

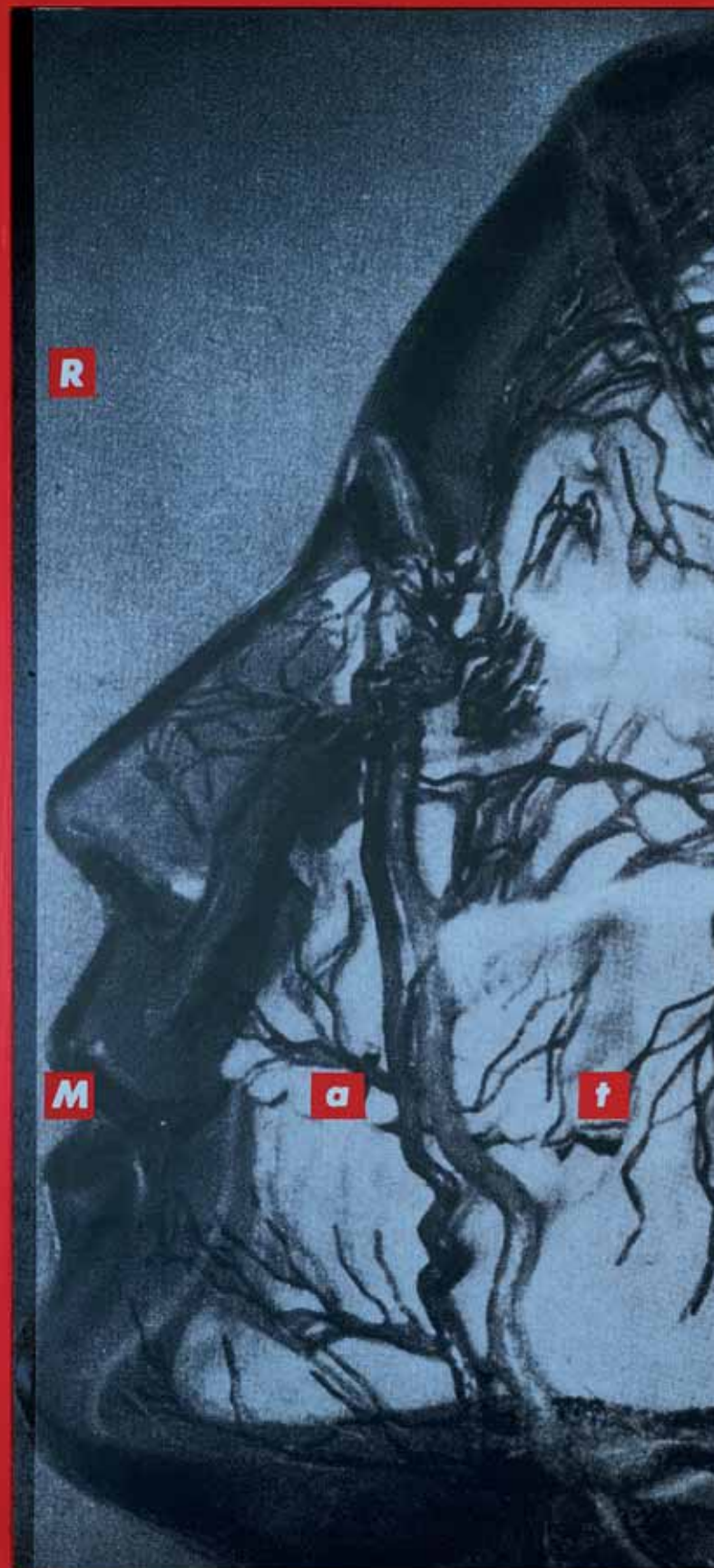
Implante de Esperanza

Por primera vez, un paciente paralizado ha movido un brazo protésico utilizando sólo su mente.

Por David Ewing Duncan

SNAP, CRACKLE, POP. Estoy escuchando un cerebro que habla en un idioma aparentemente ininteligible, un coro de millones de neuronas que disparan, y que en mi oído suenan como el rumor eléctrico de una radio de onda corta entre emisoras. Después, un claro “pop”. Vuelvo a escucharlo: “pop”. Estoy viendo un vídeo. El cerebro en cuestión pertenece a un hombre con barba que está sentado en una silla. Víctima de un apuñalamiento hace tres años y medio, está paralizado del cuello hacia abajo. El ventilador que le permite respirar gorgotea. Matthew Nagle, de 25 años, antigua estrella de fútbol americano en el instituto de Weymouth, Massachusetts, tiene un soporte redondo de titanio que sobresale unos doce milímetros de su cabeza, en el lado derecho, cerca de la coronilla. El 4 de julio de 2001, Nagle se vio envuelto en una refriega en Wessagusset Beach, en Weymouth. Sólo recuerda que empezaron a llover puñetazos y que estaban atacando a un amigo suyo. Alguien gritó algo sobre un cuchillo, y Nagle perdió el conocimiento. Esa noche, cuando su padre, detective de la policía, recibió una llamada de la policía, le comunicaron que probablemente su hijo moriría. La hoja del cuchillo de 20 centímetros le cercenó la columna a la altura del cuello, dejándole paralizado y con respiración asistida. Nagle sobrevivió, pero al cabo de unos años de inmovilidad y aburrimiento, aceptó participar en un ensayo clínico para determinar la posibilidad de que un ser humano pueda manipular con seguridad el cursor de un ordenador utilizando un interfaz cerebro-ordenador (BCI en sus siglas inglesas).

Unida al soporte e implantada quirúrgicamente bajo el cráneo, Nagle lleva una matriz de electrodos en un chip contiguo a la parte del cerebro que controla la actividad motriz. El chip es del tamaño de una aspirina infantil: los 100 diminutos electrodos del grosor de un cabello recogen las señales eléctricas transmitidas por el cerebro; cada electrodo capta las señales procedentes de





Barbara Kruger, *Sin título*, Mary Boone Gallery

unas cuantas neuronas cercanas. Como se muestra en un vídeo que pude ver el año pasado, una conexión cuadrada de color gris esta fijada en el soporte y unida mediante cables a un ordenador cercano. Cuando las neuronas de Nagle se activan, un software capaz de interpretar los impulsos eléctricos de conjuntos de neuronas lee e interpreta dichos impulsos. El ordenador lee el pensamiento de Nagle –o por lo menos los impulsos registrados por los electrodos– y descifra unas cuantas órdenes sencillas expresadas en el lenguaje eléctrico del cerebro.

De momento, la tecnología es rudimentaria. El ordenador sólo entiende una fracción de lo que sucede en el cerebro de Nagle.

Nagle está sentado frente a una mano protésica. Diseñada en un principio para los amputados que la controlarían moviendo los músculos de los muñones del brazo, se ha conectado el miembro robótico al ordenador y se abrirá y se cerrará cuando Nagle imagine que está abriendo y cerrando su propia mano izquierda. A pesar de estar paralizado, las neuronas que controlan la actividad motriz en el cerebro de Nagle se encuentran en perfecto estado.

Snap, crac, pop.

Escucho cómo un técnico le pide a Nagle que imagine que está utilizando la mano. Lo hace. Esto activa las neuronas relevantes en su córtex motor, creando una señal eléctrica que reciben los electrodos implantados y que es decodificada por el ordenador –una serie de eventos que hacen que los dedos pulgar e índice artificiales se abran y se cierren.

Las implicaciones para Nagle y para otras personas que están en su misma situación, atrapados dentro de cuerpos que no funcionan debido a accidentes o a enfermedades neurológicas degenerativas, son maravillosas. Nagle es el primer ser humano que mueve un brazo protésico sólo con su mente. En una de las visitas que le hice en su habitación de un centro de asistencia al sur de Boston, pude ver además cómo Nagle movía un cursor en un ordenador; lo que le permite enviar y recibir correos electrónicos, jugar con juegos sencillos y controlar la televisión. Rodeado de fotografías

de sus amigos y familiares, y de un auténtico santuario dedicado a los Boston Red Sox y a su victoria en las World Series de 2004, Nagle estaba trabajando con la técnica Maryam Saleh dedicada a ajustar el ordenador al cerebro de éste. El montaje es aparatoso, aproximadamente del tamaño de una lavadora, con dos monitores para el técnico y uno para Nagle.

Cuando le vi, Nagle estaba cansado y algo malhumorado, su manejo del cursor era rudimentario. Intentaba agarrar el dibujo animado de una pequeña bolsa de dinero con el cursor. “Hoy no puedo hacerlo,

ni siquiera me acerco”, se quejaba.

Después, Saleh programó el ordenador para que Nagle pudiera cambiar los canales de la televisión, y haciendo un esfuerzo Nagle consiguió cambiar de canal. Puede que, ese día, el problema fuera en parte la presencia de un periodista. El científico que es el principal responsable del dispositivo de Nagle, el neurocientífico John Donoghue de la Universidad Brown, me aseguró que el paciente lo había hecho mucho mejor en otras ocasiones. Nagle me contó que el día anterior a mi visita había conseguido manipular un brazo protésico articulado más avanzado que permitía realizar movimientos como los de un brazo humano. “Funcionaba realmente bien”, afirma Nagle. “Podía moverlo en todos los sentidos”.

“Es alentador que el sistema haya funcionado tan bien”, asegura Leigh Hochberg, un neurólogo de la Universidad de Harvard, experto en pacientes con lesiones graves en el sistema motor. Hochberg es el principal investigador en el ensayo de la FDA de Estados Unidos aprobado en abril del año pasado para probar los implantes en cinco pacientes. (Hasta ahora, Nagle es el único voluntario para el ensayo).

De momento, la tecnología es muy rudimentaria. El ordenador sólo entiende una pequeñísima fracción de lo que ocurre en el cerebro de Nagle, donde miles de millones de neuronas pueden estar funcionando en cualquier momento, con billones de interacciones. Aun así, el implante supone un paso significativo, una

piedra de Rosetta neurológica en el proyecto de descifrado más complejo de la historia, un proyecto que, si llega a completarse, tal vez tarde décadas en hacerlo.

Un primer paso

Nagle no es el primer ser humano que mueve un BCI implantado. A finales de los noventa, el neurocientífico Philip Kennedy, cofundador y director ejecutivo de la empresa de neuroprótesis de Atlanta, Neuro Signals, implantó electrodos en cerebros de pacientes. Pero Kennedy sólo implantó dos electrodos de vidrio, por lo que se captaban muchas menos señales neuronales de las que es posible recoger con la matriz de Nagle. Los pacientes de Kennedy sólo podían mover un cursor hacia arriba y hacia abajo en la pantalla del ordenador. Donoghue confía en conseguir que la tecnología sea mucho más funcional. Además de ser profesor de neurociencias en Brown, Donoghue es cofundador y responsable científico jefe de la empresa Cyberkinetics Neurotechnology Systems de Foxborough, Massachusetts, propietaria de la tecnología y encargada del ensayo. Cyberkinetics espera poder comercializar su Sistema de Interfaz Neuronal Braingate en un plazo de cinco años a pacientes afectados de tetraplegia y otras enfermedades degenerativas, incluyendo algunos tipos de ictus y esclerosis lateral amiotrófica (enfermedad de Lou Gehrig), declara el Presidente y Consejero Delegado de la empresa, Timothy Surgenor. Surgenor prevé una versión de Braingate que permitiría a los pacientes controlar, sólo con el poder de la mente, sillas de ruedas equipadas con manos y brazos artificiales, cerrar las persianas de una habitación con sol, y realizar otras tareas similares.

Donoghue tuvo la idea de constituir una empresa en 2000 durante una conversación con Nicholas Hatsopoulos que en ese momento realizaba un programa de postdoctorado. En un primer momento, explica Hatsopoulos, que en la actualidad es profesor adjunto de neuroanatomía en la Universidad de Chicago, el objetivo de la investigación era únicamente estudiar cómo controlan las neuronas los movimientos en los monos. Después, un día en un pasillo del laboratorio, Donoghue dijo “¿Por qué no constituimos una empresa y aplicamos esto a los seres humanos?” Hatsopoulos estuvo inmediatamente de

acuerdo. Desde su constitución en mayo de 2001, Cyberkinetics ha reunido más de 15 millones de dólares y ha invertido unos 10 millones, y necesitará entre 40 y 50 millones más para seguir con sus actividades en los próximos tres a cinco años, hasta que Braingate esté aprobado y pueda comercializarse. Todavía es necesario perfeccionar el dispositivo y eliminar los cables, afirma Surgenor, y automatizarlo para que Nagle y otras personas puedan utilizarlo por su cuenta.

Los científicos que colaboran con Donoghue en Brown y Cyberkinetics se encuentran entre los muchos científicos en todo el mundo que están trabajando en la próxima generación de prótesis neuronales –es decir, dispositivos protésicos accionados únicamente por la mente humana. Donoghue comenta que puede que esta investigación permita algún día andar a los discapacitados, y tal vez permita a Nagle utilizar de nuevo sus manos, sustituyendo un sistema nervioso orgánico dañado por un sistema cibernético funcional. Hace tan sólo unos años esto podría haber parecido descabellado, pero otros científicos consideran que es posible. “Hay muchas posibilidades de que podamos hacerlo”, afirma el neurocientífico de la Universidad de Pittsburgh Andrew Schwartz.

Sin embargo, al mismo tiempo, Schwartz se muestra escéptico en cuanto a que el actual dispositivo de Donoghue funcione tan bien como se anuncia. “Los movimientos que consigue son bruscos”, asegura. “No está claro hasta qué punto la calidad de las grabaciones [de las señales neuronales] humanas es buena; todavía no nos lo han dicho”. Schwartz también se pregunta si jugar en el ordenador, enviar correos electrónicos y encender la televisión supondrá una mejora real de la calidad de vida del paciente, a menos que el paciente esté “enclaustrado” –es decir, que tenga una parálisis tan total que no puede ni hablar ni parpadear y por lo tanto no pueda utilizar los interfaces de ordenador que se activan con la voz y con los ojos. “Para que resulte útil, tendrá que mejorarse mucho, hacer más cosas”, afirma. El propio laboratorio de Schwartz ha desarrollado un BCI para monos que mueve un brazo con una destreza y un alcance como los de un brazo humano en un espacio tridimensional.

El neurocientífico Miguel Nicolelis de la Universidad Duke, otro experto en el



Matthew Nagle, paralítico desde 2001, participa como voluntario para ayudar a probar un nuevo interfaz cerebro-ordenador desarrollado en la Universidad Brown.

campo de los BCI, le resta importancia al ensayo de Nagle calificándolo de “ardid publicitario”. “Existen otros dispositivos protésicos e interfaces capaces de hacer esas cosas”, afirma. “Para lanzarse a una intervención quirúrgica hace falta algo más profundo. Creo que se han saltado un par de pasos para que esté listo para los seres humanos”. Los electrodos, por ejemplo, pueden obstruirse con la materia orgánica, declara. De hecho, para funcionar correctamente, puede que el implante de Nagle tenga que ser sustituido quirúrgicamente de forma periódica. A Nicolelis le preocupa que si algo va mal, como por ejemplo una infección después de la cirugía, esto suponga un revés para el sector. Nicolelis tiene previsto implantar sus propios sensores en seres humanos en un futuro próximo, pero sólo con fines de investigación académica. Se muestra crítico respecto a las motivaciones comerciales de Cyberkinetics: teme que a la empresa le preocupe más el dinero y la promoción de su trabajo que proporcionar el mayor beneficio posible a los pacientes.

Otros neurocientíficos apoyan a Donoghue. “Creo que ha llegado el momento de hacer esto con seres humanos”, afirma Richard Andersen, un destacado neurocientífico del Instituto de Tecnología de California que también está a punto de investigar con seres humanos utilizando dispositivos de electrodos implantados

desarrollados en su laboratorio. El neurocientífico Bill Heetderks, que dirigió los programas de prótesis neuronales en el Instituto Nacional de Enfermedades Neurológicas e Ictus hasta 2003 y supervisó las subvenciones concedidas a Donoghue, Nicolelis y otros importantes investigadores, señala que la FDA aprobó los ensayos de Cyberkinetics por ser seguros y promotores. Afirma que los experimentos de Donoghue han dado respuesta a una pregunta crucial que no habría sido posible abordar en un estudio con animales: ¿Seguirán actuando las neuronas motoras humanas del mismo modo que en una persona sana después de una parálisis prolongada de las extremidades? “Era una razón importante para hacer el experimento en un ser humano”, declara. “Ahora sabemos que las células siguen funcionando”.

Donoghue explica que se están tomando todas las precauciones posibles para proteger a los pacientes, pero está de acuerdo con que Nagle no es capaz de ejecutar órdenes con mucha habilidad. “No es como una persona capacitada controlando un ratón”, dice, y argumenta que incluso una habilidad limitada es mejor que nada para un tetraplégico.

A los potenciales críticos de Braingate, Nagle les dice “Que vengan y vean”. Observando su habitación y su cuerpo inmóvil, Nagle afirma, “Ésta es mi vida. Hago esto voluntariamente”.

Nagle declara que Braingate le supone ahora una ayuda limitada porque sólo puede utilizarlo cuando está el técnico presente, y debe reajustarse cada vez. “Mira, lo que yo quiero es volver a andar, o ser capaz de utilizar esto para mover mi silla de ruedas. Pero esto es un primer paso”. Cuando le preguntamos si piensa que tal vez Cyberkinetics se ha precipitado con los ensayos por ambición comercial, Nagle responde que no le preocupa. “Creo que necesitaban hacerlo para conseguir financiación y afortunadamente han conseguido la financiación”. Si pueden [ayudarme a] hacer que esta silla de ruedas ande y vender [esta capacidad a otras personas], estoy plenamente de acuerdo”.

Leer las intenciones

El trabajo de Donoghue se entiende mejor en el contexto del esfuerzo científico por interpretar y actuar sobre la actividad neuronal. Algunos científicos, como Donoghue, quieren implantar electrodos para captar más datos neuronales más deprisa; otros no están seguros de que los implantes sean necesarios. Pero todos comparten un interés en comprender cómo puede funcionar el cerebro con un ordenador para crear tecnologías prácticas para una serie de propósitos.

Las palabras del lenguaje neuronal pueden escucharse en los “picos” eléctricos producidos en las neuronas –aunque

algunos neurocientíficos han propuesto crear un BCI controlando “campos” más amplios y profundos de la actividad cerebral mediante electroencefalografía, sin necesidad de implantación quirúrgica de electrodos. Los sensores EEG han tenido cierto éxito, pero sólo han producido señales débiles en comparación con los implantes que captan los picos neuronales.

Un pico es el punto más alto de una onda eléctrica, el “potencial de acción” que se produce cuando una neurona está activada y se dispara. En uno de los monitores que muestra la actividad cerebral de Nagle, docenas de potenciales de acción aparecen en filas a través de la pantalla a medida que el ordenador compila señales desde los electrodos del implante de Nagle, cada uno de los cuales registra la actividad de docenas de neuronas. Cuando una neurona se activa, la línea que aparece en el monitor empieza a subir proporcionalmente a la onda eléctrica, y después, moviéndose a una velocidad más de 100 veces más rápida que el parpadeo de un ojo, alcanza su punto más alto, que es que provoca el “pop”. Una vez que la neurona se ha activado, su señal eléctrica retrocede, y la potencia emitida o bien se mantiene o bien empieza a ascender de nuevo. Cuando están activas, las neuronas se disparan entre 20 y 200 veces por segundo. La sincronización y la ubicación de los picos en el cerebro, así como la interacción de picos múltiples entre neuronas, crean las señales coherentes que se convierten en movimientos del músculo y todas las demás “órdenes” del cerebro.

“Comprender cómo funcionan las

agrupaciones de neuronas para la actividad motora es relativamente sencillo”, afirma Hatsopoulos, que contribuyó a formular los algoritmos para Braingate. “A medida que aprendemos a leer más neuronas a la vez, eventualmente llegaremos a conocer cómo funcionan el cerebro superior, como las emociones y otros procesos de comportamiento y pensamiento”.

Con la realización de ensayos en humanos, Donoghue se ha adelantado a sus colegas, si bien otros científicos tienen previstos sus propios ensayos clínicos de neuroprótesis controladas con electrodos implantados. En Atlanta, la empresa de Kennedy ha obtenido la aprobación de la FDA para probar implantes de electrodos sencillos y dobles en pacientes con discapacidades graves. En Caltech, el equipo de Andersen ha empezado a experimentar con seres humanos afectados de epilepsia, mediante implantes cerebrales insertados quirúrgicamente en el córtex prefrontal (una zona que contribuye a planificar y ejecutar el movimiento corporal); los implantes perciben la llegada de un ataque y aplican minúsculas descargas eléctricas para cerrarle el paso. Aunque Andersen no tiene planes comerciales para este dispositivo, sí tiene previsto extender las pruebas a humanos en ensayos clínicos.

Andersen también está ampliando su trabajo con monos; ha implantado sensores en las zonas de funcionamiento superior del cerebro de un mono y ha descifrado algunas de las señales eléctricas a través de las cuales el mono planifica acciones y otras que parecen regir su motivación para realizar una proeza concreta. “Tenemos

Convertir los pensamientos en acciones

El neurocientífico Philip Kennedy funda en Atlanta Neuronal Signals

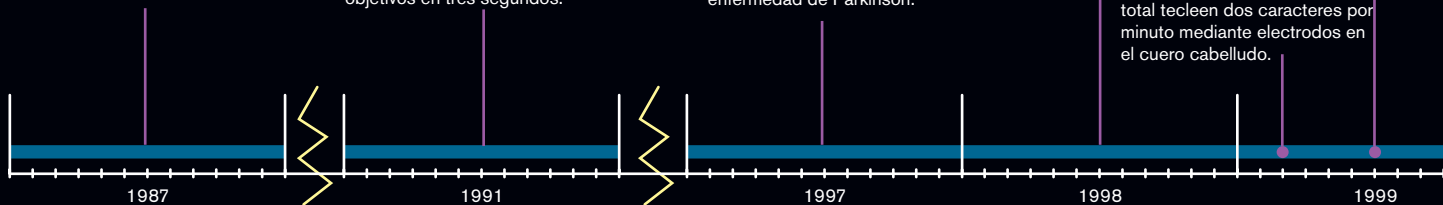
El laboratorio de Jonathan Wolpaw en el Centro Wadsworth en Albany, Nueva Cork, entrena a seres humanos que llevan electrodos en el cuero cabelludo para que controlen el movimiento hacia arriba y hacia abajo del cursor de un ordenador, permitiéndoles acertar en uno o dos objetivos en tres segundos.

Medtronic de Minneapolis recibe la aprobación de la FDA para implantar un dispositivo que utiliza electrodos para tratar los temblores en pacientes con la enfermedad de Parkinson.

Los científicos de Neuronal Signals implantan un electrodo en un humano. El paciente aprende a controlar un interruptor de encendido y apagado.

John Chapin de la Facultad de Medicina de la Universidad MCP Hahnemann y Miguel Nicolelis de la Universidad Duke demuestran que las señales del cerebro de las ratas pueden controlar el brazo de un robot.

Bajo la dirección de Niels Birbaumer de la Universidad de Tubinga, Alemania, un equipo de investigadores consigue que pacientes con parálisis total tecleen dos caracteres por minuto mediante electrodos en el cuero cabelludo.



un enfoque diferente del trabajo de Donoghue”, afirma Andersen. “Estamos leyendo la intención –mientras que Donoghue está pulsando la parte de acción motora del cerebro. Los monos con electrodos en cualquiera de las regiones cerebrales pueden mover cursores y dispositivos, declara Andersen.

Nicolelis, de la Universidad Duke, ha inventado un sistema que permite a un mono mover un brazo protésico hacia arriba y hacia abajo para obtener algo de comer. Nicolelis también conectó el cerebro de su mono a Internet para que el mono hiciera funcionar un brazo de robot a 950 kilómetros de distancia. Ha estado realizando pruebas en humanos con implantes cerebrales profundos para estudiar el patrón de activación de las neuronas al apretar una pelota. De momento, ha registrado el resultado de hasta 50 células y esta utilizando estos datos eléctricos para concebir algoritmos para mover un cursor. También está estudiando de qué forma las neuronas del cerebro se adaptan a la utilización de brazos robóticos y de máquinas, ya que las neuronas se modifican continuamente mediante la adquisición de nuevas habilidades e información.

Estos tipos de experimentos están haciendo progresar rápidamente a la tecnología, dándole cada vez un potencial mayor para ayudar a los pacientes. En la Universidad de Pittsburg, Schwartz ha realizado experimentos que permiten a los monos mover un brazo y una mano artificiales de una forma más fluida. “Estos dispositivos tienen los grados de movimiento de un brazo y un codo humanos”, declara. Su

equipo quiere probar este brazo en seres humanos. “Hablamos de un horizonte a cinco años”, afirma Schwartz, para que el brazo funcione bien en humanos.

Ping Pong

El neurocirujano de la Universidad Brown, Gerhard Friehs, realizó la operación de implante de Nagle en el Hospital de Rhode Island en Providence, en junio de 2004.

Utilizando su mente, Nagle fue pronto capaz de dibujar un círculo en la pantalla. Después pudo jugar al Ping-Pong.

Friehs es un experto en implantes de neurodispositivos, como los estimuladores cerebrales Activa para enfermos de Parkinson que controlan los temblores musculares asociados con la enfermedad. Sobre un modelo de plástico, Friehs me mostró el punto en el que taladró un pequeño agujero en el cráneo de Nagle, por encima de la región que controla el brazo izquierdo. Friehs insertó después el implante utilizando un insertador neumático, un dispositivo que, según dice, es como una pistola grapadora que introduce la matriz de electrodo en el cerebro.

Nagle fue operado primero con anestesia general, aunque Friehs dice que en el futuro, puede que esto no sea necesario. A continuación, los técnicos utilizaron imágenes por resonancia magnética (IRM) del cerebro de Nagle para determinar la zona de córtex motora específica de su anatomía. En el quirófano, Friehs utilizó los datos IRM para llegar hasta el punto

exacto del cerebro de Nagle y después con un taladro de alta velocidad retiró un círculo de cráneo del tamaño de una moneda de 50 centavos. Friehs insertó el chip de electrodo de cuatro por cuatro milímetros, los cables, y el soporte y volvió a colocar el trozo de cráneo. Tiempo total de la intervención: unas cuatro horas.

Seis semanas después, cuando las heridas de Nagle ya habían cicatrizado y se ha-

bía superado la amenaza de una infección, los investigadores se prepararon para probar Braingate. El técnico de Cyberkinetics Abraham Caplan, que realiza las visitas domiciliarias con Saleh para hacer funcionar Braingate dos o tres veces por semana en el centro asistencial en el que vive Nagle, recuerda la primera vez que enchufaron a Nagle, en agosto de 2004. En el vídeo de este experimento inaugural, Nagle está sentado en su silla, y Saleh le pide que imagine que está moviendo su mano hacia la izquierda. El ordenador transmite los chasquidos y estallidos de las señales que cruzan la pantalla, a medida que lee el parloteo del cerebro en tiempo real, que se traduce correctamente por un cursor que se mueve hacia la izquierda en la pantalla de Nagle. “No está mal, tío”, dice Nagle, “nada mal”.

Poco después, con práctica, Nagle podía dibujar un burdo círculo en la pantalla con su mente, e hizo progresos hasta jugar al ping pong y aprender a mover el cursor

Los electrodos implantados en el cerebro de un hombre discapacitado por científicos de Neuronal Signals le permiten mover un cursor y deletrear mensajes a un ritmo de tres caracteres por minuto.

John Donoghue y otros investigadores de la Universidad Brown fundan Cyberkinetics.

En el laboratorio de Nicolelis, monos con docenas de electrodos implantados en varias zonas del cerebro aprenden a usar un brazo de robot para coger objetos.

El grupo de Wolpaw permite a sujetos humanos mover un cursor hacia un objetivo entre ocho mediante señales del cerebro leídas por electrodos en el cuero cabelludo.

En el laboratorio de Nicolelis, un equipo de investigadores capta las señales del cerebro de monos cuando éstos mueven los brazos y utilizan estas mediciones para controlar los movimientos de brazos robóticos.

Cyberkinetics, unos electrodos implantados registran la actividad del cerebro de los monos cuando éstos mueven un cursor utilizando un joystick; el equipo de John Donoghue desarrolla un programa que permite a un mono controlar el cursor utilizando su mente

Mediante electrodos implantados por Cyberkinetics, un paciente utiliza un ordenador para abrir el correo electrónico y jugar con videojuegos.

El equipo de Richard Andersen en el Instituto de Tecnología de California utiliza electrodos implantados para registrar las señales neuronales relacionadas con la intención de realizar movimientos.

2000

2001

2002

2003

2004

FUENTES: NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH, U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, SCIENCE, NATURE, PLOS, IEEE TRANSACTIONS

para clicar sobre mandos que controlan su televisión, encendiéndola y apagándola, cambiando las emisoras, y ajustando el volumen. “Es como montar en bici”, afirma Donoghue. “Al principio se siente poco firme, mueve el manillar con brusquedad, y de repente se encuentra avanzando”. Nagle puede hablar y hacer que el ordenador funcione al mismo tiempo, del mismo modo que una persona sana puede

¿Mejorarán estos dispositivos la vida de las personas? El mismo Nagle dice que Braingate sólo es una ayuda parcial.

cantar y caminar a la vez. “Esto es importante, porque no necesita pensar activamente en mover las manos a la izquierda o a la derecha”, dice Donoghue. “Sólo tiene que pensar en mover el cursor, y éste se mueve”.

Para comprender lo que Braingate significa para Nagle, le hice una visita al neurólogo de Harvard Leigh Hochberg. Hochberg, que es consultor en el Hospital de Rehabilitación Spaulding de Boston, trabaja con pacientes que han sufrido ictus o lesiones severas en la médula espinal. Me muestra la sala del Grupo de Tecnología Asistida de Spaulding, donde acuden enfermos tetraplégicos y otros pacientes con discapacidades severas para hacer funcionar ordenadores y otras máquinas mediante dispositivos conectados a las pestañas o a los labios o a la lengua, en función de lo que todavía pueden mover. En el caso de los que no tienen movimiento muscular, unas cámaras especiales detectan el movimiento de la pupila, que los pacientes han aprendido a controlar para mover los cursores. Otros inhalan y exhalan a través de una pajita para mover una silla de ruedas.

Hochberg es el investigador jefe del ensayo FDA de Cyberkinetics en Spaulding; éste fue el segundo lugar elegido para el ensayo, después del Centro de Rehabilitación Sargent en Warwick, Rhode Island, la base para el ensayo de Nagle. Hochberg y el co-investigador Joel Stein, director médico de Spaulding para el programa de ictus, han empezado a reclutar pacientes para cubrir los espacios autorizados según la licencia de la FDA. Sugenor también quiere abrir otro lugar para un ensayo clínico, posiblemente en el Medio Oeste.

Esto será todavía más importante si la FDA aprueba los ensayos humanos de Fase II, en el que participarían varias docenas de pacientes.

“Creo que a corto plazo no estamos buscando una cura para lesiones de la médula espinal”, dice Stein, que cree sin embargo que, a largo plazo, Braingate demostrará su utilidad para pacientes con determinados tipos de daños motores.

“No queremos crear demasiadas expectativas en nuestros pacientes, pero en el futuro hay un gran potencial”.

El color del pensamiento

En la Universidad Brown me reuní con el experto informático Michael Black, un ex alumno del prestigioso Centro de Investigación Xerox de Palo Alto, en California. A Black se le conoce sobre todo por intentar concebir máquinas que puedan ver, aunque también ha investigado en interfaces cerebro-ordenador. Black se convenció rápidamente de los posibles beneficios de Braingate y asumió la labor de crear algoritmos mejorados para descifrar los picos neuronales. En teoría, si se descifran mejor, será posible obtener un control motor más preciso. Me mostró algunos gráficos con pixels de colores que ha desarrollado para visualizar lo que ocurre cuando una neurona se activa. Cada gráfico representa la actividad de una neurona a lo largo de una gama de movimientos de mano. El gráfico es azul cuando la neurona está inactiva y con matices morados, naranjas y luego rojos cuando se excita y salta rápidamente. (Por ejemplo, un campo azul con una mancha roja brillante en la esquina superior derecha significa que la neurona se activa cuando la mano del mono se mueve hacia arriba y hacia la derecha). Estas cuadrículas le permiten a Black conocer los patrones de activación de una neurona, que puede modelar para decirle a un ordenador que se está produciendo una orden mental determinada y que debería realizar la acción apropiada. La clave para crear estos modelos, dice, es la asombrosa tendencia de las neuronas del cerebro para accionarse según patro-

nes relativamente consistentes –lo suficientemente consistentes como para que un ordenador pueda interpretarlos con precisión.

En un edificio frente al campus de Brown, hablé con otro miembro del equipo de Donoghue, Arto Nurmikko, un ingeniero eléctrico y físico finlandés conocido por sus descubrimientos en el ámbito de la óptica láser y los semiconductores. Donoghue y él están trabajando para simplificar Braingate y sustituir el soporte de titanio y el engorroso hardware del prototipo por un sistema interno mucho más pequeño que conectaría el implante a un cable de fibra óptica del grosor de un cabello que discurriría por debajo de la piel del paciente. El cable de fibra óptica enviaría señales desde el cerebro a un procesador del tamaño de un marcapasos que se implantaría en el pecho.

Todavía se tardará bastante en desarrollar la tecnología. Pero Nurmikko dice que con este sistema de la próxima generación, la comunicación entre el cerebro y la máquina se producirá en ambos sentidos, devolviendo al cerebro información sensorial desde una extremidad robótica, exactamente igual que en el caso de una persona sana. Cuando un paciente intenta coger un vaso de agua, por ejemplo, este retro-estímulo neuronal ayudará al cerebro y al ordenador a calcular el esfuerzo necesario para hacerlo.

Esperar ayuda

¿Mejorarán estos dispositivos la vida de las personas? El propio Nagle dice que Braingate, al menos en su configuración actual, sólo le resulta útil de una forma marginal. “Esto se hizo para ver si podía mover un cursor con el pensamiento”, dice, “y lo hice al cabo de unos tres minutos”. Pero Nagle se ve obligado a señalar que no hacía prácticamente nada antes. “Estaba aquí sentado siete días a la semana sin nada que hacer, así que me dije “¿Por qué no?”

De acuerdo con el protocolo de la FDA, el estudio en el que participa Nagle durará un año. “El próximo mes de junio tengo que decidir si quiero quitarme esto. No estoy seguro de si voy a seguir. Tal vez prefiera esperar hasta que tengan uno más pequeño y más fácil de usar”. Le pregunto si cree que volverá a andar, y dice que eso es realmente lo que está esperando. ■