دوشنبه 13 ارديبهشت 1389 - 08:10

## ماشين زمان مغز چگونه كار مي‌كند؟

آيا وقت فكر كرده‌ايد كه مغز شما چگونه زمان را ثبت مي‌كند؟ چگونه ترتيب وقايع زماني حفظ مي‌شود و وقتي خاطرات را به ياد مي‌آوريد چه اتفاقي مي‌افتد؟ و در نهايت آيا به اين موضوع فكر كرده‌ايد كه اگر ماشين زمان مغز از كار بيفتد، چه مي‌شود؟ ...

آيا وقت فكر كرده‌ايد كه مغز شما چگونه زمان را ثبت مي‌كند؟ چگونه ترتيب وقايع زماني حفظ مي‌شود و وقتي خاطرات را به ياد مي‌آوريد چه اتفاقي مي‌افتد؟ و در نهايت آيا به اين موضوع فكر كرده‌ايد كه اگر ماشين زمان مغز از كار بيفتد، چه مي‌شود؟
حتما شما هم مثل ديگران وقتي به چرخي كه با سرعت معيني در حال چرخش است نگاه مي‌كنيد حركت آن را معكوس تصور مي‌كنيد. در اين شرايط آيا مغز در زمانبندي دچار اشكال شده است يا اين كه چشم‌ها اطلاعات نادرستي را به مغز فرستاده‌اند؟
وقتي به گذشته برمي‌گرديد و به حوادثي كه برايتان اتفاق افتاده فكر مي‌كنيد در نظرتان اين اتفاقات با سرعت آرام‌تري مرور مي‌شوند. دانشمندان مي‌خواهند بدانند كه آيا ساعت ذهن شما سرعت مي‌گيرد و باعث مي‌شود كه وقايع خارجي در مقايسه با آن آرامتر به نظر برسند و يا اين كه اين صحنه آهسته و يك اثر ساختگي حافظه است. به عقيده دانشمندان زمان پيچيده‌تر از آني است كه تصور مي‌كنيد.
با شناخت مكانيسم ساعت مغز، دانشمندان اميدوارند تا راهي براي راه‌اندازي مجدد آن بيابند. اين كار ممكن است باعث افزايش سرعت فكر و واكنش ما شود. علاوه بر آن از آنجايي كه زمان در درك رابطه علت و معلول تعيين‌كننده است، شايد يك ساعت دروني معيوب علت هذيان‌هاي افراد مبتلا به اسكيزوفرني باشد.
اساسي‌ترين سوالي كه دانشمندان به دنبال يافتن پاسخي براي آن هستند اين است كه آيا درك ما از دنياي اطراف به صورت پيوسته است يا اين كه مانند يك حلقه فيلم و تصاوير لحظه‌اي جدا از هم است. اگر اين نكته را دريابيم شايد بتوانيم كشف كنيم كه چگونه مغز سالم ترتيب زماني هزاران واقعه را در خود حفظ مي‌كند و چگونه درك ما از زمان شكل مي‌گيرد.

### چرخش به عقب

**برخي از اولين نكاتي كه بر ادراك ما از دنيا به صورت تصاوير لحظه‌اي اشاره دارند از مطالعه «توهم چرخ درشكه» كه همه شما به خوبي با آن آشنايي داريد، بدست آمده‌اند. در اين توهم، چرخ‌هاي درشكه‌اي كه روبه‌جلو در حال حركت است به نظر شما آرامتر مي‌چرخند و يا اين كه در جهت مخالف گردش مي‌كنند. اين توهم اولين بار در هنگام مشاهده فيلم‌هاي قديمي مورد توجه قرار گرفت و اين بدان علت است كه دوربين براي فيلمبرداري از چرخ، تصاوير لحظه‌اي از آن را ضبط مي‌كند. اگر سرعت چرخش مناسب باشد اينطور به نظر مي‌رسد كه هر پره چرخ در هر فريم كمي به سمت عقب حركت مي‌كند در حالي كه در واقع پره‌هاي چرخ به سمت جلو حركت مي‌كنند.**
**اين اثر تنها مربوط به فيلم‌هاي سينمايي نمي‌شود بلكه شما در دنياي خارج هم آن را تجربه مي‌كنيد.**
**اگر اين مشاهدات قابل توليد مجدد باشند معلوم مي‌شود كه مغز ما به طور طبيعي درك بينايي را به تصاوير لحظه‌اي قطعه قطعه مي‌كند.**
**در سال 2006، روفين ون رولن از دانشگاه تولوز فرانسه تصميم گرفت تا اين توهم را در آزمايشگاه خود بازسازي كند.**
**وقتي او يك چرخ را با سرعت معيني چرخاند همه شركت‌كنندگان عنوان كردند كه مي‌توانند چرخيدن آن در جهت معكوس را مشاهده كنند. ون رولن از اين يافته اين‌طور استنباط كرد كه تداوم ادراك باعث پديد آمدن توهم مي‌شود.**
**اين آزمايش حتي توانست ميزان فريم بينايي را مشخص كند، حدود 13 فريم در ثانيه. اما چه چيزي در مغز ما اين ميزان را تعيين مي‌كند. وقتي ون رولن امواج مغزي داوطلبان را توسط نوار مغزي مطالعه كرد، توانست ريتم خاصي را در لوب تحتاني آهيانه راست پيدا كند. او براي اثبات فرضيه خود از تكنيكي استفاده كرد كه مي‌توانست با فعاليت نقاط خاصي از مغز مداخله كند و به كمك آن در امواج طبيعي مغزي لوب تحتاني آهيانه راست داوطلبان اختلال ايجاد كرد. با اين كار به طور موقتي تصويربرداري لحظه‌اي بينايي كه براي مشاهده توهم چرخ درشكه لازم است متوقف شد و به اين ترتيب احتمال ديدن اين توهم 30 درصد كاهش يافت. داوطلبان همچنان مي‌توانستند حركات طبيعي چرخ‌ها را ببينند زيرا ساير نواحي مغزي آنها دست نخورده باقي مانده بود.**
**تلاش مغز براي حفظ ترتيب زماني وقايع به ما براي شناخت برخي از بيماري‌ها كمك مي‌كند**
**در آزمايش ديگر وقتي دانشمندان دو چرخ كه به طور همزمان و با يك سرعت مي‌چرخيدند را به داوطلبان نشان دادند، آنها عنوان كردند كه حركت معكوس چرخ‌ها از يكديگر مستقل است. اين يافته خلاف تصور دانشمندان بود كه فكر مي‌كردند وقتي بينايي به صورت فريم ذخيره مي‌شود آن‌وقت همه چيز بايد در يك زمان حركت معكوس داشته باشد.**
**ون رولن براي اين مساله توضيحي ارائه كرد. مغز آنچه را كه در ميدان بينايي مشاهده مي‌شود به صورت مجزا از هم تجزيه و تحليل مي‌كند حتي اگر حركت آنها همزمان باشد. اين نشان‌دهنده آن است كه مغز مانند يك حلقه فيلم نيست، بلكه چندين مسير مجزا وجود دارند كه هر يك اطلاعات جداگانه‌اي را ثبت مي‌كنند. به علاوه اين روش مقابله با اطلاعات فقط مربوط به درك حركات نيست. ساير تجزيه و تحليل‌هاي مغزي مانند شناخت اجسام يا اصوات نيز ممكن است به صورت بسته‌هاي مجزا صورت گيرند.**
**براي آزمايش اين مساله ون رولن عملكرد عصبي ديگري به نام رديابي روشنايي را نزديك آستانه امتحان كرد. او داوطلبان را در معرض**

نوري بسيار ضعيف قرار داد و دريافت كه احتمال اين كه اين افراد متوجه اين نور شوند به فاز موجي در قسمت قدامي مغز بستگي دارد كه 7 بار در ثانيه افت و خيز دارد. به نظر مي‌رسيد وقتي اين موج در نزديكي نقطه فرود خود قرار دارد افراد نور را پيدا مي‌كنند ولي وقتي موج به نقطه اوج خود نزديك مي‌شود افراد نور را نمي‌بينند. اين آزمايش در سال گذشته به چاپ رسيد و نشان داد كه درك نقطه خاموش و روشن دارد و توجه نيز اطلاعات را از طريق تصاوير لحظه‌اي به دست مي‌آورد.
بنابراين به نظر مي‌رسد كه هر فرآيند مجزايي كه بر ادراك ما حاكم است جرياني از فريم‌هاي مجزاي مربوط به خود را ثبت مي‌كند. اما چگونه اين جريان‌ها با هم يكي مي‌شوند و تصويري از دنياي اطراف را برايمان مجسم مي‌كنند. به نظر برخي محققان تمامي تصاوير جداگانه به دسته‌هايي از اطلاعات تبديل مي‌شوند كه ساختمان‌هاي هوشياري نام دارند و در ادراك ما از زمان نقش دارند.
اگر دو واقعه در يك ساختمان قرار گيرند آنگاه آن دو همزمان تلقي مي‌شوند و اگر در دو ساختمان متوالي قرار گيرند، پي در پي استنباط مي‌شوند.

## قطعاتي به نام زمان

تلاش مغز براي حفظ ترتيب زماني وقايع به ما براي شناخت برخي از بيماري‌ها كمك مي‌كند. به عنوان مثال، اسكيزوفرني ممكن است از عدم توانايي فرد در هماهنگ ساختن اطلاعاتي كه از نقاط مختلف مغز مي‌آيند ناشي شود. داشتن اطلاعات بيشتر از نحوه جمع‌آوري اطلاعات مجزا توسط مغز مي‌تواند به كشف جنبه‌هاي پنهان اين بيماري كمك كند.
درك مجزا در مقابل درك پيوسته تنها سوالي نيست كه دانشمندان را به چالش كشيده است. بسياري از محققان در حال كار برروي سرعتي كه زمان در شرايط مختلف طي مي‌كند هستند. چرا گاهي اوقات فكر مي‌كنيم برخي تجربه‌هاي ترسناك بيشتر به طول مي‌انجامند در حالي كه درواقع در مدت زمان كمتري اتفاق افتاده‌اند.
براي اين مساله دو توضيح وجود دارد. يكي اين كه اين فرايند مي‌تواند رويه‌اي از حافظه باشد و يا اين كه افزايش سرعت تحليل مغز در شرايط پراسترس موجب مي‌شود كه وقايع خارجي در مقايسه با آن آهسته‌تر به نظر برسند.
براي اندازه‌گيري سرعت درك، آزمايشي ترتيب داده شد. در اين آزمايش داوطلبان از ارتفاع 30 متري روي يك توري ايمني سقوط كردند. به مچ اين افراد يك كورنومتر بسته شده بود و شمارش روي آن به گونه‌اي تغيير مي‌كرد كه در حالت معمول افتراق بين اعداد براي داوطلبان امكان‌پذير نبود. دانشمندان تصور مي‌كردند كه اگر نظريه دوم درست باشد آنگاه افراد در هنگام سقوط آزاد بايد بتوانند شماره‌هاي روي كورنومتر را مشاهده كنند.
نتايج آزمايش نااميدكننده بود. همان‌طور كه تصور مي‌شد داوطلبان زمان سقوط را 3 ثانيه بيشتر از زمان واقعي يعني 25 ثانيه تخمين زدند، اما آنها نتوانستند شماره‌هاي كورنومتر را افتراق دهند كه نشان مي‌دهد ادراك آنان واقعا سرعت نمي‌يابد.
با توجه به آزمايش فوق محققان به اين نتيجه رسيدند كه آهسته شدن زمان به حافظه مربوط مي‌شود. خاطرات عميق‌تر براي مدت بيشتري دوام مي‌يابند. وقتي در حال سقوط هستيد مغزتان فعال‌تر است بنابراين حافظه عميق‌تري شكل مي‌گيرد. وقتي مجددا اين خاطره را مرور مي‌كنيد، با خود فكر مي‌كنيد كه اين حادثه مدت زيادتري از آنچه در واقع رخ داده، طول كشيده است.
به طور كلي به نظر مي‌رسد تئوري اخير مي‌تواند بسياري از توهمات بينايي را توصيف كند. هر چند كه هنوز نمي‌تواند اين امكان را برطرف كند كه در بعضي مواقع يك ساعت دروني در داخل مغز ممكن است سريع‌تر يا آهسته‌تر در حال حركت باشد و سرعت ادراك وقايع را تغيير دهد.
به اين مثال ويژه توجه كنيد. يك روز وقتي فردي كه به اختصار او را BW مي‌خوانيم در حال رانندگي بود مشاهده كرد كه وقتي با سرعت 300 كيلومتر در ساعت رانندگي مي‌كند درختان و ساختمان‌هاي اطراف نيز با سرعت از كنار او رد مي‌شوند. BW سرعت خود را كم كرد اما مناظر با همان سرعت از كنار او رد مي‌شدند. وقتي BW ديد كه نمي‌تواند با سرعت محيط اطراف هماهنگ شود مجبور شد اتومبيل خود را متوقف كند.
BW تصور مي‌كرد كه سرعت محيط اطراف افزايش يافته است اما در واقع اين سرعت BW بود كه كمتر شده بود. او آهسته سخن مي‌گفت و آرام راه مي‌رفت. وقتي پزشك از BW خواست كه در ذهنش تا 60 ثانيه بشمارد، 280 ثانيه طول كشيد تا او اين كار را انجام دهد. معلوم شد كه وي توموري در قشر پيشاني مغز خود دارد.
اين مورد منحصر به فرد نيست. ساير افرادي كه در اين ناحيه از مغز خود دچار آسيب‌ديدگي بودند نيز علايم مشابهي را گزارش كردند. چنين ادراك دگرگون‌شده‌اي مي‌تواند بسيار ناتوان‌كننده باشد، هرچند كه ممكن است گاهي اوقات تغيير ساعت داخلي مغز مفيد باشد. مثلا افزايش سرعت ساعت مغز (يعني خلاف تجربه BW) ممكن است بتواند به بازيكنان فوتبال يا سربازان به مشاهده آهسته‌تر محيط اطراف كمك كند. هرچند مشكل اصلي پيدا كردن راه مناسبي براي ايجاد اين پديده در مواقع مورد نياز است.

## سرعت مغز را بيشتر كنيم

در آزمايشي دانشمندان داوطلبان را با صداهاي كليك مانند پشت سر هم (حدود 5 صدا در ثانيه) براي مدت 10 ثانيه مواجه كردند و بعد سرعت انجام 3 فعاليت (محاسبات ساده، حفظ كردن لغات و يا فشردن كليد خاصي روي صفحه كليد) را در آنها اندازه گرفتند. آنها مشاهده كردند كه سرعت انجام هر سه فعاليت در افراد 20ـ10درصد افزايش يافت. به نظر مي‌رسد كه شنيدن صداهاي پرسرعت باعث شد كه سرعت حركت پيام عصبي در سلول‌هاي عصبي افزايش يافته و فرد فعاليت مورد نظر را با سرعت بيشتري انجام دهد.
اين افزايش 10 درصدي مي‌تواند تاثير زيادي در فعاليت‌هاي روزانه ما داشته باشد. به عنوان مثال با شنيدن صداي كليك‌هاي پشت سر هم از طريق گوشي، ورزشكاران مي‌توانند واكنش‌هاي سريع‌تري داشته باشند و امتيازهاي بيشتري كسب كنند يا اين كه

دانش‌آموزان در مدت كوتاه‌تر مطالب بيشتري را بياموزند. اما هنوز اين مساله براي بعضي دانشمندان جاي سوال دارد كه ممكن است كليك‌ها مانند كافئين باعث افزايش توجه فرد شوند و با زمان رابطه‌اي نداشته باشند. در سال 1993 محققان مشاهده كردند كه عملكرد دانش‌آموزان در صورتي كه قبل از امتحان به موسيقي كلاسيك گوش كرده باشند بهتر مي‌شود، اما مطالعات بعدي نشان داد بيشتر صداها مانند سر و صداي ترافيك يا سخنراني نيز همين مزيت را دارد. به نظر مي‌رسد كه هر محرك شنوايي خارجي همين اثر تحريكي را دارد. اما برخي ديگر از دانشمندان با اين يافته مخالفند. آنها مي‌گويند كه سر و صداي زمينه هيچ اثري بر عملكرد افراد مورد آزمايش در آزمون‌هاي رياضي و حافظه و درك آنها از زمان نداشته است. علاوه بر آن هيچ تغييري در ضربان قلب و كشش عضلاني كه نشان‌دهنده اثر تحريكي و تهييجي باشد، در نمونه‌ها ديده نشده است.
پس چه راه ديگري ممكن است وجود داشته باشد كه صداهاي كليك پشت سر هم بر درك ما از زمان و سرعت تجزيه و تحليل اطلاعات تاثير بگذارند؟ ادوارد لارج از دانشگاه آتلانتيك فلوريدا دريافته است كه اصوات ريتميك مي‌توانند امواج بتاي مغزي پشت سر هم ايجاد كنند، يعني شروع هر صدا با قله چندين موج قوي همراه مي‌شود. به دنبال صداهاي كليك پشت سر هم امواج ديگر مغزي نيز مي‌توانند به صورت متوالي ايجاد شوند و احتمالا برخي از آنها مسوول ايجاد تصاوير پشت سر هم از دنياي اطرافند.
مخچه اگرچه مركز زمانبندي حركات ماهيچه‌اي شناخته شده اما شايد در هماهنگ كردن افكار و تجزيه و تحليل حواس نيز نقش داشته باشد
دانشمندان احتمال مي‌دهند كه اين پاسخ درست باشد. وقتي جنبش بيشتري داريد، تصاوير بيشتري در ثانيه ذخيره مي‌كنيد و در فعاليت‌هاي شناختي كارآمدتر خواهيد بود و از آنجايي كه تصاوير بيشتري در واحد زمان ذخيره مي‌كنيد، واقعه براي شما طولاني‌تر جلوه مي‌كند. اگر اين تئوري درست باشد، كليك‌هاي قطاري در حقيقت باعث راه‌اندازي مجدد ميزان ثبت فريم مغز مي‌شوند. كيست كه به دنبال زمان بيشتري نباشد؟

افكاري كه كوك نمي‌شوند
اسكيزوفرني علائم مختلفي دارد؛ صداهاي آزاردهنده كه از در و ديوار ساطع مي‌شوند، هذيان‌هايي كه باعث مي‌شود افراد مبتلا احساس كنترل بدن و فكر خود را از دست بدهند و اغلب گام برداشتن آنها نامنظم مي‌شود. آيا همه اين مشكلات مي‌تواند از يك اشكال در ساعت داخلي ناشي شده باشد؟
هم‌اكنون مي‌دانيم اسكيزوفرني باعث اختلال درك زمان در افراد مبتلا مي‌شود. اگر فرد مبتلا به اسكيزوفرني با يك تشعشع نوراني و سپس يك صداي جداگانه با فاصله يك‌دهم ثانيه مواجه شود، آنها معمولا در تشخيص آن كه كدام واقعه اول اتفاق افتاده است، دچار مشكل مي‌شوند. اين‌گونه افراد مشخصا گذشت زمان را نسبت به ديگران ضعيف‌تر ارزيابي مي‌كنند. هم‌اكنون برخي مطالعات نشان مي‌دهد كه اگر ساعت داخلي افراد سالم مخدوش شود، آنها دچار بعضي از علائم اسكيزوفرني مي‌شوند.
در يك مطالعه به افراد سالم ياد داده شد كه در يك بازي رايانه‌اي هواپيمايي را از ميان موانع عبور دهند. وقتي افراد بازي را بخوبي آموختند، محققان به گونه‌اي بازي را تغيير دادند كه هواپيما با يك تاخير 0/2 ثانيه‌اي نسبت به فرمان صادر شده از سوي بازيكن پاسخ دهد. پس از ايجاد اين تغيير ابتدا عملكرد بازيكنان مدتي افت نمود، اما پس از گذشت زمان مغز آنها خود را با تاخير ايجاد شده سازگار كرد و آنها توانستند خود را با بازي هماهنگ كنند. اما اتفاق عجيب وقتي رخ داد كه محققان تاخير را حذف كردند و زمانبندي را به حالت طبيعي برگرداندند. به طور ناگهاني بازيكنان حس كردند كه هواپيما قبل از آن كه آن را هدايت كنند، حركت مي‌كند. اين مشابه حالتي در اسكيزوفرني است كه افراد مبتلا از احساسي سخن مي‌گويند كه گويا آنها به گونه‌اي توسط ديگران كنترل مي‌شوند.
اين تنها آزمايشي نيست كه نشان مي‌دهد اين احساسات ترس‌آور از اشتباه در شناخت زمانبندي وقايع نشات مي‌گيرند. براي مثال ما به طور معمول نمي‌توانيم خودمان را قلقلك دهيم زيرا به گونه‌اي اراده شما براي شروع حركت باعث مهار پاسخ مي‌شود. اما وقتي از افراد خواسته شد كه وسيله رباتي‌شكلي كه 200 ميلي ثانيه بين اراده به حركت و حركت واقعي تاخير ايجاد مي‌كرد را به كف دست خود بكشند، همان احساسي به آنها دست داد كه گويا فرد ديگري دارد آنها را قلقلك مي‌دهد.
اين هسته اصلي اسكيزوفرني را تشكيل مي‌دهد: اين كه آيا شما در كنترل بدن واقعي خود هستيد يا نه؟ توانايي نسبت دادن اعمال به خود در برابر ديگران و درك افكار شخصي در مقابل افكاري كه توسط منابع خارجي شكل گرفته‌اند نيازمند هماهنگي دقيقي با زمان است.
اين عقيده مي‌تواند بسياري از تجارب گزارش شده توسط افراد مبتلا به اسكيزوفرني را توضيح دهد. با تيره شدن نظم افكار در مغز، به عنوان مثال، ممكن است قبل از اين كه از تصميم خود آگاه شويد، دست خود را حركت دهيد. انگار كه كس ديگري حركات شما را كنترل مي‌كند و وقتي يك آگهي از تلويزيون پخش مي‌شود ممكن است مغز شما آن را قبل از آن كه از طريق درك ارادي ثبت شود در ذهن تصوير كند و اين هذيان را در شما ايجاد كند كه افكار شما در حال پخش از تلويزيون است.
در صورتي كه ضعف در تحليل زمان واقعا علت بيشتر هذيان‌هاي رواني باشد، مي‌تواند مشخصه مقصد اصلي در مغز يعني مخچه باشد. براي چند دهه مخچه به عنوان مركز زمانبندي حركات ماهيچه‌اي شناخته شده است، اما برخي محققان گمان مي‌كنند كه شايد مخچه در هماهنگ كردن افكار و تجزيه و تحليل حواس نيز نقش داشته باشد.
اين مساله با شواهد علمي نيز مطابقت دارد. در طي طيف گسترده‌اي از فعاليت‌هاي مغزي افراد مبتلا به اسكيزوفرني نسبت به افراد عادي خون‌رساني كمتري به مخچه دارند. اين عقيده نظر بسياري از دانشمندان را به خود جلب كرده است. ديويد ايگلمن از دانشگاه پزشكي بايلو در تگزاس با استفاده از يك بازي رايانه‌اي مشابه بازي هواپيما افراد مبتلا به اسكيزوفرني را مورد مطالعه قرار داده است.

در اين بازي ايگلمن مي‌توانست بين اعمال داوطلبان و پاسخ آنها به دلخواه تاخير ايجاد كند. وقتي او فواصل زماني را تغيير مي‌داد افراد مبتلا به اسكيزوفرني نسبت به افراد سالم سخت‌تر با شرايط جديد سازگار مي‌شدند.
او به اين نتيجه رسيد كه مغز افراد مبتلا به اسكيزوفرني در مقابل زمان غيرقابل انعطاف است. او به اين اميد است كه مي‌توان از چنين بازي‌هايي در آينده براي ارزيابي شدت اسكيزوفرني يا پاسخ بيماران به درمان استفاده كرد.
دكتر امير شيرواني

منابع:
New Scientist
inhabit
brain science