



## توانایی‌های شگفت‌انگیز مغز انسان که آن را بین تمام موجودات خاص کرده است

چه چیز خاصی در مورد مغز انسان وجود دارد؟ در این گزارش از اطلس‌های سلولی، ارگانوئیدهای مغز و سایر روش‌ها و داده‌ها برای پاسخ به یک سوال قدیمی استفاده شده است.

چه چیز خاصی در مورد مغز انسان وجود دارد؟ در این گزارش از اطلس‌های سلولی، ارگانوئیدهای مغز و سایر روش‌ها و داده‌ها برای پاسخ به یک سوال قدیمی استفاده شده است.

به گزارش ایسنا، قطعا چیزی در مورد مغز انسان وجود دارد که آن را با مغز حیوانات دیگر متفاوت کرده است. چیزی که انسان را قادر می‌سازد برنامه ریزی کند، آینده را تصور کند، جدول حل کند، لطیفه‌های طعنه آمیز بگوید و بسیاری از کارهای دیگر را انجام دهد که همگی در کنار هم، گونه ما را از سایر حیوانات متمایز می‌کند.

به نقل از نیچر، این توضیح می‌دهد که چرا انسان‌ها به شرایط ویرانگر ذهنی مانند اختلال دوقطبی و اسکیزوفرنی مبتلا می‌شوند که حیوانات دیگر به آن مبتلا نمی‌شوند.

### آن چیز چیست؟

در چند سال گذشته، روش‌های جدید برای مطالعه مغز انسان و سایر گونه‌ها شروع به آشکار کردن تفاوت‌های کلیدی با جزئیاتی بیشتر از همیشه کرده‌اند.

اکنون پژوهشگران می‌توانند با فهرست بندی ژن‌ها، آران‌ای (RNA) و پروتئین‌ها، از آنچه درون میلیون‌ها سلول مغز اتفاق می‌افتد، آنها را ردیابی کنند و با مطالعه بافت مغز، درس‌هایی کلیدی در مورد چگونگی رشد و عملکرد این اندام می‌آموزند.

تفاوت بین سلول‌های مغز انسان و سایر گونه‌ها اغلب ظریف است. همچنین مغز انسان در مقایسه با سایر حیوانات به کندی رشد می‌کند، اما اینکه چگونه این ویژگی‌ها مهارت‌های شناختی ما را به وجود می‌آورند، هنوز یک راز است. اگرچه محققان سرنخ‌های امیدوارکننده زیادی دارند.

### اهمیت اندازه

اگر چیزی وجود داشته باشد که در مورد مغز انسان در مقایسه با مغز سایر پستانداران و حتی برخی از خویشاوندان منقرض شده انسان متمایز باشد، اندازه آن است.

حجم مغز انسان تا سه برابر بزرگ‌تر از مغز شامپانزه‌ها، گوریل‌ها و بسیاری از خویشاوندان منقرض شده انسان است. اندازه مغز در بیشتر حیوانات با اندازه بدن آنها ارتباط تنگاتنگی دارد، اما انسان این الگو را نقض می‌کند. مغز ما با توجه به اندازه بدن ما بسیار بزرگتر از حد انتظار است.

پژوهشگران اغلب از نسبتی به نام ضریب انسفالیزاسیون (EQ) استفاده می‌کنند تا تصور کنند که مغز یک حیوان در مقایسه با آنچه که با توجه به اندازه بدن آن انتظار می‌رود، چقدر بزرگتر یا کوچکتر است. اگر نسبت توده مغز به بدن انتظارات را برآورده کند، این رقم برابر با ۱ می‌شود.

به عنوان مثال اندازه مغز موش نصف اندازه‌ای است که از بدنش انتظار می‌رود یا مغز انسان بیش از هفت برابر اندازه مورد انتظار آن است.

اگرچه فرگشت، مغز انسان را بزرگ کرده است، اما به طور یکسان این کار را انجام نداده است و برخی از نواحی مغز ما بیش از سایر بخش‌ها بزرگ شده‌اند.

یکی از ناحیه‌های بزرگتر، قشر مغز است که ناحیه‌ای است که برنامه ریزی، استدلال، زبان و بسیاری از رفتارهای دیگر را انجام می‌دهد، چیزهایی که انسان در آنها نسبت به سایر موجودات برتری دارد.

نواحی دیگر مانند مخچه (ناحیه‌ای در پشت مغز که پر از سلول‌های عصبی است و به انجام حرکت و برنامه ریزی کمک می‌کند) نیز به خوبی گسترش یافته و بزرگ شده است.

قشر پیش پیشانی مغز، هم در شامپانزه‌ها و هم در انسان‌ها ساختار مشابهی دارد، اگرچه در مغز انسان دارای ساختار بسیار بیشتری نسبت به مغز شامپانزه‌هاست.

همچنین بین تعداد نورون‌های مغز انسان در مقایسه با سایر حیوانات تفاوت زیادی وجود دارد. به عنوان مثال، مغز انسان حدود ۱۰۰۰ برابر بیشتر از مغز موش و ۱۳.۵ برابر بیشتر از میمون ماکاک است.

اما اندازه مغز و تعداد نورون‌ها همه چیز نیستند. برخی از حیواناتی که مغزشان به گونه‌ای متفاوت از پستانداران به نظر می‌رسد و رشد می‌کند، مانند زاغ‌ها و سایر اعضای خانواده کلاغ‌ها می‌توانند به طرز چشمگیری یاد بگیرند یا به خاطر بسپارند.

چت شرود (Chet Sherwood) انسان‌شناس و عصب‌شناس در دانشگاه جورج واشنگتن می‌گوید: اندازه مغز به تنهایی نمی‌تواند توانایی شناختی انسان را توضیح دهد.

### دستور مخصوص

نگاه دقیق به سلول‌های مغز الگوهای جالبی را نشان می‌دهد. طی پنج سال گذشته، تکنیک‌هایی که دانشمندان را قادر می‌سازد تا ژن‌های بیان شده در یک سلول را فهرست بندی کنند، انواع مختلفی از سلول‌ها را که مغز را می‌سازند، در سطحی از

جزئیات بسیار بالاتر از هر چیزی که قبلاً به دست آمده بود، آشکار کرده اند. سال گذشته گروهی مستقر در مؤسسه علوم مغز آلن در سیاتل واشنگتن، جامع ترین اطلس های سلولی را در مغز موش و انسان گزارش کردند. محققان به عنوان بخشی از یک تلاش بین المللی به نام BRAIN Initiative Cell Census Network (به اختصار BICCN، کل مغز موش را ترسیم کردند و ۵۳۰۰ نوع سلول را پیدا کردند. اطلس مغز انسان هنوز تمام نشده است، اما تاکنون بیش از ۳۳۰۰ نوع از ۱۰۰ بخش را در مغز شامل می شود. محققان انتظار دارند تعداد بیشتری را بیابند.

برخی از ناحیه ها دارای انواع سلول های متمایزی هستند. به عنوان مثال، قشر بینایی انسان حاوی چندین نوع نورون است که منحصر به آن ناحیه است. اما به طور کلی، انواع سلول های خاص انسان، نادر هستند. تصور کلی هنگام مقایسه انواع سلول های مغز انسان با گونه های دیگر، مشابهت است. اد لین (Ed Lein) عصب شناس مؤسسه آلن که در تلاش برای فهرست بندی سلول های مغز انسان، موش و سایر مغزها نقش دارد، می گوید: انتظار تفاوت های بزرگتری داشتیم. معماری سلولی اولیه به طور قابل توجهی حفظ می شود تا زمانی که به جزئیات ریزتر برسید.

اغلب نواحی مغز انسان از نظر نسبت انواع سلولی که در آنها ظاهر می شوند با پستانداران و موش ها متفاوت است. دو ناحیه قابل مقایسه از قشر مغز انسان و موش را در نظر بگیرید که هر دو اطلاعات شنوایی را پردازش می کنند. ناحیه مورد نظر در موش نسبت به نورون های بازدارنده که فعالیت را کاهش می دهند، دارای نسبت بیشتری از نورون های تحریک کننده است که سیگنال ها را منتشر می کنند. در مقابل، ناحیه انسانی دارای نسبت بسیار بیشتری از سلول های غیر عصبی مانند آستروسیت ها، الیگودندروسیت ها و میکروگلیاها است.

این سلول ها از نورون ها پشتیبانی می کنند و همچنین به هرس و اصلاح اتصالات آنها در طول رشد کمک می کنند. نسبت این سلول ها به نورون ها پنج برابر موش ها بود.

نتیجه این تفاوت ها هنوز مشخص نیست، اما اطلس ها راهی برای مطالعه این سلول ها و ژن هایی که بیان می کنند، همچنین برای درک بهتر عملکرد آنها فراهم می کنند.

انواع سلول های مشابه نیز می توانند در گونه های مختلف متفاوت به نظر برسند. این همان نوع نورون (یک سلول هرمی) از قشر مغز موش، شامپانزه و انسان است. مغز موش تعداد کمتری از این سلول ها را دارد و در مقایسه با مغز انسان اتصالات و ارتباط کمتری دارد.

حتی در مقایسه با شامپانزه، نورون های انسان بلندتر هستند و ارتباطات بیشتری با یکدیگر برقرار می کنند. لایه های قشری که در آن زندگی می کنند نیز ضخیم تر از لایه های شامپانزه هاست.

#### ایجاد ارتباطات

هیچ نورونی یک جزیره نیست و شبکه هایی که آنها تشکیل می دهند می توانند بخش بزرگی از چیزی باشند که به مغزهای مختلف عملکردها و تخصص های متفاوتی می دهند.

یک مطالعه، ۱.۶ میلیون ارتباط بین بیش از ۲۰۰۰ سلول مغز را در نمونه های مغز موش، میمون های ماکاک و انسان که از قشر مغز آنها گرفته شده بود، مقایسه کرد.

نمودار سیم کشی مغز انسان یا به عبارتی «کانکتوم» (۲.۵، connectome) برابر بیشتر از موش، نورون های «پی یاخته رابط» داشت که دسته ای از سلول ها هستند که فعالیت عصبی را کاهش می دهند و برانگیختگی را کنترل می کنند. این سلول ها ۱۰ برابر بیشتر ارتباط بین خود برقرار کردند.

یک گروه تخصصی از پی یاخته های رابط با ترجیح برای اتصال به سایر نورون های هم نوع در موش ها نادر بودند، اما به بیش از نیمی از جمعیت در انسان ها گسترش یافته اند. دسته دومی از پی یاخته های رابط به نام نورون های چندقطبی اما به همان میزان گسترش پیدا نکردند.

موریتز هلمشتادت (Moritz Helmstaedter) سرپرست این مطالعه در مؤسسه تحقیقات مغز ماکس پلانک در فرانکفورت آلمان می گوید، این یافته بسیار شگفت انگیز بود. او فکر می کند که این شبکه گسترده از پی یاخته های رابط ممکن است به حل یک مسئله بزرگ در مغز انسان کمک کنند. اینکه نورون ها به سرعت عمل می کنند، اما افکار و اعمال چند ثانیه طول می کشند. شبکه های بزرگتر از پی یاخته های رابط می توانند فعالیت های عصبی را طولانی تر کنند و به مغز اجازه می دهند افکار پیچیده تری تولید کند و چیزها را برای مدت طولانی تری در ذهن نگه دارد.

این تیم اکنون در حال بررسی بخش های بزرگتری از قشر مغز انسان است. نتایج مطالعه اتصال این گروه توسط دانش ژنتیکی پشتیبانی می شود. هنگام مقایسه بیان ژن در میان گونه ها، بسیاری از تفاوت ها به نحوه ارتباط بین نورون ها (سیناپس ها) مربوط می شوند و به یکدیگر سیگنال می دهند.

در یک مطالعه که توسط محققان مؤسسه آلن انجام شد، چند صد ژن الگوهای بیان منحصر به فرد را برای انسان نشان دادند. اغلب آنها مربوط به عملکرد مدار مغز بودند که در ساخت سیناپس یا سیگنال دهی نقش داشتند و اغلب در سلول های غیر عصبی مانند آستروسیت ها و میکروگلیاها دیده می شوند.

#### توسعه آهسته

برخی از دانشمندان فکر می کنند که یک پدال ترمز کلیدی در مغز انسان فشار داده شده است که می تواند بسیاری از تفاوت

های بین ما و سایر گونه ها را توضیح دهد.

مادلین لنکستر (Madeline Lancaster) عصب شناس آزمایشگاه بیولوژی مولکولی MRC در کمبریج انگلیس می گوید: به هر چیزی که نگاه کنید، در انسان کندتر اتفاق می افتد.

سرعت رشد مغز در بین گونه ها بسیار متفاوت است، اما در انسان به شکلی باورنکردنی طولانی است. به عنوان مثال، مغز موش تنها در پنج درصد از طول عمر این حیوان به طور کامل توسعه می یابد. همچنین مغز میمون های ماکاک و شامپانزه ها به طور کامل با گذر حدود یک سوم از عمر آنها رشد می کند.

این در حالی است که رشد، بلوغ و اصلاح ارتباطات مغز انسان بسیار بیشتر طول می کشد و حدود ۳۰ سال یا تقریباً نیمی از عمر متوسط ما به طول می انجامد.

این سرعت کند می تواند به انسان کمک کند تا نورون های بیشتری رشد دهد و تنوع و پیچیدگی بیشتری را تقویت کند. همچنین به مغز زمان بیشتری می دهد تا با محیط خود تطبیق یابد.

تحقیقات نشان می دهد که در انسان، پیش سازهای عصبی (سلول هایی که نورون ها را به وجود می آورند) قبل از اینکه هویت نهایی خود را به دست آورند، مدت بیشتری را در حالتی برزخی سپری می کنند. نیایاخته ها (یاخته های پیش ساز) نیز پتانسیل بیشتری دارند. آنها می توانند به بیش از یک نوع فراوان نورون تبدیل شوند، در حالی که در جوندگان یک نوع از نیایاخته به یک نوع نورون تبدیل می شود.

در اینجا یک جدول زمانی معمولی برای نورون های شامپانزه وجود دارد. آنها از نیایاخته ها رشد می کنند، آکسون ها و دندریت ها را رشد می دهند تا به سلول های دیگر برسند، سپس سیناپس هایی را برای اتصال به یکدیگر و ارسال سیگنال ها ایجاد می کنند و در نهایت لایه ای از میلین ایجاد می کنند که بین نورون ها عایق ایجاد می کند و به حرکت سیگنال ها کمک می کند.

همین فرآیند در انسان بیشتر طول می کشد و منجر به ایجاد نورون هایی می شود که دندریت های بیشتری رشد می دهند که هر کدام دارای اتصالات بیشتری هستند. آکسون ها می توانند بلندتر از شامپانزه ها باشند، زیرا آنها باید مسیر بیشتری را طی کنند و نورون های حاصل پیچیده تر هستند.

چندین نوع ژن با این کندی و پیچیدگی مرتبط هستند. یکی تکثیر ژنی است که فقط در انسان دیده می شود. زمانی که موش ها طوری مهندسی شدند که نسخه مشابهی داشته باشند، سیناپس های بیشتری رشد کردند و یادگیری آنها بهبود یافت.

مثال دیگر، تغییر در دنباله ای است که پروتئینی به نام NOTCH را کد می کند که با انبساط قشر مرتبط است. این تغییر به نورون های انسانی اجازه می دهد زمان بیشتری را روی تکثیر خود بگذرانند که منجر به ایجاد حوضچه بزرگتری از نورون های جدید نسبت به نخستی های غیر انسانی می شود.

الکس پولن (Alex Pollen) ژنتیک شناسی که فرگشت مغز انسان را در دانشگاه کالیفرنیا سانفرانسیسکو مطالعه می کند، می گوید: اگرچه برخی تغییرات در ژن ها و سلول ها بدون شک ما را به همان چیزی که هستیم، تبدیل می کند، اما هنوز برای نتیجه گیری زود است. برخی از تغییرات فقط می توانند عوارض جانبی سازگاری های دیگر باشند. برای مثال، افزایش انواع خاصی از نورون ها به طوری که مناطق مغز هنوز هم می توانند با گسترش مغز ارتباط برقرار کنند.

توانایی های ویژه ما جنبه های منفی نیز دارند. شروود می گوید که انسان ها نسبت به سایر نخستی ها دستخوش تغییرات شدیدتری مانند کوچک شدن قشر مغز به دلیل پیری می شوند که تا حدی به این دلیل است که ما بسیار طولانی تر از قبل زندگی می کنیم.

وی می گوید، اما به نظر می رسد که حتی مغز پیرترین شامپانزه نیز به اندازه مغز انسان با افزایش سن تغییر نمی کند.

لنکستر نیز می گوید برخی از شرایطی که برای انسان ها خاص به نظر می رسند، می توانند بهایی باشند که ما برای پیچیدگی می پردازیم. حتی یک نقص کوچک می تواند عواقب چشمگیری داشته باشد.

چیزهای زیادی برای کشف در مورد اینکه مغز ما چگونه ما را ناطق، اجتماعی و باهوش کرده است، وجود دارد. دانشمندان علاقه مند به نحوه عملکرد انواع ژن ها بر روی نورون ها و مغز هستند و اینکه فعالیت عصبی چگونه در طول رشد انسان بر رشد ما تأثیر می گذارد. همچنین اینکه چگونه ممکن است بخش هایی از مغز به غیر از قشر مغز تغییر کند و مهارت های منحصر به فرد ما را در اختیار ما قرار دهد.

لنکستر می گوید تلاقی فناوری ها به محققان انرژی و انگیزه داده است تا به یک سوال سنتی نگاهی تازه کنند.