است؛ با مدارهایی که به طور دائمی به هم متصل اند و هر یک برای انجام عملکردی خاص و غیر قابل تغییر طراحی شده اند.

وقتی برای اولین بار اخباری در این باره شنیدم که امکان دارد مغز انسان سیم پیچی نباشد، برای اثبات این موضوع به خودم، می بایست تحقیق و شواهد را سبک سنگین می کردم. این تحقیقات من را از اتاق مشاوره ام دور کرد.

من به مسافرت هایی رفتم و در جریان آن ها با گروهی از دانشمندان برجسته ملاقات داشتم، دانشمندانی پیشتاز در علوم مغز که در اواخر دهه ۱۹۶۰ و یا

۱. اشاره به مکتب فلسفی نیپیلیسم

اوایل دهه ۱۹۷۰ میلادی به کشفیات غیرمنتظره‌ای دست یافته بودند. آن‌ها نشان داده بودند که مغز با هر فعالیت متفاوتی که انجام می‌دهد ساختار خود را تغییر می‌دهد و با تکمیل مدارهایش متناسب با وظایفی که در دست دارد عمل می‌کند. در صورت شکست "بخش‌های" به خصوص مغز در انجام وظایفشان، گاهی اوقات بخش‌های دیگری می‌توانند این وظایف را به عهده بگیرند. استعاره ماشین از مغز به عنوان عضوی با بخش‌های اختصاص یافته، نمی‌توانست به طور کامل تغییراتی که دانشمندان شاهد آن‌ها بودند را توجیه کند. بنابراین آن‌ها به تدریج این خصیصه بنیادین مغز را "انعطاف‌پذیری عصبی" نام‌گذاری کردند. نورو، از واژه "نورون" (یاخته عصبی) برگرفته شده که همان سلول‌های عصبی در مغز و سیستم عصبی ما می‌باشد. پلاستیک نیز به معنای "تغییرپذیر، نرم و انعطاف‌پذیر و قابل اصلاح و تعدیل" می‌باشد. در ابتدا بسیاری از دانشمندان جرات استفاده از کلمه "نوروپلاستیسیته" را در مقالات خود نداشتند و همکارانشان آن‌ها را برای ترویج چنین نظریه عجیب و غریبی تحقیر می‌کردند. با این وجود، آن‌ها ایستادگی کردند و رفته رفته، باور مغز غیر قابل تغییر را از بین بردند. آن‌ها نشان دادند که کودکان همیشه در سطح توانایی‌های مغزی که با آن‌ها به دنیا آمده‌اند باقی نمی‌مانند؛ و این که مغز آسیب دیده می‌تواند اغلب، آسیب‌دیدگی خود را دوباره سازمان دهد، بنابراین وقتی یک بخش از کار می‌افتد، بخشی دیگر جایگزین آن می‌شود؛ همچنین اگر سلول‌های مغزی بمیرند، می‌توانند در طول زمان جایگزین شوند؛ این که "مدارها" و حتی واکنش‌های بنیادین که به تصور ما ثابت‌اند، اما این گونه نیستند. یکی از این دانشمندان حتی نشان داد که فکر کردن، یادگرفتن و عمل کردن می‌تواند ژن‌های ما را فعال کنند یا عملکرد آن‌ها را برهم بزنند و بدین ترتیب، آناتومی مغز و رفتار ما را شکل دهند - که بدون شک یکی از کشفیات خارق‌العاده قرن بیستم می‌باشد.

در طی سفرهایم، با دانشمندی آشنا شدم که افراد نابینا از زمان تولد را قادر به دیدن کرده بود و نیز، دانشمندی دیگر که برای افراد ناشنوا این امکان را فراهم کرده بود تا بشنوند؛ من با افرادی صحبت کردم که دهه ها پیش دچار سکتته هایی شده بودند و به آن ها اعلام شده بود که علاجی برایشان نیست، اما به وسیله درمان های مبتنی بر انعطاف پذیری عصبی بهبود یافتند؛ من با افرادی آشنا شدم که با این روش، اختلالات یادگیری آن ها درمان و ضریب هوشی (آی کیو) آن ها افزایش یافته بود؛ شواهدی را دیدم که افراد هشتاد ساله می توانند حافظه خود را به گونه ای تقویت کنند که مثل زمان پنجاه و پنج سالگی شان عمل کند. من افرادی را دیدم که مغز خود را با افکارشان اصلاح می کردند تا ضربه ها و عقده های روحی را علاج را درمان کنند. من با برندگان جایزه نوبل گفت و گو کردم که با شور و هیجان بحث می کردند که حالا که می دانیم مغز، دائم در حال تغییر است، می بایست در مورد مدل مغز تجدید نظر کنیم.

به اعتقاد من، از زمانی که کلیات آناتومی اصلی مغز و کارکرد اجزای اولیه آن نظیر نورون ها بیان شد، این ایده که مغز می تواند ساختار و عملکرد خود را از طریق تفکر و فعالیت تغییر دهد، مهم ترین تحول در دیدگاه ما نسبت به مغز می باشد. این ایده نیز همانند تمامی تحولات، تأثیرات عمیقی از خود به جای خواهد گذاشت و من امیدوارم این کتاب، برخی از آن ها را نشان دهد. علاوه بر این موارد، تحول مرتبط با انعطاف پذیری عصبی، در درک ما از این که چگونه عشق، رابطه جنسی، غم و اندوه، روابط، یادگیری، اعتیاد، فرهنگ، فناوری و روان درمانی مغز ما را تغییر می دهند دخیل است. تمامی علوم اجتماعی، انسانی و فیزیکی، از آن جایی که با طبیعت انسان سرو کار دارند، به اندازه تمامی اشکال آموزش، تحت تأثیر انعطاف پذیری عصبی قرار دارند. تمامی این رشته ها می بایست با حقیقت مغزی که خودش را تغییر می دهد، کنار بیابند و درک کنند که ساختار مغز در هر فرد با دیگری فرق دارد و در جریان زندگی شخصی مان تغییر می کند.



در حالی که مغز انسان به ظاهر خود را دست کم گرفته است، نوروپلاستیستی نیز تنها شامل خبرهای خوش نیست؛ انعطاف‌پذیری عصبی نه تنها مغز ما را زیرک و کاردان‌تر می‌کند، بلکه آن را در مقابل نفوذ خارجی آسیب‌پذیر و حساس‌تر می‌سازد. انعطاف‌پذیری عصبی این قدرت را دارد تا رفتارهای انعطاف‌پذیر بیشتر اما سختگیرانه‌تری ایجاد کند- پدیده‌ای که من نامش را "تضاد انعطاف" گذاشته‌ام. جالب این جاست که برخی از سرسخت‌ترین عادات و اختلالات ما نتیجه تغییرپذیری ما هستند. وقتی تغییر ماده شکل‌پذیر به خصوصی در مغز رخ می‌دهد و به خوبی تثبیت می‌شود، می‌تواند از وقوع تغییرات دیگر جلوگیری کند. با درک تأثیرات مثبت و منفی انعطاف‌پذیری است که می‌توانیم به راستی به گستره قابلیت‌های بشری بپردازیم.

از آن جا که همیشه واژه‌ای جدید برای افرادی که کاری جدید انجام می‌دهند استفاده می‌شود، من متخصصان علم جدید تغییر مغز را "متخصصان انعطاف‌پذیری عصبی" می‌نامم. آنچه در ادامه خواهید خواند داستان ملاقات‌های من با آن‌ها و بیماری‌هایی است که توسط آن‌ها تغییر کردند.

SAYLAV PUB

## فصل اول

### زنی که پیوسته می افتاد...

توسط مردی نجات می یابد که کاشف تغییرپذیری در حواس ماست

شریل شیلتنز همواره احساس می کند مدام در حال افتادن است و چون احساس می کند در حال افتادن است، می افتد.

وقتی بدون کمک از جا بلند می شود، در چند لحظه، به نظر می رسد که انگار بر روی پرتگاهی ایستاده و در شرف سقوط است. اول سرش لقوه می گیرد و به یک سمت می چرخد و بعد دست هایش را باز می کند تا تعادلش را حفظ کند. خیلی سریع کل بدنش پی در پی به سمت جلو و عقب تکان می خورد، قبل از این که تعادلش را از دست بدهد، در آن لحظه که با آشفتگی در نوسان است، شبیه به بندبازی بر روی طنابی باریک به نظر می رسد - تنها فرقی این است که جفت پاهایش با فاصله از هم و محکم بر روی زمین قرار دارند. به نظر نمی رسد تنها از افتادن بترسد، انگار ترسش بیشتر از هُل داده شدن است.

به او می گویم: "تو شبیه به کسی هستی که داره روی پل تلوتلو می خوره." او پاسخ می دهد: "آره، احساس می کنم که در حال پریدن هستم، حتی آگه نخوام بپریم." وقتی از نزدیک او را تماشا می کنم، می توانم بینم که در حالی که ثابت ایستاده، اندام بدنش بدون اراده تکان می خورد، انگار گروهی نامرئی از اراذل و اوباش، ابتدا از یک سو و سپس از سمتی دیگر او را می کشند و هل می دهند و با بی رحمی سعی دارند او را به زمین بیاندازند. اما موضوع این است که این اراذل و اوباش در

درون او هستند و پنج سال است که با او این کار را می کنند. وقتی سعی می کند راه برود، باید دستش را به دیوار بگیرد و با این حال همچنان مثل یک فرد مست تلو تلو می خورد.

شریل حتی پس از افتادن به زمین احساس آسودگی نمی کند. از او می پرسیم: "چه احساسی داری وقتی زمین می خوری؟ وقتی می افتی، احساس زمین خوردن از بین می ره؟"

شریل می گوید: "وقتی هست که واقعاً زمین رو زیر پام حس نمی کنم... یه درجه ی خیالی باز می شه و منو می بلعه." حتی وقتی او به زمین می افتد، احساس می کند که هنوز، به طور مداوم و در پرتگاهی بی پایان در حال افتادن است.

مشکل شریل این است که دستگاه دهلیزی (وستیبولار) او، یعنی عضو حسی برای سیستم تعادل در بدن کار نمی کند. او بسیار خسته است و حس سقوط آزاد او را دیوانه می کند، زیرا نمی تواند به هیچ موضوع دیگری غیر از این فکر کند و از آینده می ترسد. خیلی زود پس از شروع این مشکل، کارش را به عنوان نماینده فروش بین الملل از دست می دهد و اکنون با دریافت ماهانه ی چک از کار افتادگی به مبلغ ۱۰۰۰ دلار زندگی اش را می گذراند. ترس جدیدش هم پیری است. همچنین از نوعی اضطراب و نگرانی نادر رنج می برد که نامی ندارد.

یکی از ویژگی های ناگفته اما اساسی بهزیستی ما، داشتن حس تعادلی است که به صورت طبیعی عمل می کند. در دهه ۱۹۳۰، روان پزشکی به نام پائول شیلدر<sup>۱</sup> در این رابطه که چطور حس سالم بودن و داشتن تصور جسمانی "استوار" با حس تعادل در ارتباط است، تحقیق کرد. زمانی که ما از "احساس آرامش" یا "آشفستگی"، "تعادل" یا "عدم تعادل"، "پابرجایی" یا "تزلزل"، "ثبات" یا "عدم

۱. Vestibular apparatus: سیستم تعادلی (وستیبولار)، ساختاری در گوش داخلی است که نقش اصلی را در حفظ تعادل بدن ایفا می کند. و



تبادل "صحبت می کنیم، در واقع به زبان دهلیزی سخن می گوئیم، حقیقتی که وجود آن در افرادی نظیر شریل کاملاً مشهود است. تعجبی نیست که افراد مبتلا به چنین اختلالی اغلب به لحاظ روانی از هم می پاشند و بسیاری از آن ها دست به خودکشی می زنند.

ما حواسی داریم که از وجودشان بی خبریم، تا وقتی که از دستشان می دهیم. تبادل یکی از حس هایی است که معمولاً به خوبی عمل می کند و آن قدر پیوسته و متداول است که در فهرست پنج حس اصلی که ارسطو بیان کرده بوده، قرار ندارد و قرن ها پس از آن نیز نادیده گرفته شد.

سیستم تبادل، مسئول حس جهت یابی ما در فضا است. عضو حسی آن، یعنی دستگاه دهلیزی شامل سه مجرای نیم دایره در گوش داخلی است که با تشخیص حرکت در فضای سه بعدی، به ما می گویند چه زمانی ایستاده ایم و چگونه جاذبه بر بدن ما تأثیر می گذارد. یکی از مجراها حرکت در سطح هم تراز و افقی، مجرای دیگر حرکت در سطح عمودی و مجرای سوم حرکت به سمت جلو و عقب را تشخیص می دهد. مجراهای نیم دایره دارای موهای ریز در بستری از مایع هستند. زمانی که سرمان را تکان می دهیم، این مایع موها را تکان می دهد و علامتی به مغزمان می فرستد که به ما می گوید سرعت ما در جهتی به خصوص افزایش یافته است. هر حرکت نیازمند تطابق با سایر بخش های بدن است. در صورتی که ما سرمان را به سمت جلو ببریم، مغزمان به بخش به خصوصی از بدن فرمان می دهد تا خود را به طور ناخودآگاه تطبیق دهد، تا ما بتوانیم آن تغییر را در مرکز ثقل بدن متوازن و تعادل مان را حفظ کنیم. سیگنال ها از دستگاه دهلیزی در امتداد عصب حرکت کرده و به توده ای از نورون های اختصاص یافته درون مغز ما می رسند که "هسته های دهلیزی"<sup>۱</sup> نامیده می شوند. سپس در این قسمت پردازش می شوند و بعد دستوراتی را به ماهیچه های ما ارسال می کنند تا خودشان

.....  
1. Vestibular nuclei

را تطبیق دهند. یک دستگاه دهلیزی سالم همچنین ارتباط قدرتمندی با سیستم بینایی ما دارد. زمانی که به دنبال یک اتوبوس در حال دویدن هستید و همان طور که به سرعت به جلو می دوید، سرتان بالا و پایین می رود، شما قادر هستید تا آن اتوبوس در حال حرکت را در مرکز نگاه خود قرار دهید، زیرا دستگاه دهلیزی شما پیام هایی را به مغزتان ارسال کرده است که سرعت و جهت دویدن شما را به آن اطلاع می دهد. این سیگنال ها به مغز شما این امکان را می دهند تا مردمک چشم های شما را بچرخاند و موقعیت آن ها را به گونه ای تنظیم کند که به سمت نشان موردنظرتان، یعنی اتوبوس هدایت شوند.

من به همراه شریل و پائول باخی ریتا، یکی از پیشگامان بزرگ در درک تغییرپذیری مغز و نیز تیم او در یکی از آزمایشگاه های هشتم. شریل در مورد آزمایشات امروز امیدوار است و در عین بردباری در مورد وضعیتش روراست است. یوری دانیلوف، متخصص بیوفیزیک گروه، محاسبات داده هایی را انجام می دهد که تیم از دستگاه دهلیزی شریل جمع آوری می کنند. این متخصص روسی، بسیار باهوش و دارای لهجه ای غلیظ است. او می گوید: "شریل بیماریه که دستگاه دهلیزیش رونود و پنج تا صد درصد از دست داده."

با توجه به هراستاندارد متعارفی، مورد شریل مایوس کننده است. دیدگاه سنتی، مغز را تشکیل شده از بخش های پردازش کننده ای در نظر می گیرد که به صورت ژنتیکی برای انجام عملکردهایی خاص مداربندی شده اند و رشد و تکامل هر یک از آن ها به تنهایی میلیون ها سال طول کشیده است. در صورتی که هر یک از این بخش ها آسیبی بینند، جایگزینی ندارند. اکنون که دستگاه دهلیزی آسیب دیده است، شریل به همان اندازه شانس دوباره به دست آوردن تعادل خود را دارد که شخصی که شبکیه چشمش آسیب دیده، امکان دیدن دوباره را دارد. اما امروز همه این نظریات به چالش کشیده خواهند شد.

شریل یک کلاه مخصوص بر سر گذاشته که دو طرفش سوراخ و دستگاهی داخلش وجود دارد که شتاب‌سنج نام دارد. همچنین یک نوار پلاستیکی باریک که بر روی آن الکترودهای کوچکی وجود دارد را بر روی زبانش قرار می‌دهد و می‌لیسد. شتاب‌سنج درون کلاه، سیگنال‌هایی را به نوار انتقال می‌دهد. همچنین هر دو به کامپیوتر مجاورشان متصل‌اند. شریل به قیافه خودش با آن کلاه می‌خندد و می‌گوید: "چون آگه نخندم گریه‌م می‌گیره."

این دستگاه یکی از نمونه‌های اولیه باخی ریتا است که ظاهر عجیبی دارد. این دستگاه جانشین دستگاه دهلیزی شریل می‌شود و سیگنال‌های تعادل را از زبان او به مغزش انتقال می‌دهد. این کلاه ممکن است بتواند کابوس فعلی شریل را کاملاً تغییر دهد. در سال ۱۹۷۷ پس از انجام یک عمل جراحی عادی برای بیرون آوردن رحم، شریل که در آن زمان سی و نه ساله بود، دچار عفونت پس از جراحی می‌شود و به همین دلیل برایش آنتی بیوتیک جنتامایسین تجویز می‌شود. از عوارض شناخته شده مصرف بیش از اندازه جنتامایسین، عفونت ساختار گوش داخلی است و حتی می‌تواند منجر به از دست دادن شنوایی (که این مورد در شریل صدق نمی‌کند) و آسیب به ساختار گوش میانی و سیستم تعادل بدن (مورد شریل) شود. اما از آنجا که جنتامایسین ارزان و مؤثر است، همچنان تجویز می‌شود، اما معمولاً تنها برای یک دوره کوتاه مدت. شریل می‌گوید این دارو بیش از حد به او داده شده است و به این ترتیب، او در خانواده کوچک آسیب دیدگان جنتامایسین قرار گرفت که خودشان را با عنوان "لرزشی‌ها" می‌شناسند.

شریل یک روز به صورت ناگهانی متوجه می‌شود که نمی‌تواند بدون این‌که به زمین بیافتد، بایستد. اگر سرش را بچرخاند، کل اتاق دور سرش می‌چرخد. او نمی‌توانست تشخیص دهد که خودش باعث این حرکت است یا دیوارها. بالاخره با تکیه بر دیوار بر روی پاهایش بلند می‌شود، خودش را به تلفن می‌رساند و به دکترش زنگ می‌زند.

وقتی به بیمارستان رسید، پزشکان از او آزمایشات مختلفی می‌گیرند تا ببینند که آیا دستگاه دهلیزی او کار می‌کند یا نه. آن‌ها آب گرم و بسیار سردی را درون گوش‌های او ریختند و او را روی تخت شیب‌داری خواباندند. وقتی از او خواستند تا با چشمان بسته از جایش بلند شود و بایستد، به زمین افتاد. یکی از پزشکان به او گفت: "بدن شما عملکرد دهلیزی ندارد." آزمایشات نشان دادند که از کارکرد دستگاه دهلیزی شریل تنها دو درصد باقی مانده است.

شریل می‌گوید: "دکترم خیلی بی تفاوت بود. ظاهراً این باید از عوارض جانبی جنتامایسین باشه." در همین حال احساساتی می‌شود و می‌گوید: "چرا هیچ کس از این عوارض به من چیزی نگفت؟ دکترم بهم گفت که این مشکل همیشگیه. من تنها بودم. مادرم منو برد دکتر، اما بعد رفت تا ماشینوبیاره و بیرون بیمارستان منتظرم بود. مادرم ازم پرسید حالم بهتر می‌شه؟ و من بهش نگاه کردم و گفتم همیشگیه... هیچ وقت خوب نمی‌شم."

از آنجا که ارتباط بین دستگاه دهلیزی شریل و سیستم بینایی او آسیب دیده است، چشمان او نمی‌توانستند یک هدف در حال حرکت را به راحتی دنبال کنند. او می‌گوید: "هر چیزی که می‌بینم، مثل یه ویدئوی بد و غیر حرفه‌ای بالا و پایین می‌پره. انگار هر چیزی که می‌بینم از ژله ساخته شده و هر قدمی که بر می‌دارم، همه چیز می‌لرزه."

هرچند او نمی‌توانست اشیاء در حال حرکت را با چشمانش دنبال کند، بینایی او تمام آن چیزی است که به او می‌گوید ایستاده است. چشمان ما با ثابت شدن بر روی خطوط افقی به ما کمک می‌کنند تا بدانیم در کجای محیط قرار گرفته‌ایم. یک بار وقتی چراغ‌ها خاموش شدند، شریل بلافاصله به زمین افتاد. اما بینایی تکیه‌گاه نامطمئنی برای اوست، زیرا هرگونه حرکتی در مقابلش - حتی فردی که به سمت او می‌آید - احساس افتادن را تشدید می‌کند. حتی پیچ و خم‌های فرش نیز با راه‌اندازی پی‌درپی پیام‌های کاذب که موجب می‌شود او به اشتباه فکر کند

کج ایستاده، منجر به واژگونی‌اش می‌شوند. او همچنین از خستگی روحی رنج می‌برد، به این خاطر که مدام در حالت آماده باش است. حفظ حالت قائم و راست ایستادن، نیروی زیادی از مغز می‌گیرد و نیروی مغزی که به منظور این عملکرد ذهنی مصرف می‌شود موجب کاهش عملکردهای ذهنی دیگر نظیر حافظه و توانایی محاسبه و استدلال می‌شود.

وقتی یوری در حال آماده کردن کامپیوتر برای شریل است، من درخواست می‌کنم تا دستگاه را امتحان کنم. کلاه مخصوص را بر روی سرم می‌گذارم و دستگاه پلاستیکی که بر روی آن الکتروود وجود دارد و به آن نمایشگر زبان می‌گویند را درون دهانم سُر می‌دهم. سطح آن صاف است و ضخامتش بیشتر از یک آدامس نیست.

شتاب‌سنج یا حس‌گر درون کلاه، حرکات در دو سطح را تشخیص می‌دهد. همان‌طور که من سرم را به سمت بالا و پایین تکان می‌دهم، این حرکت به صورت نقشه بر روی صفحه کامپیوتر نقش می‌بندد که به تیم اجازه می‌دهد تا آن را بررسی کنند.

همین نقشه بر روی مجموعه کوچک ۱۴۴ الکتروودی نشان داده می‌شود که درون نوار پلاستیکی بر روی زبانم کار گذاشته شده‌اند. وقتی سرم را به سمت جلو خم می‌کنم، شوک‌های الکتریکی به جلوی زبانم وارد می‌شوند که احساسی مانند حباب‌های گاز دار دارد و به من می‌گوید که سرم به سمت جلو خم شده است. بر روی صفحه کامپیوتر می‌توانم ببینم که سرم کجا قرار گرفته است. وقتی سرم را به عقب بر می‌گردانم، احساس می‌کنم آن حباب‌های گازدار با موجی آرام می‌چرخند و به انتهای زبانم می‌روند. وقتی سرم را به طرفین خم می‌کنم نیز همین اتفاق می‌افتد. سپس چشمانم را می‌بندم و امتحان می‌کنم که چطور می‌توانم با زبانم راهم را در فضا پیدا کنم. خیلی سریع فراموش می‌کنم که اطلاعات حسی از زبانم به دست می‌آید و می‌تواند پی‌ببرد که من در کجای فضا قرار دارم.

شریل کلاه را پس می‌گیرد؛ با تکیه دادن به میز تعادلش را حفظ می‌کند. یوری در حال تنظیم کنترل‌ها می‌گوید: "بیاین شروع کنیم".

شریل کلاه را بر سرش می‌گذارد و چشمانش را می‌بندد. تکیه‌اش را از میز بر می‌دارد، اما برای داشتن احساس رضایت بخش حاصل از تماس، دو انگشتش را بر روی آن نگه می‌دارد. او به زمین نمی‌افتد، هرچند به جز چرخش حساب‌ها بر روی زبانش، هیچ درکی از بالا و پایین ندارد. او انگشتانش را از میز بر می‌دارد. دیگر تلو تلو نمی‌خورد. او شروع می‌کند به گریه کردن - سیلی از اشک که ناشی از یک ضربه روحی است؛ اکنون که این کلاه را بر سر دارد و احساس امنیت می‌کند می‌تواند چشم‌هایش را باز کند. اولین باری که این کلاه را بر سرش گذاشت، برای اولین بار پس از پنج سال، دیگر احساس دائمی افتادن را نداشت. هدف امروز او این است که وقتی این کلاه را به سر دارد، متمرکز شود و به مدت بیست دقیقه بدون تکیه‌گاه و کمک بایستد. بیست دقیقه ایستادن برای هر کسی، صرف نظر از "لرزشی‌ها"، نیازمند مهارت و تعلیماتی در حد نخبانان کاخ باکینگهام دارد.

شریل راحت و آسوده به نظر می‌رسد. لغزش‌های جزئی دارد. تکان‌های شدید و سخت متوقف شده‌اند و آن نیروی شیطانی مبهم که به نظر از درون او راه می‌داد و به زمین می‌انداخت ناپدید شده است. مغزش در حال رمزگشایی سیگنال‌هایی از دستگاه دهلیزی مصنوعی‌اش است. برای او، این لحظات همراه با آرامش، یک معجزه است - یک معجزه انعطاف‌پذیری عصبی، زیرا این احساسات مور مور شدن بر روی زبانش، که به طور معمول راهشان را به بخشی از مغز به نام قشر حسی<sup>۱</sup> پیدا می‌کنند - یعنی همان لایه نازک بر روی سطح مغز که حس لامسه را پردازش می‌کند - به گونه‌ای راهشان را از طریق مسیری تازه به مغز پیدا می‌کنند و به ناحیه‌ای از مغز می‌رسند که تعادل را پردازش می‌کند.

.....  
1. Sensory cortex

باخی ریتا می‌گوید: "ما الان داریم روی این وسیله کار می‌کنیم تا اونقدر کوچک بشه که توی دهن مخفی بشه. مثل ردیف‌ساز دندونا تو اورتودنسی. این هدف ماست. بعد شریل و هرکسی که این مشکل رو داره، به زندگی عادی برمی‌گرده. هرکسی مثل شریل باید بتونه وقتی این دستگاه رو توی دهنش داره حرف بزنه و غذا بخوره، بدون این‌که کسی بفهمه چیزی توی دهنش هست."

بعد ادامه می‌دهد: "اما این فقط برای افرادی نیست که دچار عوارض جنتامایسین شدن. دیروز توی روزنامه نیویورک تایمز یه مقاله چاپ شده بود راجع به زمین خوردن در سالخوردگی. افراد مسن بیشتر از زمین خوردن می‌ترسن تا زورگیری. یک سوم افراد مسن زمین می‌خورن و چون از افتادن می‌ترسن، خونه می‌مونن و از دست و پاشون استفاده نمی‌کنن و از نظر جسمانی زودتر آسیب می‌بینن. اما من فکر می‌کنم، یه بخشی از مشکل اینه که حس تعادل، مثل شنوایی، چشایی، بینایی و بقیه حواس - با بالا رفتن سن ما کم کم ضعیف می‌شن. این وسیله به اونا هم کمک می‌کنه."

یوری دستگاه را خاموش می‌کند و می‌گوید: "وقتشه". اکنون نوبت به دومین معجزه انعطاف‌پذیری عصبی می‌رسد. شریل دستگاه روی زبان را از دهانش بیرون می‌آورد و کلاه را از سر برمی‌دارد. او لبخند عمیقی می‌زند زیرا در حالی که چشمانش بسته‌اند، بدون تکیه‌گاه ایستاده و به زمین نمی‌افتد. بعد چشمانش را باز می‌کند، هنوز میز را لمس نکرده است، یک پایش را بلند می‌کند و در حالی که وزنش را روی پای دیگرش می‌اندازد، تعادلش را حفظ می‌کند.

شریل به سمت دکتر باخی ریتا می‌رود و او را در آغوش می‌گیرد و می‌گوید: "من عاشق این آدم هستم." بعد به سمت من می‌آید. او لبریز از احساس است و از این‌که دنیا را دوباره زیر پاهایش احساس می‌کند شدیداً تحت تأثیر قرار گرفته است و من را نیز در آغوش می‌گیرد.

"احساس می‌کنم ثابت و استوارم. نباید فکر کنم ماهیچه‌ها هم کجان. الان می‌تونم به چیزای دیگه فکر کنم." او به سمت یوری برمی‌گردد و او را نیز می‌بوسد.

یوری که در مورد داده‌ها شکاک است، می‌گوید: "باید تأکید کنم که چرا معتقدم این به معجزه‌س. شریل تقریباً هیچ عضو حسی طبیعی نداره. ما تو این بیست دقیقه که گذشت براش حس گرم مصنوعی ایجاد کردیم. اما معجزه واقعی چیزیه که الان بعد از برداشتن دستگاه داره اتفاق می‌افته و اون نه دستگاه دهلیزی طبیعی داره نه مصنوعی. ما داریم به نوع نیرو و درون اون بیدار می‌کنیم."

اولین باری که آن‌ها این کلاه را امتحان کردند، شریل تنها یک دقیقه آن را بر سر گذاشت. پس از این‌که شریل کلاه را از سر برداشت، آن‌ها متوجه شدند که "تأثیری پس ماند" به مدت بیست ثانیه در او باقی مانده است، یعنی یک سوم مدت زمانی که کلاه را بر سر داشت. سپس شریل به مدت دو دقیقه کلاه را بر سر می‌گذارد و تأثیر پس ماند به مدت چهل ثانیه باقی می‌ماند. سپس آن‌ها این مدت زمان را به بیست دقیقه افزایش دادند و انتظار داشتند تأثیر پس ماند کمتر از هفت دقیقه باشد. اما به جای این‌که این تأثیر پس ماند به مدت یک سوم زمان باقی بماند، سه برابر این زمان یعنی یک ساعت ادامه یافت. امروز، باخی ریتا می‌گوید، آن‌ها در حال انجام آزمایشاتی هستند تا بررسی کنند که آیا بیست دقیقه بیشتر استفاده کردن از این دستگاه، موجب نوعی اثر یادگیری خواهد شد تا بدین ترتیب مدت زمان تأثیر پس ماند حتی بیشتر ادامه یابد.

شریل شروع می‌کند به ادا و اطوار درآوردن و پزدادن: "من می‌تونم دوباره مثل به خانم راه برم. شاید برای بیشتر آدم‌ها خیلی کار مهمی نباشه، اما برای من که مجبور نیستم دیگه برای راه رفتن پاهامو با فاصله از هم بذارم، خیلی مهمه."

شریل روی صندلی می‌رود و از آن پایین می‌پرد. او خم می‌شود تا چیزهایی را از روی زمین بردارد، تا نشان دهد می‌تواند دوباره راست بایستد و می‌گوید: "دفعه پیش که کلاه رو سرم گذاشتم تو مدت زمان تأثیر پس ماند، می‌تونستم طناب



بازی کنم."

یوری می‌گوید: "جالب اینجاس که شریل فقط طرز قرارگیری بدنش درست نشده. بعد از به مدت استفاده از دستگاه، اون تقریباً عادی رفتار می‌کنه. تعادلش رو حفظ می‌کنه و رانندگی می‌کنه که دلیلش بهبود عملکرد دهلیزیه. وقتی اون سرش رو تکون می‌ده، می‌تونه روی هدفش تمرکز کنه، یعنی ارتباط بین بینایی و سیستم دهلیزی هم بهبود پیدا کرده."

سرم را بالا می‌آورم و می‌بینم شریل در حال رقص با باخی ریتا است. چگونه شریل می‌تواند بدون استفاده از دستگاه برقصد و وظایف طبیعی‌اش را انجام دهد؟ به عقیده باخی ریتا دلایل متعددی وجود دارد. به طور مثال، سیستم دهلیزی شریل که آسیب دیده در هم و برهم و دارای "اختلال" است و سیگنال‌های جورواجور می‌فرستد. بدین ترتیب، اختلال در بافت آسیب دیده جلوی هرگونه سیگنالی که از بافت سالم ارسال می‌شود را می‌گیرد. این دستگاه به تقویت سیگنال‌هایی که از بافت‌های سالم شریل ارسال می‌شوند کمک می‌کند. باخی ریتا همچنین گمان می‌کند این دستگاه در به خدمت گرفتن سایر مسیرهای مغز نیز کمک می‌کند؛ در اصل، انعطاف‌پذیری نیز از همین جا نشأت می‌گیرد. سیستم مغزی هر فرد از مسیرهای عصبی بسیار و یا نورون‌هایی ساخته شده است که به یکدیگر متصل‌اند و با هم فعالیت می‌کنند. در صورتی که مسیرهای اصلی خاص مسدود باشند، مغز از مسیرهای قدیمی برای دورزدن آن‌ها استفاده می‌کند. باخی ریتا می‌گوید: "من این طوری بهش نگاه می‌کنم. اگر دارین از این جا تا میلوای رانندگی می‌کنید و پل اصلی مسدود شده باشه، اول بی‌حرکت می‌مونید، بعد از جاده‌های فرعی قدیمی وسط زمین‌های زراعی رد می‌شین. بعد وقتی بیشتر از این جاده‌ها تردد می‌کنین، راه‌های کوتاه‌تری برای رسیدن به مقصدتون پیدا می‌کنین و زودتر به اونجا می‌رسین." این مسیرهای عصبی "فرعی"، "آشکار" یا پدیدار هستند و با استفاده هر چه بیشتر، تقویت

می شوند. به طور کلی تصور می شود که "آشکارسازی" مسیرها یکی از روش های اصلی است که مغز تغییرپذیر خودش را دوباره سازماندهی می کند. این حقیقت که مدت زمان تأثیر پس ماند در بدن شریل به تدریج افزایش می یابد، نشان می دهد که مسیرهای آشکار در حال قوی تر شدن هستند. باخی ریتا امیدوار است که شریل، با تمرین و آموزش، بتواند به طولانی کردن مدت زمان تأثیر پس ماند ادامه دهد.

چند روز بعد ایمیلی از شریل به دست باخی ریتا می رسد که گزارش او از مدت زمان باقی ماندن تأثیر پس ماند است هنگامی که در خانه خودش به سر می برد. "کل زمان پس ماند: ۳ ساعت و بیست دقیقه بود... لرزش توی سرم شروع می شه - طبق معمول... نمی توئم درست حرف بزنم... احساس گیجی می کنم. خسته، بی حوصله... افسرده."

یک داستان دردناک شبیه به داستان سیندرلا. خارج شدن از حالت عادی بسیار سخت است. وقتی شریل این حالت را تجربه می کند، احساس می کند مُرده، زنده شده و سپس دوباره مُرده است. از طرفی، سه ساعت و بیست دقیقه پس از تنها بیست دقیقه استفاده از دستگاه، زمان پس ماندی ده برابر بیشتر از زمان استفاده از دستگاه است. او اولین نفر از "لرزشی ها" است که تحت درمان قرار گرفته و حتی اگر مدت زمان تأثیر پس ماند به هیچ وجه افزایش نیابد، او اکنون می تواند چهار بار در روز به مدت کوتاه از دستگاه استفاده کند و زندگی عادی داشته باشد. اما از آنجا که به نظر می رسد با هر جلسه استفاده از دستگاه، مغز او تعلیم می بیند تا مدت زمان پس ماند را افزایش دهد، دلیل خوبی است برای این که انتظار داشته باشیم این زمان طولانی تر شود. در صورتی که این حالت ادامه پیدا کند...

این حالت ادامه یافت. شریل تا یک سال بعد مرتباً از این دستگاه استفاده کرد تا آسوده باشد و تأثیر پس ماند را افزایش دهد. تأثیر پس ماند او از چندین ساعت به

چند روز و سپس به چهار ماه افزایش یافت. اکنون او دیگر به هیچ وجه از دستگاه استفاده نمی‌کند و خودش را جزء گروه "لرزشی‌ها" نمی‌داند.

در سال ۱۹۶۹، نیچر، برجسته‌ترین نشریه علمی در اروپا، مقاله کوتاهی را به چاپ رسانده بود که به طور واضح احساس داستان‌های علمی تخیلی را القا می‌کرد. پائول باخی ریتا، نویسنده ارشد آن، هم دانشمند و هم پزشک توان بخشی بود - یک ترکیب نادر. این مقاله، شرح دستگاهی بود که به افرادی که از زمان تولد نابینا بودند کمک می‌کرد تا ببینند. تمام افرادی که شبکه چشم آن‌ها آسیب دیده بود و کاملاً غیر قابل درمان تشخیص داده شده بودند.

مقاله‌ی نشریه نیچر، در بخش "هفته نامه و زندگی" روزنامه نیویورک تایمز چاپ شد. اما شاید به این خاطر که این ادعا به ظاهر بسیار نامعقول می‌رسید، این دستگاه و مخترع آن خیلی زود تا حدی به فراموشی سپرده شدند.

همراه با این مقاله، تصویری از یک دستگاه عجیب و غریب نیز بود - چیزی شبیه به یک صندلی دندان پزشکی پهن با پشتی مرتعش، سیم‌هایی در هم پیچیده و کامپیوترهایی بزرگ. کل دستگاه از تکه‌های دور انداخته شده که با دستگاه‌های الکترونیکی سال ۱۹۶۰ ترکیب شده بودند ساخته شده بود و وزن آن ۱۸۰ کیلو بود. یک فرد نابینای مادرزاد - فردی که هرگز هیچ‌گونه تجربه بینایی نداشته است - روی صندلی، پشت یک دوربین بزرگ نشست، دوربینی به اندازه دوربین‌هایی که در آن زمان در استودیو تلویزیون به کار برده می‌شد. او با چرخاندن دسته‌ها دوربین را حرکت می‌داد و صحنه مقابلش را "اسکن" می‌کرد. سپس سیگنال‌های الکتریکی به چهارصد محرک لرزشی انتقال یافتند که در ردیف‌هایی بر روی صفحه‌ای فلزی در داخل پشتی صندلی کار گذاشته شده بودند، بنابراین محرک‌ها، در مجاورت با پوست فرد نابینا بودند. محرک‌ها مانند پیکسل‌های

۱. Nature: مجله نیچر که از سال ۱۸۶۹ میلادی تاکنون منتشر می‌شود یک نشریه هفتگی جامع است که در میان پرازش‌ترین مجله‌های علمی جهان قرار دارد. م

تصویر عمل می کردند؛ در بخش های تاریک صحنه می لرزیدند و در بخش های روشن تر ثابت می ماندند. این "دستگاه بینایی-لمسی" که این گونه نام گذاری شده بود، به افراد نابینا این امکان را می داد تا بخوانند، چهره ها و سایه ها را ببینند و تشخیص دهند کدام شیء به آن ها نزدیک تر و کدام دورتر است. این دستگاه آن ها را قادر می ساخت تا دورنمای سه بعدی را دریابند و پی ببرند که چگونه شکل ظاهری اشیاء، بسته به زاویه دیدی که آن را می بینند تغییر می کند. شش نفری که این آزمایش را انجام دادند، یادگرفتند تا اشیایی نظیر تلفن را تشخیص دهند، حتی زمانی که تا اندازه ای تحت الشعاع یک گلدان قرار گرفته بود. با این دستگاه که به دهه ۱۹۶۰ میلادی مربوط می شود، آن ها حتی توانستند تصویر توئیگی، سوپر مدل آن دوران که مبتلا به بی اشتهایی عصبی بود را تشخیص دهند.

هر کس که از دستگاه نسبتاً بدقواره بینایی-لمسی استفاده می کرد، از آنجا که از داشتن حواس بساوایی<sup>۱</sup> به "دیدن" اشیاء و اشخاص می رسید، به تجربه ادراکی قابل توجهی دست می یافت.

با کمی تمرین، افراد نابینا کم کم فضای مقابل خود را به صورت سه بعدی تجربه می کردند، هر چند اطلاعات، از چیدمانی دو بُعدی در پشت کمر آن ها وارد می شد. اگر کسی توپی را به سمت دوربین می فرستاد، فرد نابینا به طور غیر ارادی عقب می پرید تا جا خالی دهد. همچنین اگر صفحه محرک های لرزان از پشت آن ها به شکمشان منتقل می شد، صحنه را عیناً همان طور که در مقابل دوربین اتفاق می افتاد مشاهده می کردند. اگر ناحیه نزدیک محرک ها دچار خارش می شد، آن ها خارش را با محرک های بینایی اشتباه نمی گرفتند. تجربه ادراک ذهنی آن ها از روی سطح پوست حاصل نمی شد، بلکه از دنیای اطرافشان صورت می گرفت و ادراکی پیچیده بود. با تمرین، افراد نابینا می توانستند دوربین



را به اطراف حرکت دهند و جملاتی نظیر این بگویند: "اون بَته؛ امروز موهاش رو باز گذاشته و عینک نزده؛ دهنش بازه و داره دست راستش رو از سمت چپش به پشت سرش می‌بره." درست است که وضوح تصویر در این دستگاه گاهی پایین بود، اما باخی ریتا توضیح می‌داد که حس باصره حتماً نباید بی عیب و نقص باشد تا بشود آن را بینایی و دیدن به شمار آورد. او می‌پرسید: "وقتی در خیابانی مه گرفته راه می‌ریم و شکلی کلی از به ساختمون رو می‌بینیم، آیا به دلیل واضح نبودن اون رو کمتر می‌بینیم؟ یا وقتی تصویری سفید و سیاه رو می‌بینیم، به دلیل نداشتن رنگ اون نمی‌بینیم؟"

این دستگاه که اکنون به دست فراموشی سپرده شده، یکی از نخستین و جالب توجه‌ترین موارد به کار گرفته شده در انعطاف‌پذیری عصبی است - تلاشی برای جایگزینی یک حس با حسی دیگر - و نتیجه هم داد. با این وجود، نامعقول تصور شد و نادیده گرفته شد، زیرا طرز تفکر علمی در آن زمان پذیرفته بود که ساختار مغز تغییرناپذیر است و حواس ما، یعنی مسیرهایی که تجارب از طریق آن‌ها به مغز ما می‌رسند، تثبیت شده‌اند. این ایده، که هنوز طرفداران بسیاری دارد، "نظریه موضعی ساختن مغز" نام دارد. این نظریه ارتباط نزدیکی با این ایده دارد که مغز مثل یک دستگاه پیچیده، از بخش‌هایی تشکیل شده است که هر یک عملکرد ذهنی به خصوصی را انجام می‌دهند و در یک موقعیت تثبیت شده یا به لحاظ ژنتیکی از پیش تعیین شده وجود دارند که نام ایده نیز از همین جا گرفته شده است. ایده مغزی که تثبیت شده و در آن هر یک از وظایف ذهنی دارای موقعیت مشخصی هستند، فضای کمی برای انعطاف‌پذیری باقی می‌گذارد.

ایده مغز ماشین وار، از اولین باری که در قرن هفدهم مطرح شد، الهام بخش و هدایتگر علم عصب‌شناسی بوده و در حال جایگزین شدن با مفاهیم ناآشکار و مرموز بسیاری در رابطه با روح و جسم است. دانشمندان تحت تأثیر اکتشافات

گالیله (۱۶۴۲-۱۵۶۴) قرار داشتند که نشان داده بود می توان سیارات را اجرام بی جانی در نظر گرفت که با نیروهای مکانیکی حرکت می کنند. طبق این اکتشاف، دانشمندان به این باور رسیده بودند که کل طبیعت مانند یک ساعت کیهانی بزرگ عمل می کند و تحت تأثیر قوانین فیزیک است. به این ترتیب آن ها شروع کردند به تشریح مکانیکی تک تک موجودات زنده، از جمله اعضای بدن ما، درست مثل این که آن ها هم ماشین هستند. این ایده که کل طبیعت مثل یک ماشین بسیار بزرگ است و اعضای بدن ما نیز شبیه به ماشین عمل می کنند، جایگزین ایده یونانی شد که قدمتی دو هزار ساله داشت. ایده یونانی، کل طبیعت را یک سازواره جاندار و بیکران در نظر می گرفت و اعضای بدن ما را هر چیزی به جز یک ماشین بی جان. اما اولین دستاورد مهم در رابطه با این ایده جدید "زیست شناسی مکانیکی" یک دستاورد برجسته و مبتکرانه بود.

ویلیام هاروی (۱۶۵۷-۱۵۷۸)، که در رشته آناتومی در شهر پادووا ایتالیا تحصیل کرده بود، یعنی همان جایی که گالیله سخنرانی کرده بود، کشف کرد که چطور خون در بدن ما به گردش در می آید و نشان داد که قلب مثل یک تلمبه عمل می کند که البته، یک ماشین ساده است. در نتیجه خیلی زود بسیاری از دانشمندان به این نتیجه رسیدند که اگر می خواهند تفسیر و توضیحشان علمی باشد می بایست دیدگاهی مکانیکی داشته باشند- یعنی، تحت قوانین مکانیکی حرکت باشد.

رنه دکارت، فیلسوف فرانسوی (۱۶۵۰-۱۵۹۶) نیز به پیروی از هاروی استدلال کرد که مغز و سیستم عصبی نیز همچون یک تلمبه عمل می کنند. او معتقد بود اعصاب ما در حقیقت لوله هایی هستند که از دست و پای ما به مغز رفتند و بالعکس. او اولین شخصی بود که با مطرح کردن این ایده که وقتی پوست یک فرد لمس می شود، ماده ای مایع مانند از لوله های عصبی در مغز جاری می شود و به طور خودکار به عصب ها "بر می گردد" تا ماهیچه ها را حرکت دهد. او هم چنین،