

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Repercusión del desarrollo de las neurociencias en la solución de problemas sociales

Consequences of the development of neurosciences in the solution of social problems

Marta Brown Martínez,^I Yamilé Valdés González,^{II} Edilberto González Ortiz^{III}

I. Doctora en Medicina, Especialista de Primer Grado en Fisiología Normal y Patológica, Máster en Enfermedades Cerebrovasculares, Profesora Instructora, Instituto Nacional de Endocrinología. Centro de Atención al Diabético, 29 y D, Plaza, Ciudad de La Habana, Cuba, CP10400. martabr@infomed.sld.cu

II. Doctora en Medicina, Especialista de Primer Grado en Medicina Interna, Máster en Neurociencias, Profesora Asistente. Hospital Universitario Calixto García. Avenida Universidad Esq. J. La Habana. Cuba. CP 10100. yamilé.valdes@infomed.sld.cu

III. Doctor en Medicina, Especialista de Primer Grado en Medicina Interna, Profesor Asistente. Hospital Universitario Calixto García. Avenida Universidad Esq. J. La Habana. Cuba. CP 10100. ego@infomed.sld.cu

RESUMEN

El desarrollo del conocimiento científico ha desafiado las ideas metafísicas, las prohibiciones y tabúes que en no pocas ocasiones han estancado el avance científico de la humanidad. Este avance ha estado en función de la solución de los problemas siempre crecientes del hombre, ejemplo de ello es el desarrollo de las neurociencias y su aplicación en la solución de problemas humanos. En la actualidad las neurociencias han alcanzado un grado tal que han propiciado la aparición de nuevos conceptos, tendencias y contradicciones. En este trabajo se revisan aspectos sobre la contribución de las neurociencias al desarrollo social, así como los riesgos o limitaciones actuales que presentan.

Palabras clave: neurociencias; problemas sociales; enfermedades.

ABSTRACT

The development of scientific knowledge has challenged the metaphysical ideas, prohibitions, and taboos that in most cases have stuck the mankind scientific advance. This advance has always been there to solve men's increasing problems, such as the development of neurosciences and its application to solve human problems. Nowadays, neurosciences have reached such a great level that, new concepts, trends, and contradictions have come out. Several aspects about the contribution of neurosciences to the social development, as well as the risks and current limitations that could occur are analyzed in this work.

Keywords: neurosciences; social problems; disease.

INTRODUCCIÓN

El sistema nervioso central (SNC) es único en la complejidad de funciones que realiza. Recibe cada minuto literalmente millones de bits de información desde los diferentes nervios periféricos y de los órganos sensoriales, las cuales integra para determinar una respuesta adecuada hacia el medio. Estas respuestas no se limitan solamente a una conducta motora simple, como caminar o comer, sino que incluyen todas las acciones cognitivas complejas consideradas esencialmente humanas, como el pensamiento, el lenguaje y el trabajo creativo del arte, que es en resumen la conducta humana, lo que constituye el objeto de estudio de las neurociencias.¹

Muchos han sido los investigadores que han aportado conocimientos a esta rama de las ciencias. Ya en la Grecia antigua Galeno propuso que los nervios conducían hacia la periferia del cuerpo, fluidos secretados por el cerebro y el cordón espinal. Esta concepción del cerebro como glándula fue desechada a partir de la introducción del microscopio compuesto, mediante el cual se reveló la verdadera estructura de las células del tejido nervioso. Sin embargo, no fue hasta los trabajos de Camillo Golgi y Santiago Ramón y Cajal, quienes hacia finales del siglo XIX, brindaron por primera vez descripciones detalladas de las células nerviosas, que el tejido nervioso comenzó a ser objeto de una ciencia particular, la cual actualmente se basa en una concepción materialista de la conducta como resultado del funcionamiento del cerebro.¹

La ciencia es un sistema de conocimientos sobre la realidad natural y social que comprende leyes, teorías e hipótesis, las cuales están en constante desarrollo, donde el hombre participa activamente perfeccionando continuamente estos conocimientos. Desde tiempos remotos hasta la actualidad el desarrollo del conocimiento científico ha desafiado las ideas metafísicas, las prohibiciones y tabúes que en no pocas ocasiones estancaron el avance científico de la humanidad, y sus logros han estado invariablemente en función de la solución de los problemas siempre crecientes del hombre,² ejemplo de ello es el desarrollo a nivel mundial de las neurociencias y su aplicación en la vida del hombre. En la actualidad las mismas han alcanzado un grado tal que ha conducido a la aparición de nuevos conceptos y a un vocabulario, en el que el prefijo neuro añadido a campos comunes de estudio o de la práctica, como neurogenética, neuroinmunología, neuroimagenología, neuroepidemiología, neurointensivismo o la neurotecnología, implica una base en las ciencias neurales.³ Igualmente se han desarrollado otras ramas de alto impacto social como la neuroingeniería, neuroeconomía, el neuromarketing⁴, y hasta la neuroética, lo cual de manera general refleja el desarrollo y perfeccionamiento de las neurociencias y su relación con el progreso social.⁵

En este trabajo se exponen algunos aspectos sobre la contribución de las neurociencias al desarrollo social, así como los riesgos o limitaciones actuales que presentan. Con este fin se realizó una revisión bibliográfica desde el servicio de PUBMED de Infomed, utilizando los términos neurociencias, tendencias, leyes, y estándares. Los resultados de la búsqueda fueron restringidos a los artículos tipo editorial, cartas y revisiones, publicados en los últimos 10 años. Se seleccionaron los trabajos más pertinentes que ofrecían la posibilidad de acceso a texto completo.

DESARROLLO

Neurofisiología Clínica

La neurofisiología clínica es una de las ramas de las ciencias médicas que representa una valiosa ayuda en el diagnóstico de alteraciones morfo-funcionales del sistema nervioso, mediante la aplicación de diversas técnicas de electro diagnóstico. Las más ampliamente difundidas son el electroencefalograma (EEG), los potenciales evocados (sensoriales y endógenos), la electromiografía y los potenciales evocados motores por estimulación magnética transcraneal. Estas técnicas en conjunto son utilizadas como una extensión de la exploración clínica en pacientes con enfermedades o alteraciones del sistema nervioso central o periférico, por lo cual deben ser adecuadamente interpretadas acorde con la sintomatología presente en los pacientes.

EEG y Muerte Encefálica

A finales de 1950 neurólogos europeos llamaron la atención sobre un estado de coma, al cual llamaron *coma de 'passe'* (más allá del coma), donde el cerebro estaba irreversiblemente dañado y había cesado de funcionar, sin embargo las funciones cardiopulmonares podrían ser mantenidas aún por medios artificiales.⁶

El desarrollo y perfeccionamiento de las unidades de cuidados intensivos, y en especial, la existencia de nuevos y sofisticados dispositivos médicos, unido a un mayor conocimiento del manejo del paciente grave, ha permitido el mantenimiento de las funciones vitales de estos pacientes, a pesar del colapso de la capacidad propia para realizar espontáneamente estas funciones. En este marco surge el concepto de muerte encefálica, el cual ha ido evolucionando hasta la actualidad y en el presente se define como el cese irreversible en las funciones de todas las estructuras neurológicas intracraneales, tanto de los hemisferios cerebrales como del tallo cerebral.⁷

El diagnóstico debe ser realizado por médicos expertos en el manejo de pacientes neurocríticos y se basa en una exploración neurológica completa y extremadamente rigurosa que constata un coma arreactivo, con ausencia de reflejos troncoencefálicos y respiración espontánea⁸. La retirada del apoyo cardiocirculatorio y de la ventilación al paciente en muerte cerebral, pone de manifiesto el cese irreversible de las funciones cardiorrespiratorias que son llevadas a cabo por los centros vitales localizados en el tallo cerebral, lo cual es considerado una prueba suficiente de la pérdida irreversible de las funciones encefálicas esenciales. La muerte encefálica ha sido reconocida como la muerte del individuo por la comunidad científica y aceptada como tal en la legislación de diferentes países, incluido Cuba, que desde el 2001 cuenta con la Resolución Ministerial No. 90 donde se pautan legalmente los aspectos y procedimientos relacionados este tipo de muerte.⁹

La declaración de muerte encefálica es un acto de gran responsabilidad, con trascendencia médica, ética y legal, ya que exige retirar todas las medidas artificiales de soporte o realizar la extracción de órganos para trasplante, por lo que el conocimiento sobre su diagnóstico y una correcta toma de decisiones evitan el consumo innecesario de recursos y optimizan la obtención de órganos para trasplante. La muerte cerebral es determinada operacionalmente cuando se cumplen un grupo de criterios esencialmente clínicos, los cuales deben ser evaluados por dos o más especialistas expertos en el manejo de pacientes neurocríticos. El equipo médico que atiende al paciente y determina la muerte no debe ser el mismo que se encarga de los trasplantes, lo cual evita la presencia de conflictos de intereses que afecten tanto al paciente como al personal médico y las instituciones.¹⁰

En ocasiones los criterios clínicos no pueden ser aplicados o la exploración de los mismos presenta un resultado ambiguo. Por ejemplo, cuando un paciente presenta un trauma de cráneo con gran afectación facial o una parálisis facial no es posible explorar los nervios craneales, o en el caso de que esté bajo una fuerte sedación. En estas situaciones es necesario auxiliarse de diferentes pruebas instrumentales, las cuales pueden ser obligatorias en algunos casos y varían en cada país.¹¹⁻¹⁴

La electroencefalografía es usada en muchos países y permanece como uno de los test confirmatorios de muerte cerebral mejor validados. En esta situación se obtienen trazados electroencefalográficos de 16 a 19 canales los cuales son registrados durante no menos de 30 minutos con una sensibilidad de 2 microvoltios, ya que en un paciente con muerte encefálica la actividad eléctrica cerebral no sobrepasa estos valores.¹⁰

Para realizar el registro de EEG se exige un registro con 8 canales electroencefalográficos como mínimo, con una impedancia del electrodo entre 100 y 10,000 Ω y una distancia interelectrodo de al menos 10 cm. Los filtros del equipo deben ser fijados entre 1 - 30 Hz y previamente debe haberse evaluado la integridad de sistema de registro. Frente a un paciente con muerte cerebral el EEG debe mostrar un silencio eléctrico y ausencia de reactividad a estímulos somatosensoriales y audiovisuales.¹⁵

Se han reportado casos en los que se ha obtenido trazado isoelectrico del EEG en pacientes con preservación de los reflejos del tallo cerebral. Igualmente se plantea que la arreactividad y el EEG plano no siempre significan muerte cerebral, ya que ambos pueden ocurrir y ser reversibles en estados de profunda hipotermia o intoxicación por fármacos hipnóticos y sedantes e inmediatamente posterior a un paro cardiaco, por lo que este hallazgo puede ser tomado como signo de muerte encefálica solo en ausencia de signos neurológicos de función cortical y de tallo cerebral una vez excluida la intoxicación por fármacos y la hipotermia marcada.¹⁶

Potenciales evocados en el diagnóstico de déficits sensoriales y como técnica forense

Los potenciales evocados (PE) son respuestas del sistema nervioso obtenidas producto de la estimulación de un sistema sensorial específico. Luego de un proceso de promediación se obtienen señales en forma de picos u ondas que reflejan la actividad eléctrica en las diferentes estructuras y áreas de la vía sensorial estimulada. De esta forma, además de poner en evidencia alteraciones sensoriales, en muchas ocasiones es posible localizar el sitio aproximado de la lesión. Las modalidades sensoriales más frecuentemente exploradas son la auditiva, la visual y la somatosensorial.¹⁵

Estas pruebas son de gran utilidad en el diagnóstico de alteraciones sensoriales como déficits auditivos o visuales, los cuales de ser diagnosticados tardíamente durante el periodo crítico del desarrollo, conducen a una pérdida total de las capacidades de rehabilitación de estas funciones y generan individuos con discapacidades o minusvalías que restringen su participación en las funciones sociales.

Los datos revelan que en Cuba nacen anualmente alrededor de 300 niños con algún tipo de discapacidad auditiva, de ellos aproximadamente 30 evolucionan hacia una sordera grave. Sin embargo, a esta cifra se le añaden 70 nuevos casos, los cuales, después de nacidos y por diversas causas (infecciones severas como la meningitis, accidentes, etc.) también se convierten en sordos profundos y requieren algún tipo de tratamiento de alta tecnología.¹⁷

Desde 1984 en Cuba se lleva a cabo una pesquisa auditiva dirigida a detectar niños con algún riesgo o daño auditivo a través de las unidades de cuidados intensivos neonatales y las unidades de terapia intensiva pediátrica. En la misma participan pediatras y médicos de familia de las áreas de salud quienes forman parte de un complejo sistema de detección y tratamiento especializado. De ser necesario, estos casos son remitidos a una institución hospitalaria de alto nivel donde continúan los estudios más especializados con la realización de pruebas neurofisiológicas: los potenciales evocados y estudios de psicofisiología, estudios vestibulares,

exámenes oftalmológicos especializados y estudios de neuroimágenes como la tomografía axial computarizada (TAC), y la resonancia magnética nuclear (RMN), en el caso que lo requiera.¹⁷

Cabe destacar la incorporación a las Unidades de Sistema Nacional de Salud de Cuba del Audix, equipo que cuenta con un novedoso sistema para la detección objetiva de las pérdidas auditivas y que ha sido desarrollado por el Centro Nacional de Neurociencias de Cuba.¹⁸

Otro ejemplo de aplicación de estudios neurofisiológicos es llevado a cabo por grupos interdisciplinarios de médicos cubanos que ejecutan programas de pesquisajes de discapacidades en misiones de colaboración en países latinoamericanos como Venezuela, Bolivia y Ecuador. En esta labor se desempeñan también médicos neurofisiólogos que emplean los potenciales evocados sensoriales como herramienta en la detección de déficits sensoriales fundamentalmente de tipo auditivo y visual.

Existe otro tipo de potencial evocado denominado potencial endógeno o relacionado a eventos (PRE), que constituyen los segmentos finales de los potenciales evocados sensoriales. A diferencia de estos últimos, cuyas características dependen de las propiedades físicas del estímulo, ya sea, la intensidad (luminosidad o volumen del sonido) o la duración del mismo, las características de los PRE varían en función de variables psicológicas, sin ser afectados por las propiedades físicas del estímulo.¹⁵ Por lo cual se ha comenzado a investigar su utilidad para inferir estados y rasgos psicológicos de las personas.

Un ejemplo de ello es la utilización de estos potenciales endógenos como "detectores de mentira" basado en las características de estas respuestas frente a la presentación de elementos relacionados con un crimen, cuya relación solo es conocida por el culpable. En este caso es posible distinguir las respuestas de individuos culpables de las de individuos inocentes. Este método, denominado Brain Fingerprinting por su creador, está siendo promovido como evidencia ante la corte de Estados Unidos y como método de pesquisaje antiterrorista.⁵

Estimulación magnética transcraneal en la enfermedad cerebrovascular

La Estimulación magnética transcraneal es una de las técnicas neurofisiológicas de más reciente incorporación al campo de la clínica y la investigación. La misma utiliza los principios de la inducción electromagnética y su instrumento estándar consiste en un capacitor de alto voltaje que puede ser descargado mediante una bobina. El campo magnético variable que se crea alrededor de la bobina induce una corriente eléctrica en el tejido cerebral humano. Cuando la bobina es colocada sobre el cráneo la corriente eléctrica inducida estimula las neuronas de la corteza cerebral que pueden ser traducidas en movimientos del paciente al activar el tracto córtico espinal, principal sistema motor del organismo humano. Al colocar electrodos de registro sobre el músculo activado puede obtenerse el potencial muscular denominado potencial motor.¹⁹

El empleo de esta técnica ha aumentado los conocimientos sobre el funcionamiento del sistema nervioso y ha encontrado además aplicación en el tratamiento médico de diversas afecciones como en la enfermedad cerebro vascular (ECV). La misma, según datos de la Organización

Mundial de la Salud (OMS), constituye la tercera causa de muerte a nivel mundial, la primera causa de discapacidad en el adulto y la segunda causa de demencia.²⁰ Se calcula que 15 millones de personas sufren un ictus cada año; entre ellas 5,5 millones mueren y otros 5 millones quedan con alguna discapacidad permanente.

Las enfermedades cerebro vasculares frecuentemente causan pérdida de las capacidades motoras con un deterioro subsecuente de las actividades de la vida diaria. Este costo económico y social no se restringe al período agudo de la enfermedad, sino que permanece de forma crónica en el paciente, lo que se relaciona con el nivel de discapacidad del mismo. Como resultado se ha hecho necesario el desarrollo de nuevos métodos de neurorehabilitación para estos pacientes. La evaluación del pronóstico de los mismos es uno de los mayores problemas.

Al respecto, distintas investigaciones realizadas empleando esta técnica, han demostrado que la ausencia de respuesta motora (potencial motor) o el aumento de su umbral de estimulación, se relaciona con un peor pronóstico de recuperación en estos pacientes.²¹⁻²³ Mientras que la presencia de dichos potenciales motores, aun con tiempos de conducción nerviosa enlentecidos, pueden predecir un mejor pronóstico, lo cual hace de esta técnica un método de medición funcional del tracto córtico espinal que puede complementar los datos de integridad anatómica obtenida por métodos de imágenes de difusión de RMN.

Esta técnica, además, es ideal para la evaluación de los sofisticados mecanismos fisiológicos que subyacen a la actividad de las redes neurales motoras y no motoras que median la conducta normal y patológica después de una enfermedad cerebro vascular o de otras lesiones cerebrales.¹⁹⁻²⁴

Neuroimágenes funcionales

Las neuroimágenes han experimentado un avance vertiginoso. Las mismas han evolucionado desde la radiografía simple de cráneo, hasta la TAC o la RMN, las neuro imágenes funcionales actuales. Dentro estas últimas se encuentra la Tomografía por emisión de positrones (PET), la Resonancia magnética cerebral funcional (fMRI) y la espectroscopia infrarroja (NIRS), las cuales se han asociado a métodos derivados del EEG, como los potenciales evocados endógenos anteriormente comentados y la magnetoencefalografía (MEG), con el objetivo de obtener una mayor resolución temporal de los eventos registrados. Enfermedades de alto impacto social como la epilepsia, los tumores, la demencia, las enfermedades cerebrovasculares y la esclerosis múltiple se han beneficiado de la aplicación clínica de estas modalidades de neuroimágenes.

El desarrollo más reciente de estas técnicas ha demostrado que es posible obtener características físicas de las cualidades psicológicas de las personas, susceptibles de medir con estas modernas técnicas de neuroimágenes. De esta forma es posible revelar rasgos como la tendencia a la violencia criminal, actitudes raciales inconscientes e incluso hasta la atracción sexual.²⁵ No obstante, existen autores que han argumentado que ninguna de estas características puede ser inferida con seguridad mediante estos métodos, los cuales solo representan en estos momentos una medición grosera de la personalidad, aún en plena fase de desarrollo.²⁶

Avances recientes en este campo han conducido a la inclusión de las investigaciones sobre las emociones y la toma de decisiones morales como una base de conocimiento necesaria para los psicólogos forenses. Distintos experimentos de neuroimágenes funcionales han de mostrado por ejemplo, que la corteza cerebral prefrontal se vincula con la capacidad de empatía y el perdón, la región del giro cingulado anterior se vincula con la sensación de remordimiento; la resolución de conflictos desde el punto de vista cognitivo y la confianza del individuo.^{27,29}

Al respecto, muchos investigadores consideran que esta novedosa aplicación de las imágenes cerebrales funcionales superan la capacidad de las mediciones autonómicas (diámetro pupilar, frecuencia cardíaca, etc.) o conductuales y que son más representativos de los estados y rasgos psicológicos que las encuestas de personalidad o el trazado del polígrafo. Sin embargo, las mismas encierran problemas prácticos relativos a la privacidad de esta información según el interés de los individuos, los cuales pueden no estar interesados en que este tipo de información personal sea accesible a otras personas, e incluso el mismo individuo puede no está interesado en tener conocimiento sobre esta información.^{5,30}

Por otro lado, el mundo desarrollado de hoy se da el lujo de utilizar estas técnicas con fines de mercadotecnia, dada la capacidad de las mismas de demostrar rasgos psicológicos y motivaciones inconscientes de los individuos. Ejemplo de ello es el empleo del mapeo cerebral como medida de la respuesta del sistema límbico a un producto, indicando el deseo del consumidor por el mismo, lo cual representa un nuevo tipo de información para los profesionales del mercado que ha sido empleado en el neuromarketing.³¹ Este consiste en la aplicación de técnicas pertenecientes a las neurociencias al ámbito de la mercadotecnia, al estudiar los efectos que la publicidad y otras acciones de comunicación tiene en el cerebro humano con la intención de poder llegar a predecir la conducta del consumidor. Es un tipo especializado de investigación de mercados que utiliza mediciones biométricas (actividad cerebral, ritmo cardíaco, respuesta galvánica de la piel) de los sujetos estudiados para obtener conclusiones.

El neuromarketing permite mejorar las técnicas y recursos publicitarios y ayuda a comprender la relación entre la mente y la conducta de los individuos. No obstante, sus detractores critican que ello entraña, a su vez, un riesgo por el cual se podría llegar a controlar las decisiones de consumo del cliente, y que estas técnicas pueden considerarse invasivas para la intimidad de las personas, al poder llegar a orientar las emociones personales hacia productos del mercado mediante una percepción subliminal sofisticada, que impregnaría nuestros cerebros de publicidad, sin que pudiéramos percatarnos de ello.^{30,32}

Actualmente existen varias agencias consultoras dedicadas al ámbito del neuromarketing en distintas partes del mundo que han trabajado para distintas compañías haciendo este tipo de estudios, aunque existe una tendencia a que sus clientes les pidan que no revelen dichos estudios para evitar ser asociadas con este campo de investigación, que se relaciona habitualmente en los medios de comunicación, con la manipulación y el control.³²

Neurofarmacología

Desde tiempos remotos las personas han usado drogas para alterar los estados cerebrales, sin embargo, el uso de drogas o medicamentos específicos para combatir determinados problemas cerebrales es un sello de los tiempos actuales. En el pasado los médicos administraban fármacos empíricamente, desconociendo las propiedades neuroquímicas subyacentes. Fueron los trabajos de Henry Dale y Otto Loewi, en la década de 1930 los que establecieron que los químicos actuaban como transmisores que conducían señales de una neurona a la siguiente. Sobre esta base el principio básico de la neurofarmacología actual es mimetizar, bloquear o disminuir la disponibilidad de ciertos transmisores esenciales en el desarrollo de la enfermedad a ser tratada.³³

Muchas enfermedades se han beneficiado del desarrollo de esta rama de las neurociencias incluyendo la epilepsia, las enfermedades degenerativas como el Parkinson y la enfermedad Alzheimer, no obstante, uno de los mayores aportes de la neurofarmacología, ha sido el cambio radical producido en el tratamiento de las enfermedades psiquiátricas, las cuales, al igual que la epilepsia, eran tratadas antiguamente mediante la aplicación de crueles medidas de confinamiento y restricción y crueles procedimientos quirúrgicos como las lobotomías cerebrales, que convertían a las personas aquejadas de estas enfermedades en guiñapos humanos.³⁴

La demostración de las propiedades antisicóticas de la clorpromacina por el cirujano francés Henri Laborit en 1952 abrió los caminos al desarrollo de modernos tratamientos en las enfermedades psiquiátricas, en particular la esquizofrenia. Actualmente, gracias a la comprensión de los mecanismos subyacentes a las enfermedades neuropsiquiátricas unido al desarrollo de drogas efectivas, las medidas inhumanas aplicadas tiempos atrás a estos pacientes han sido sustituidas por eficaces tratamientos medicamentosos, los cuales se encuentran en constante evolución.³⁴

Por otro lado, especial interés reviste la introducción en las últimas décadas de nuevos fármacos antidepresivos y ansiolíticos con pocos efectos adversos, cuyo rango de tolerabilidad unido a la comercialización agresiva de las mismas han conducido a una generalización indiscriminada de su uso.

Funciones como el sueño³⁵, el apetito³⁶ y el sexo^{37,38} pueden ser modificadas mediante el uso de medicamentos de alta demanda en la actualidad y que provocan marcados efectos sobre la conducta social. Ejemplo de ello lo representa el metilfenidato y las anfetaminas, fármacos psicoestimulantes desarrollados para el tratamiento de enfermedades como el déficit de atención e hiperactividad y empleados por personas sanas como medio de mejorar la actividad cerebral y el rendimiento, ya sea laboral o académico.³⁹

En el terreno de los trastornos cognitivos se han desplegado nuevos medicamentos con el objetivo de mejorar las funciones cognitivas ejecutivas y la capacidad de memoria, no solo de los pacientes aquejados de estos trastornos, sino en personas sanas. Estos resultados, en el contexto de la sociedad actual que demanda cada vez más capacidades del individuo en su desempeño, ha producido controversias en cuanto al uso de fármacos que mejoren la capacidad cerebral del ser humano a solicitud propia, lo cual representa un problema práctico no resuelto en los momentos actuales y que pudiera tener efectos sociales importantes ya que los individuos

que opten por el mejoramiento de su rendimiento por vía medicamentosa estarían en una posición ventajosa con relación a los que no consuman estos medicamentos, tanto en el área académica como en la laboral.⁴⁰

Neurorehabilitación

Los resultados de diversas investigaciones en este campo han anulado el mito de la inmutabilidad del SNC, que suponía una constancia de la anatomía y el funcionamiento del mismo. En la actualidad se conoce de la capacidad del SNC de cambiar y adaptarse en respuesta a señales del medio, a la experiencia, la conducta o ante la presencia de distintas lesiones. La plasticidad neuronal puede ser producto de un cambio en la función dentro de un sustrato neural particular en el SNC que pueden manifestarse mediante alteraciones en la potencia sináptica, la excitabilidad neuronal, la neurogénesis o la muerte celular.⁴¹ Estos cambios pueden alterar la conducta secundariamente a la influencia del medio como la experiencia, el aprendizaje, el desarrollo o el envejecimiento.

Tradicionalmente el proceso de rehabilitación se ha centrado en la restauración funcional, maximizando las capacidades residuales mediante el ejercicio terapéutico o superando las pérdidas con técnicas de compensación. Últimamente, el empleo de novedosas técnicas y dispositivos, ha revolucionado el campo de la neurorehabilitación en diferentes enfermedades, cuya aplicación pudiera haber sido interpretada como ciencia ficción en tiempos atrás.

Dos avances recientes son dignos de destacar. Uno de ello es el empleo de la estimulación eléctrica funcional como sustituta de sistemas sensitivos dañados por lesiones medulares traumáticas o no que conducen a una disfunción vesical o intestinal, alteración de gran impacto en la vida social.⁴² La misma consiste en implantar un dispositivo o estimulador interno que posibilita la activación de las raíces sacrales anteriores de la medula espinal lesionada, con la que varios pacientes han conseguido un mayor control sobre estas funciones y con ello una mayor participación de los mismos en la sociedad.

Otra esfera de aplicación de novedosos dispositivos en la rehabilitación de lesiones neurológicas incluye avances en la llamada área de la interface cerebro-máquina, la cual se vale de la capacidad de usar la actividad neural cerebral para controlar directamente máquinas, tales como los procesadores de palabras, unidades de control ambiental, sillas de ruedas o prótesis de manos, lo cual compensa grandemente la pérdida de distintas funciones neurológicas.⁴³⁻⁴⁵ No obstante, todavía existen dificultades relacionadas con la presencia molesta de electrodos implantados directamente al cerebro y la dificultad de convertir registros neurales débiles en comandos específicos y definitivos para la máquina, por lo que el uso de la actividad neural para controlar máquinas y dispositivos aunque es un acontecimiento muy interesante, aún se encuentra en sus etapas iniciales.^{46,47}

Sin embargo, un ejemplo más cercano y palpable de desarrollo dentro del campo de las prótesis neurales lo constituye el empleo del implante coclear a niños sordos y sordo-ciegos. Esta tecnología compleja y costosa recientemente ha beneficiado 72 casos en nuestro país, de ellos 19 niños sordo-ciegos. La misma ha sido impulsada por los investigadores de las neurociencias

de cubanos quienes manifiestan su empeño en la solución de los problemas de salud de la población cubana.¹⁸

El desarrollo de las neurociencias ha brindado cada vez mejores explicaciones sobre la conducta humana en términos puramente materialistas, y hoy las bases biológicas del pensamiento, los sentimientos y la conducta humana son expresados en base al funcionamiento del sistema nervioso central, en especial el cerebro.

El desarrollo de la neurofisiología, las neuroimágenes funcionales, la neurofarmacología y la neurorehabilitación han incidido de manera significativa en distintas facetas de desempeño del hombre en la sociedad. En la actualidad los productos tecnológicos de las neurociencias están siendo gradualmente incorporados en la vida de las personas. Tanto imágenes como temas relacionados con estos conocimientos están presentes constantemente en los medios de comunicación, ya sea revistas, sitios de internet, películas y medios publicitarios. Se han convertido en herramientas esenciales no solo para la solución de problemas médicos, sino que también repercuten sobre muchas facetas de la vida social del hombre y en el presente enfrentan riesgos a los cuales se les debe prestar especial atención, para lograr soluciones inteligentes y éticas que permitan una aplicación saludable de estas ramas de las ciencias en la vida futura del hombre.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kandel JHS, Thomas M. Jessell, editor. Principles of neural science. 4th ed. New York: McGraw-Hill; 2000.
2. Jiménez P R. Metodología de la investigación. Elementos básicos para la investigación clínica. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 1998.
3. Cheung EH. A New Ethics of Psychiatry: Neuroethics, Neuroscience, and Technology. *Journal Psychiat Pract.* 2009;15(5):391-401.
4. Neuromarketing: beyond branding. *Lancet Neurology.* Feb 2004; 3:71.
5. Farah MJ. Neuroethics: the practical and the philosophical. *Trends Cogn Sci.* 2005; 9(1):34-40.
6. Mollaret P, Goulon M. Le coma dépassé. *Rev Neurol* 1959; 101:5-15.
7. Machado C, editor. A new definition of death based on the basic mechanisms of consciousness generation in human beings. *Actas del IV Simposio Internacional sobre Muerte Cerebral; 9-12 March 2004; La Habana.*
8. Machado C, García, OD, editor. Guidelines for the determination of death. *Actas del IV Simposio Internacional sobre Muerte Cerebral; 9-12 March 2004; La Habana.*

9. Resolución Ministerial No. 90. Gaceta Oficial de la República de Cuba. (Sep 21; 2001).
10. Wijdicks EF. The diagnosis of brain death. *N Engl J Med.* 2001;344(16):1215-21.
11. Nebra AC, Virgós B, Santos-Lasaosa S, Tejero-Juste C, Larraga-Sabaté J, Araiz JJ, et al. Diagnóstico clínico de muerte encefálica y empleo del Doppler transcraneal, con ecografía de las arterias cerebrales medias y el segmento intracraneal de las arterias vertebrales. Concordancia con los hallazgos de la gammagrafía cerebral. *Rev Neurol.* 2001;33(10):916-20.
12. Machado C, Román-Murga JM. Utilidad de los potenciales evocados multimodales y del electroretinograma en el diagnóstico precoz de la muerte encefálica. *Rev Neurol.* 2007;27(159):809-17.
13. Hodelín-Tablada R, Fuentes-Pelier D. Diagnóstico clínico de la muerte encefálica y empleo del Doppler transcraneal. *Rev Neurol.* 2002;34(12):1198-200.
14. Hodelín-Tablada R, Fuentes-Pelier D. Electroretinograma y potenciales evocados visuales en el diagnóstico de muerte encefálica. *Rev Neurol.* 2000; 31(6):598-9.
15. Niedermeyer E, da-Silva FL. *Electroencephalography: basic principles, clinical applications, and related fields.* 5th ed. Niedermeyer E, da Silva, F.L., editor. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
16. Takeuchi K, Shiogai T, editor. *The brain death state in medical science.* Actas del IV Simposio Internacional sobre Muerte Cerebral; 9-12 March 2004; La Habana.
17. Cabrera N, Toledo AM. Los estudios de pesquisa activa en Cuba. *Revista Cubana de Salud Pública.* Marzo 2008 [citado 2 May 2010]; 34 (1): Disponible en: http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086434662008000100015&nr_m=iso.
18. Zito M. De fiesta las Neurociencias *Revista Informativa Cubahora* 2010 [citado 2 May 2010]: Disponible en: <http://www.cubahora.cu/index.php?tpl>.
19. Bartres-Faz D, Tormos JM, Junque C, Pascual-Leone A. Transcranial magnetic stimulation: contribution to psychiatry and to the study of brain-behavior relationship. *Actas Esp Psiquiatr.* 2000;28(2):130-6.
20. World Health Organization. [Internet] Deaths from stroke. In: *The Atlas of Heart Disease and Stroke.* 2002 [actualizado; citado 6 de septiembre del 2007]; Available from: http://www.who.int/cardiovascular_diseases/resources/atlas/en/.
21. Nardone R, Tezzon F. Inhibitory and excitatory circuits of cerebral cortex after ischaemic stroke: prognostic value of the transcranial magnetic stimulation. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 2002;42(3):131-6.
22. Cicinelli P, Pasqualetti P, Zaccagnini M, Traversa R, Oliveri M, Rossini PM. Interhemispheric asymmetries of motor cortex excitability in the postacute stroke stage: a paired-pulse transcranial magnetic stimulation study. *Stroke.* 2003;34(11):2653-8.

23. Delvaux V, Alagona G, Gerard P, De_Pasqua V, Pennisi G, de_Noordhout AM. Post-stroke reorganization of hand motor area: a 1-year prospective follow-up with focal transcranial magnetic stimulation. *Clin Neurophysiol.* 2003;114(7):1217-25.
24. Gomez-Fernandez L, Telleria-Diaz A. Physiopathology of amyotrophic lateral sclerosis: the contribution from transcranial magnetic stimulation. *Rev Neurol.* 1997;25(142):839-42.
25. Knabb J. Neuroscience, Moral Reasoning, and the Law. *Behav Sci Law.* 2009;27:219-36.
26. Canli T, Zhao Z, Desmond JE, Kang E, Gross J, Gabrieli JD. An fMRI study of personality influences on brain reactivity to emotional stimuli. *Behav Neurosci.* 2001;115(1):33-42.
27. Singer T, Seymour B, O'Doherty J, Kaube H, Dolan RJ, Frith CD. Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science.* 2004;303(5661):1157-62.
28. Grabenhorst F, Rolls ET, Parris BA. From affective value to decision-making in the prefrontal cortex. *Eur J Neurosci.* 2008;28(9):1930-9.
29. Rolls ET, Grabenhorst F. The orbitofrontal cortex and beyond: from affect to decision-making. *Prog Neurobiol.* 2008;86(3):216-44.
30. Rilling JK, Sanfey AG. The neuroscience of social decision-making. *Annu Rev Psychol.* 2011;62:23-48.
31. Walter H, Abler B, Ciaramidaro A, Erk S. Motivating forces of human actions. Neuroimaging reward and social interaction. *Brain Res Bull.* 2005;67(5):368-81.
32. Neuromarketing: beyond branding. *Lancet Neurol.* 2004;3(2):71.
33. Greenfield S. Brain drugs of the future. *BMJ.* 1998;317(7174):1698-701.
34. Mashour GA, Walker EE, Martuza RL. Psychosurgery: past, present, and future. *Brain Res Rev.* 2005; 48(3):409-19.
35. Vastag B. Poised to challenge need for sleep, "wakefulness enhancer" rouses concerns. *JAMA.* 2004;291(2):167-70.
36. Halford JC, Harrold JA. Neuropharmacology of human appetite expression. *Dev Disabil Res Rev.* 2008; 14(2):158-64.
37. Fisher DG, Reynolds GL, Napper LE. Use of crystal methamphetamine, Viagra, and sexual behavior. *Curr Opin Infect Dis.* 2008;23(1):53-6.
38. Ding H, Du W, Wang H, Zhang L, Wang Z, Du C, et al. Efficacy and Safety of Udenafil for Erectile Dysfunction: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Urology.* 2012;22(2):3-6.

39. Farah MJ, Illes J, Cook-Deegan R, Gardner H, Kandel E, King P, et al. Neurocognitive enhancement: what can we do and what should we do?. *Nat Rev Neurosci.* 2004;5(5):421-5.
40. Flower R. Lifestyle drugs: pharmacology and the social agenda. *Trends Pharmacol Sci.* 2004;25(4):182-5.
41. Ludlow H. Translating principles of neural plasticity into research on speech motor control recovery and rehabilitation. *J Speech Lang Hear Res.* 2008; 51(1):S240-58.
42. Lim P. Recovery and regeneration after spinal cord injury: a review and summary of recent literature. *Ann Acad Med Singapore.* 2007; 36(1):49-57.
43. Donoghue JP, Nurmikko A, Black M, Hochberg LR. Assistive technology and robotic control using motor cortex ensemble-based neural interface systems in humans with tetraplegia. *J Physiol.* 2007;579(3):603-11.
44. Green AM, Kalaska JF. Learning to move machines with the mind. *Trends Neurosci.* 1999;34(2):61-75.
45. Jackson A, Moritz CT, Mavoori J, Lucas TH, Fetz EE. The Neurochip BCI: towards a neural prosthesis for upper limb function. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng.* 2006; 14(2):187-90.
46. Bruce CR. Brain-computer interface technology as a tool to augment plasticity and outcomes for neurological rehabilitation. *J Physiol.* 2007; 4(3):637-42.
47. Ryu SI, Shenoy KV. Human cortical prostheses: lost in translation?. *Neurosurg Focus.* 2009; 27(1):E5.

Entrada: 22/2/2012

Aprobado: 14/6/2012

Marta Brown Martínez. Doctora en Medicina, Especialista de Primer Grado en Fisiología Normal y Patológica, Máster en Enfermedades Cerebrovasculares, Profesora Instructora, Instituto Nacional de Endocrinología. Centro de Atención al Diabético, 29 y D, Plaza, Ciudad de La Habana, Cuba, CP10400. martabr@infomed.sld.cu