

Neurorehabilitación y aprendizaje motor en el ictus

F.J. Carod-Artal

Resumen

El ictus es la principal causa de incapacidad en la vida adulta. La neurorrehabilitación tiene por objeto minimizar la discapacidad de las personas que han sobrevivido a un ictus y facilitar la reintegración psicosocial de pacientes y cuidadores. La continuidad en los cuidados de pacientes neurológicos discapacitados exige nuevos modelos de gestión que incorporen el sistema de trabajo del equipo multidisciplinario y la creación de unidades específicas de neurorrehabilitación. Modelos animales y estudios en seres humanos mediante resonancia funcional han demostrado la presencia de plasticidad neuronal tras una lesión cerebral. El entrenamiento motor y cognitivo y la estimulación psicosocial tienen un efecto positivo en la reorganización cerebral postictus. Las nuevas técnicas de rehabilitación incluyen intervenciones psicofarmacológicas, entrenamiento específico de tareas y métodos basados en el aprendizaje motor. La terapia del movimiento inducida por restricción puede mejorar la motricidad, fuerza y velocidad. La terapia robótica, la estimulación cerebral, la estimulación magnética transcraneal y la rehabilitación mediante realidad virtual son técnicas innovadoras en desarrollo.

Palabras clave: Aprendizaje motor. Discapacidad. Ictus. Neurorehabilitación.

Abstract

Stroke is the main cause of disability in adults. The aim of neurorehabilitation is to minimize disability among stroke survivors and to facilitate social and professional re-integration of patients and caregivers. The continuity of care model has developed a healthcare approach for severely disabled neurological patients that integrates the work of multidisciplinary teams and the development of specific neurorehabilitation units. Evidence about neuronal plasticity after stroke has been found in stroke animal models and functional MRI studies in humans. Both, motor and cognitive training and psychosocial stimulation have a positive effect in post-stroke brain reorganization. New stroke rehabilitation techniques include psychopharmacological interventions, task specific training, and motor learning techniques. Constraint-induced movement therapy may improve motility, strength and walking speed after a hemiparesis. Robotic therapy, cerebral stimulation, transcranial magnetic stimulation and virtual reality are some of the most innovative techniques. (Kranion. 2011;8:53-9)

Corresponding author: Francisco Javier Carod-Artal, fjcarod-ortal@hotmail.com

Key words: Disability. Motor learning. Neurorehabilitation. Stroke.

INTRODUCCIÓN

El ictus es la primera causa de discapacidad en la vida adulta y, en nuestro país, la segunda causa de mortalidad tras la cardiopatía isquémica. Se estima que al menos el 70% de las personas que sobreviven a un ictus conviven con secuelas de carácter motor, lingüístico, cognitivo o emocional¹. La repercusión en la calidad de vida

de pacientes y cuidadores es muy grande, incluso para aquellos considerados independientes en sus actividades de la vida diaria¹. Existen numerosos factores que pueden determinar la recuperación funcional tras un ictus²; los principales se resumen en la tabla 1.

La neurorrehabilitación tiene por objeto minimizar la discapacidad en las personas que han sobrevivido a un ictus y facilitar su reintegración psicosocial. El abordaje

TABLA 1. Factores asociados con la recuperación funcional tras el ictus

Antecedente de ictus previo
Ausencia de apoyo o red social
Comorbilidades asociadas
Depresión postictus
Deterioro cognitivo
Discapacidad previa en el momento del ictus
Disponibilidad de unidad de neurorrehabilitación
Edad avanzada
Gravedad del ictus en la fase aguda
Heminegligencia
Incontinencia urinaria
Niveles de glucemia en la fase aguda
Retraso en el inicio de la rehabilitación postictus

rehabilitador debe ser individualizado, teniendo en cuenta los factores biológicos y psicosociales que pueden limitar la efectividad del mismo.

La Estrategia en Ictus del Plan Nacional de Salud estableció como objetivo de la línea estratégica en rehabilitación aumentar el número de supervivientes de un ictus que se integran plenamente en su vida personal y social³. Las estrategias basadas en la Continuidad en los Cuidados⁴ tienen el objetivo de mantener la atención sociosanitaria y detectar y tratar precozmente las complicaciones en la fase crónica del ictus.

En este artículo se revisan los modelos de rehabilitación en el ictus, así como las modernas técnicas de neurorrehabilitación que se basan en los últimos conocimientos sobre aprendizaje motor.

ESTRATEGIAS DE ACTUACIÓN ASISTENCIAL Y FASES DE LA REHABILITACIÓN EN EL ICTUS

El ámbito de la moderna neurorrehabilitación exige el establecimiento de unidades especializadas donde llevar a cabo las estrategias terapéuticas por medio de un equipo multidisciplinario. El abordaje multidisciplinario enriquece el tratamiento neurorrehabilitador, pues el paciente se beneficia de actuaciones terapéuticas diversas y complementarias. Idealmente, un equipo multidisciplinario debería estar conformado por un neurólogo con especial formación en neurorrehabilitación, médicos rehabilitadores, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales, neuropsicólogos, enfermeras, logopedas, trabajadores sociales, profesores hospitalarios, profesores de actividad

física y psicopedagogos. Una red de consultores (urología, traumatología, cardiología, psiquiatría, oftalmología, etc.) puede ser necesaria para evaluar comorbilidades y secuelas específicas.

El programa de rehabilitación tras un ictus debería estar coordinado por un especialista en neurorrehabilitación, ya sea un neurólogo con formación específica o un neurorrehabilitador³. La efectividad del tratamiento debería ser medida al ingreso y al alta con escalas funcionales específicas (medida de independencia funcional, índice de Barthel, escalas de depresión, etc.), y de calidad de vida (escala del impacto del ictus)^{5,6}.

La rehabilitación debe iniciarse precozmente en la fase aguda en la propia unidad de ictus. Los cambios posturales y la sedestación temprana, la movilización pasiva del miembro parético, la fisioterapia respiratoria y la estimulación neurosensorial son fundamentales. El objetivo es evitar complicaciones como escaras, neumonías por aspiración, trombosis venosa profunda o retracciones osteotendinosas.

La rehabilitación en la fase subaguda y crónica puede llevarse a cabo a nivel hospitalario (centros especializados en neurorrehabilitación, servicios generales de rehabilitación, unidades de neurorrehabilitación), ambulatorio (centros de día, paciente día en gimnasio de hospital) y a domicilio. La rehabilitación ambulatoria se emplea en aquellos pacientes con discapacidad moderada y un buen apoyo familiar que favorezca el desplazamiento al centro de neurorrehabilitación.

En las fases subaguda y crónica del ictus, las estrategias de recuperación son multifactoriales y van dirigidas a la recuperación del control postural (equilibrio de tronco sentado, adaptación progresiva a la bipedestación y estimulación propioceptiva), la recuperación motora del miembro parético (primero con técnicas asistidas y después contra resistencia) y el entrenamiento de la marcha en barras paralelas, cinta de sujeción o con ayuda de bastón o andador⁷. La evaluación cognitiva y del lenguaje es fundamental para identificar y tratar precozmente déficits cognitivos (heminegligencia, anosognosia, trastornos de la atención visuoespacial) y lingüísticos (afasia, disprosodia, disartria, hipofonía).

El objetivo de la rehabilitación en el brazo y mano paréticos debe ser la recuperación de la función motora, la mejoría de la coordinación de los movimientos, el entrenamiento en nuevas estrategias de movimiento y la prevención de complicaciones secundarias, como la espasticidad y la retracción osteotendinosa.

La actividad del fisioterapeuta debe ir dirigida en la fase subaguda a la recuperación motora del miembro parético para facilitar la bipedestación y la deambulación. Existen diversas técnicas fisioterápicas, entre las que se incluyen las llamadas técnicas neurofisiológicas o del desarrollo (el método clásico de Bobath) y las basadas en el aprendizaje motor, de más reciente aplicación. La actividad del terapeuta ocupacional está enfocada en la recuperación de la independencia funcional en las

actividades instrumentales de la vida diaria y del brazo y mano paréticos.

En la fase crónica del ictus, las estrategias deben ir enfocadas a la reinserción social y laboral. Pueden ser necesarias en el domicilio del paciente diversas adaptaciones ergométricas, como por ejemplo cambios en la anchura de las puertas, elevación del asiento del baño, modificaciones en los grifos y mandos de los electrodomésticos, diseño de cubiertos adaptados, etc. Los equipos de neurorrehabilitación deberían visitar los domicilios y lugares de trabajo de las personas que han padecido un ictus para evaluar las limitaciones y restricciones existentes en sus actividades, pasada la fase de recuperación puramente motora.

En todos los ámbitos y fases de la neurorrehabilitación es necesario el análisis e identificación realista de las limitaciones y déficit del paciente, así como el abordaje de las expectativas, sean realistas o no, del individuo y de sus cuidadores. Cada estrategia neurorrehabilitadora debe estar consensuada con la familia e ir dirigida a un objetivo concreto. Tratamientos rehabilitadores intensos y prolongados, sin objetivos claros o poco realistas, están orientados al fracaso.

El seguimiento clínico y neurológico es fundamental durante todas las fases de la neurorrehabilitación para detectar y tratar precozmente complicaciones. El hombro doloroso, secundario a capsulitis o a subluxación antero-inferior del miembro parético, es una complicación relativamente frecuente. El uso de cabestrillos que descarguen el peso y el empleo de medidas de movilización pasiva no traumáticas pueden evitar su aparición. El *genu-recurvatum* es otra causa de dolor crónico en la pierna parética que puede ser tratado mediante férulas y calzado específico. La movilización precoz, las técnicas de extensión osteoarticular y el abordaje farmacológico con tizanidina, baclofeno o toxina botulínica pueden ayudar a tratar la espasticidad disfuncional. Las férulas antiequino favorecen la marcha al evitar el arrastre de la extremidad parética distal.

Las complicaciones cognitivas y emocionales son frecuentes tras el ictus. La depresión postictus es el principal factor que puede limitar la recuperación funcional, aumenta la morbilidad e incrementa la estancia media en centros de rehabilitación. Aproximadamente, el 30-50% de los pacientes padecen una depresión postictus al año del mismo⁸. La depresión postictus debe diagnosticarse y tratarse lo más precozmente posible.

Sin embargo, el ictus afecta a familias enteras, y no sólo a los pacientes. La prevalencia de ansiedad, depresión, estrés y sobrecarga en los cuidadores es muy elevada. Las estrategias de Continuidad en los Cuidados buscan favorecer la asistencia de la familia y de los cuidadores, ya que con frecuencia el cuidador principal suele ser una esposa de edad avanzada⁹. La aplicación de la Ley de dependencia deberá asegurar el apoyo social y sanitario de los cuidadores de personas con ictus.

La formación de los cuidadores es también importante para facilitar las transferencias cama-silla de los pacientes muy incapacitados, prevenir complicaciones y favorecer la realización de terapia física asistida (movilizaciones activas y pasivas) en el domicilio. La formación del cuidador debe complementarse con una preparación en estrategias de adaptación y de afrontamiento ante los déficits motor, cognitivo y emocional del paciente y ante su propia sobrecarga y ansiedad.

Duración del tratamiento

Durante muchos años, se postuló que la actividad rehabilitadora debía estar ligada al proceso de recuperación neurológica. Estudios epidemiológicos mostraron que la mayor parte de la recuperación neurológica se adquiría en los primeros 3 meses, y que se alcanzaba un máximo en los 6 meses tras el ictus.

Sin embargo, estudios sobre aprendizaje motor han demostrado que los pacientes pueden beneficiarse de la rehabilitación, mejorar del déficit motor y adquirir una mayor independencia funcional incluso pasado 1 año después del ictus^{10,11}. Las modernas teorías de Continuidad en los Cuidados promulgan una asistencia crónica y continuada para tratar y prevenir complicaciones en la fase crónica del ictus. En ese momento, las actividades de integración funcional y psicosocial deben ser prioritarias sobre las puramente fisioterápicas.

APRENDIZAJE MOTOR Y PLASTICIDAD NEURONAL

La plasticidad neuronal se ha definido como la capacidad inherente para la organización cortical o para el establecimiento de nuevas conexiones funcionales en respuesta al aprendizaje y la experiencia. En los últimos años se han desarrollado una serie de estrategias para potenciar la plasticidad neuronal que pueden ser útiles en la recuperación de la función perdida tras un ictus.

Las primeras evidencias sobre plasticidad neuronal postictus proceden de modelos animales¹². Estudios pioneros mostraron que ratas colocadas en un ambiente estimulante mejoraban sus habilidades para la resolución de problemas. Estudios histopatológicos han demostrado la existencia de cambios morfológicos en la corteza cerebral motora durante el aprendizaje motor¹³ (Tabla 2).

El siguiente nivel de evidencia procede de estudios funcionales realizados en primates y en humanos¹⁴. El aprendizaje y la experiencia generan una expansión de la representación cortical, visible mediante resonancia magnética funcional. El entrenamiento de los dedos de las manos con movimientos finos provoca la expansión de la representación cortical motora de los mismos. Estos cambios funcionales persisten varias semanas. El aprendizaje de nuevas habilidades, como tocar el piano, se asocia con un aumento de la representación cortical de la mano en resonancia funcional, mientras que la ausencia de

TABLA 2. Cambios morfológicos inducidos por el aprendizaje motor

Aumento del peso cerebral
Aumento del grosor de la corteza cerebral
Tamaño mayor de las neuronas
Mayor arborización dendrítica
Aumento del número de sinapsis por neurona
Contactos sinápticos más largos por neurona

movimientos provoca el efecto contrario. Patrones similares de reorganización se han descrito en la corteza somatosensitiva¹⁴.

Reorganización cerebral postictus

La restitución de la penumbra isquémica, la resolución de la diasquisis y la reorganización cerebral se relacionan con la mejoría espontánea postictus. Desde un punto de vista fisiopatológico los principales factores que influyen en la recuperación postictus son el proceso de reorganización del hemisferio afectado, la activación de las redes corticales ipso y contralaterales y la reorganización somatosensorial postictus¹⁵.

En los primeros meses tras el ictus sucede una hiperexcitabilidad del hemisferio cerebral no lesionado, que se traduce en un aumento de la actividad inhibitoria de la corteza primaria contralesional hacia la corteza motora lesionada por el ictus. El grado de inhibición interhemisférica transcallosa sobre la corteza motora iposional parece correlacionarse con el grado de recuperación funcional.

Diversos factores externos pueden influir en la reorganización cerebral postictus. El entrenamiento y la estimulación parecen tener un cierto efecto sobre la reorganización cerebral. Modelos clínicos y animales han mostrado que el entrenamiento motor aumenta las áreas de representación cortical y la recuperación funcional. La exposición a ambientes con una interacción social mayor se asocia con una recuperación mayor tras el ictus. De este modo se han acuñado los conceptos clásicos de «úsalo o piérdelo» y «paciente inactivo y solo», en relación con la falta de entrenamiento en pacientes sin apoyo sociofamiliar y con déficit motor moderado. El tratamiento en unidades especializadas de rehabilitación con equipo multidisciplinario se asocia con una recuperación funcional mayor tras el ictus¹³.

El tiempo en iniciar el tratamiento neurorrehabilitador parece influir («cuanto antes, mejor»). Estudios con modelos animales indican que la arborización dendrítica se reduce cuando se retrasa varias semanas el entrenamiento motor. En el modelo de isquemia en ratas, el entrenamiento

motor es eficaz en el miembro parético al quinto día de la lesión, pero apenas lo es cuando el tratamiento se inicia en el día 30¹⁶. En el ser humano, el tratamiento neurorrehabilitador debería iniciarse lo más precozmente posible, una vez que el paciente estuviese clínicamente estable.

Pero ¿qué efecto tiene el grado de intensidad de la rehabilitación tras un ictus? De nuevo, la primera respuesta procede de modelos animales. El entrenamiento motor en el modelo de isquemia animal provoca un aumento de la representación del miembro en la corteza motora, mientras que las ratas que no se entrena sufren una reducción de la misma. La rehabilitación más intensa y de mayor duración en el ictus se asocia con mejores resultados, pero esta correlación no parece ser lineal ni uniforme¹⁵. El efecto está comprobado para el tratamiento fisioterápico, terapia ocupacional y logopedia.

Entrenamiento motor específico en tareas

La mera repetición de tareas motoras aisladas no es suficiente. Las actividades de entrenamiento motor deben tener un significado en términos de utilidad para que se dé una reorganización funcional. El entrenamiento específico en tareas, durante 30-45 min, favorece la reorganización cortical del miembro afecto¹⁷. También es útil para tratar la heminegligencia postictus.

Frente a la repetición masiva de una única tarea, la introducción de períodos de descanso entre las repeticiones (práctica distribuida) estimula la retención del aprendizaje motor. La variabilidad de tareas en cada sesión de adquisición parece mejorar el rendimiento en sesiones subsecuentes (retención del acto motor), y puede aumentar la generalización del aprendizaje a nuevas tareas. Esta idea es crucial, ya que el hecho de repetir una misma tarea motora en el gimnasio de rehabilitación puede mejorar la práctica o el desempeño de la misma, pero no transferirse su efectividad a las actividades de la vida diaria del domicilio. La interferencia contextual, por ejemplo entrenar para coger un vaso, una cuchara o un teléfono a distancias variables, puede ser más útil que el hecho de elevar el miembro parético hasta una distancia prefijada de modo repetitivo¹⁷.

NUEVOS MÉTODOS DE REHABILITACIÓN EN EL ICTUS

La eficacia del tratamiento rehabilitador en el ictus es limitado, pues el 25-50% de los pacientes continúan con una discapacidad moderada/grave al año del ictus. En la actualidad, se están desarrollando diversos tratamientos experimentales de carácter restaurativo (estimulación psicofarmacológica y actividad motora estructurada) (Tabla 3). Los ensayos clínicos que evalúan la eficacia de estas diferentes modalidades terapéuticas en el ictus son todavía escasos. Con frecuencia se han incluido series pequeñas de pacientes o son estudios no controlados.

TABLA 3. Principales técnicas de neurorrehabilitación en el ictus

Intervenciones farmacológicas
Entrenamiento específico de tareas
Entrenamiento bilateral de extremidades superiores
Métodos basados en el aprendizaje motor
<ul style="list-style-type: none"> – Entrenamiento del brazo parético – Terapia del movimiento inducida por restricción – Estimulación neuromuscular <ul style="list-style-type: none"> • Pasiva • Potenciada por electromiograma – Terapia robótica interactiva – Práctica mental con imaginación motora – Rehabilitación basada en realidad virtual
Estimulación cerebral
<ul style="list-style-type: none"> – Estimulación magnética transcraneal repetitiva – Estimulación de corriente directa transcraneal – Estimulación cortical invasiva con electrodos

Intervenciones farmacológicas

Se trata de un campo novedoso y prometedor en investigación clínica. Los primeros estudios con modelos animales de isquemia mostraron que el uso de anfetaminas se asociaba con crecimiento axonal y sinaptogénesis. Sin embargo, varios ensayos clínicos en humanos no proporcionaron una evidencia clara de eficacia en personas con ictus¹⁸.

Estudios con levodopa¹⁹ sugieren que este fármaco puede estimular la plasticidad cortical motora dependiente en humanos, mientras que los inhibidores selectivos de la recaptación de serotonina²⁰ pueden estimular la activación de la corteza sensitivomotora ipsilesional durante el movimiento de la mano parética. Sin embargo, los resultados de muchos de estos estudios deben tomarse con precaución, pues son estudios retrospectivos, abiertos o no controlados y con pequeñas muestras de pacientes.

Métodos basados en el aprendizaje motor

Terapia del movimiento inducida por restricción

Se fundamenta en la teoría del «desuso aprendido», según la cual los pacientes con ictus desarrollan el hábito de no usar la extremidad parética a pesar de tener capacidad para llevar a cabo algunas tareas. Se trata de una técnica indicada en la rehabilitación de la extremidad superior parética, que consiste en limitar el uso del lado sano para forzar el empleo del miembro parético a lo largo del día mediante un entrenamiento en tareas funcionales repetitivas.

En el ensayo clínico EXCITE²¹ se evaluó el efecto del entrenamiento intensivo del miembro parético en la fase

crónica del ictus 6 horas diarias durante 2 semanas. Se obtuvo un beneficio funcional en sujetos que tenían algún movimiento activo previo en muñeca y dedos, de 20 y 10° de extensión, respectivamente, así como en individuos con déficit sensorial y/o heminegligencia. Se excluyeron del estudio los pacientes con espasticidad grave, trastornos del equilibrio, deterioro cognitivo y dolor crónico.

Estudios con resonancia funcional y estimulación magnética transcraneal han mostrado una reorganización cerebral de la corteza motora en el hemisferio cerebral lesionado por el ictus tras recibir la terapia por restricción²². Se ha observado una mejoría en la motricidad, fuerza y velocidad de la actividad motora en la extremidad superior tras el tratamiento²³.

Sin embargo, esta terapia conlleva algunas incógnitas y muchas potencialidades. Un reciente estudio ha mostrado que la terapia de restricción motora intensa en la fase precoz del ictus se asoció con una respuesta dosis-respuesta inversa, y una recuperación motora menor a los 90 días²⁴. Una revisión Cochrane reciente concluye que esta técnica se asocia con una reducción moderada de la discapacidad al finalizar el periodo de tratamiento. Sin embargo, no existen evidencias de la persistencia del beneficio adquirido meses después del tratamiento²⁵.

El entrenamiento intensivo de la afasia mediante terapia inducida por restricción del lenguaje parece ser eficaz²⁶. Esta terapia se basa en los siguientes principios: a) restricción de las estrategias compensatorias aprendidas de comunicación no verbal; b) entrenamiento intensivo en el que se maximiza tanto el número de horas de práctica (al menos 30 horas durante 2 semanas) como el número de veces que se hace terapia por día, y c) moldear el lenguaje mediante tareas lingüísticas, con un nivel progresivo de dificultad, insertas en juegos y actividades de comunicación en grupos reducidos de pacientes.

Estimulación eléctrica neuromuscular

Esta técnica se basa en la teoría de la integración sensitivomotora, según la cual las áreas motoras no dañadas pueden reclutarse y entrenarse para ejecutar movimientos más efectivos usando aferencias relacionadas con el movimiento del miembro parético²⁷. La estimulación eléctrica neuromuscular se refiere a diversos tipos de práctica motora estimulada eléctricamente, que parece favorecer la recuperación del brazo parético. Puede aplicarse pasivamente de modo automático sobre los músculos paréticos, en asociación con tareas funcionales, o bien guiada por electromiograma.

En la estimulación con guía electromiográfica, el sujeto debe iniciar una contracción muscular voluntaria hasta un valor umbral determinado. Cuando la actividad electromiográfica del músculo alcanza ese valor deseado, se precipita un estímulo eléctrico asistido. Un microprocesador conectado a electrodos de superficie monitoriza la actividad electromiográfica y administra la estimulación neuromuscular²⁷.

Terapia robótica interactiva

Consiste en el entrenamiento sensitivomotor asistido por miembros robóticos²⁸. La terapia se realiza al unir el brazo y mano paréticos a un brazo robótico que guía la terapia. Esta terapia comenzó a usarse en la década de 1990, y en la actualidad existen más de 20 ensayos clínicos de rehabilitación con brazos robóticos. La terapia robótica es útil cuando el brazo parético es demasiado débil para beneficiarse de una terapia no asistida. En los últimos años se han desarrollado diversos algoritmos de control de la extremidad superior mediante terapia robótica. La principal es la terapia de asistencia activa, pero también se han desarrollado la terapia pasiva, resistiva, activa más restricción, bimanual, resistencia activa y amplificadora de errores.

La terapia asistida es congruente con la teoría de la integración sensitivomotora de la estimulación vía electromiograma, y la ventaja sobre esta última técnica es que pueden estimularse simultáneamente grupos musculares que desplazan más de un articulación.

Una revisión de 17 estudios comparativos entre terapia robótica asistida y terapia física convencional han mostrado un beneficio clínico de la terapia robótica en las tareas específicas entrenadas²⁹. La combinación de terapia física y robótica en la rehabilitación del brazo parético postictus puede incluso mejorar la recuperación funcional³⁰.

Imaginación motora

La observación de acciones, la «imaginación» motora y la imitación son nuevos métodos de rehabilitación del ictus, basadas en el sistema de las neuronas en espejo, que pueden favorecer la reorganización del sistema motor, como complemento o alternativa a la terapia física, a pesar del déficit motor³¹.

Las neuronas en espejo de la corteza parietal y premotora responden no sólo durante la ejecución de la acción sino también durante la observación de acciones llevadas a cabo por otros sujetos. Así, el sistema motor puede ser activado sin ejecutar movimientos.

El concepto de imaginación motora (*motor imagery*) denota un estado dinámico en el que la representación mental de un acto motor se reactiva en la memoria de trabajo en la ausencia de un acto motor. Se trata de una función independiente de la función motora residual, pero que puede tener un efecto coadyuvante a la terapia motora. Estudios experimentales han mostrado la eficacia de esta técnica para aumentar la representación cortical³¹.

Rehabilitación virtual

Las técnicas de realidad virtual en la rehabilitación del ictus pueden inducir la reorganización cortical de la corteza sensitivomotora. Estudios de resonancia funcional han mostrado la presencia de neuroplasticidad

asociada a realidad virtual^{32,33}. Esta técnica puede ser eficaz para potenciar el equilibrio y la recuperación en adultos con hemiparesia, cuando se añade a la terapia convencional³⁴.

ESTIMULACIÓN CEREBRAL EN REHABILITACIÓN POSTICTUS

Las técnicas de estimulación cerebral tienen su fundamento fisiopatológico en la hiperexcitabilidad del hemisferio cerebral no lesionado que genera un aumento de la actividad inhibitoria de la corteza motora primaria contralateral sobre la corteza lesionada por el ictus.

Las principales técnicas de estimulación cerebral son la estimulación magnética transcraneal repetitiva, la estimulación de corriente transcraneal directa y la estimulación cortical directa con electrodos epidurales³⁵. La estimulación cortical del hemisferio lesionado activa directamente la corteza bajo el área de estímulo.

La estimulación magnética transcraneal repetitiva, aplicada sobre el hemisferio cerebral no lesionado, frena la actividad inhibitoria hacia la corteza del hemisferio dañado. La estimulación magnética transcraneal se ha aplicado en varios grupos de pacientes con ictus con resultados prometedores. La mejoría motora observada parece correlacionarse con el aumento de la excitabilidad motora en el hemisferio lesionado.

Los primeros estudios se han realizado con series pequeñas de pacientes, en los que se han medido parámetros motores bajo condiciones de laboratorio. Se han incluido pacientes con ictus leve/moderado, por lo que su eficacia en pacientes con hemiplejía completa es desconocida. Se trata de una terapia aún en fase experimental, en la que la ventana terapéutica de aplicación en personas con ictus también es desconocida³⁶. La duración del efecto es incierta, aun cuando un periodo largo de tratamiento se correlaciona con un efecto clínico mayor. Probablemente, en el futuro, se asociará la estimulación cerebral con intervenciones de terapia física y ocupacional.

CONCLUSIONES

Los pacientes con ictus deberían ser tratados por equipos multidisciplinarios de neurorrehabilitación. Deben ser estimulados lo más precozmente posible para que usen el lado hemiparético en las actividades de la vida diaria.

Es necesario integrar y estimular todos los aspectos cognitivos, afectivos y psicosociales, y no solamente los puramente motores, en la rehabilitación de los pacientes con ictus.

Las modernas estrategias sociosanitarias de continuidad en los cuidados deben garantizar la asistencia en la fase crónica del ictus de pacientes y cuidadores.

La neurorrehabilitación del ictus es un área promisoria en investigación clínica.

Las nuevas técnicas de neurorrehabilitación aplicadas al ictus pueden acelerar los mecanismos de plasticidad neuronal y favorecer la reorganización cortical postictus. Sin embargo, se desconoce el grado de eficacia y la duración de su efecto, así como el grado de superioridad de unas técnicas sobre otras.

BIBLIOGRAFÍA

1. Carod-Artal FJ, Egido JA. Quality of life after stroke: the importance of a good recovery. *Cerebrovasc Dis*. 2009;27 Suppl 1:204-14.
2. Carod-Artal FJ, González-Gutiérrez JL, Herrero JA, Horan T, De Seijas EV. Functional recovery and instrumental activities of daily living: follow-up 1-year after treatment in a stroke unit. *Brain Inj*. 2002;16:207-16.
3. Ministerio de Sanidad y Consumo. Estrategia en ictus del Sistema Nacional de Salud, 2008. <http://www.msc.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/docs/EstrategiaIctusSNS.pdf>. Último acceso: 30 de julio de 2010.
4. Carod-Artal FJ. Neurorrehabilitación y continuidad en los cuidados tras el ictus. *Neurología*. 2011;26:190.
5. Carod-Artal FJ, Coral LF, Trizotto DS, Moreira CM. The stroke impact scale 3.0: evaluation of acceptability, reliability, and validity of the Brazilian version. *Stroke*. 2008;39:2477-84.
6. Carod-Artal FJ, Ferreira Coral L, Steiven Trizotto D, Menezes Moreira C. Self- and proxy-report agreement on the Stroke Impact Scale. *Stroke*. 2009;40:3308-14.
7. Pollock A, Baer G, Langhorne P, Pomeroy V. Physiotherapy treatment approaches for the recovery of postural control and lower limb function following stroke: a systematic review. *Clin Rehabil*. 2007;21:395-410.
8. Carod-Artal FJ, Ferreira Coral L, Trizotto DS, Menezes Moreira C. Poststroke depression: prevalence and determinants in Brazilian stroke patients. *Cerebrovasc Dis*. 2009;28:157-65.
9. Carod-Artal FJ, Ferreira Coral L, Trizotto DS, Menezes Moreira C. Burden and perceived health status among caregivers of stroke patients. *Cerebrovasc Dis*. 2009;28:472-80.
10. Page SJ, Gater DR, Bach-Y-Rita P. Reconsidering the motor recovery plateau in stroke rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85:1377-81.
11. Carod-Artal FJ, Medeiros MS, Horan TA, Braga LW. Predictive factors of functional gain in long-term stroke survivors admitted to a rehabilitation programme. *Brain Inj*. 2005;19:667-73.
12. Hebb DO. The organization of behaviour: a neuropsychological theory. New York: Wiley; 1949.
13. Teasell R, Bayona N, Salter K, Hellings C, Bitensky J. Progress in clinical neurosciences: stroke recovery and rehabilitation. *Can J Neurol Sci*. 2006;33:357-64.
14. Karni A, Meyer G, Rey-Hipolito C, et al. The acquisition of skilled motor performance: fast and slow experience-driven changes in primary motor cortex. *Proc Natl Acad Sci USA*. 1998;95:861-8.
15. Ward NS, Cohen LG. Mechanisms underlying recovery of motor function after stroke. *Arch Neurol*. 2004;61:1844-8.
16. Biernaskie J, Chernenko G, Corbett D. Efficacy of rehabilitative experience declines with time after focal ischemic brain injury. *J Neurosci*. 2004;24:1245-54.
17. Krakauer JW. Motor learning: its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation. *Curr Opin Neurol*. 2006;19:84-90.
18. Martinsson L, Hårdemark H, Eksborg S. Amphetamines for improving recovery after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007;1:CD002090.
19. Floel A, Hummel F, Breitenstein C, Knecht S, Cohen LG. Dopaminergic effects on encoding of a motor memory in chronic stroke. *Neurology*. 2005;65:472-4.
20. Li WL, Cai HH, Wang B, et al. Chronic fluoxetine treatment improves ischemia-induced spatial cognitive deficits through increasing hippocampal neurogenesis after stroke. *J Neurosci Res*. 2009;87:112-22.
21. Wolf SL, Winstein CJ, Miller JP, et al. Effect of constraint-induced movement therapy on upper extremity function 3 to 9 months after stroke: the EXCITE randomized clinical trial. *JAMA*. 2006;296:2095-104.
22. Liepert J, Bauder H, Wolfgang HR, Miltner WH, Taub E, Weiller C. Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans. *Stroke*. 2000;31:1210-6.
23. Wittemberg GF, Chen R, Ishii K, et al. Constraint-induced therapy in stroke: magnetic-stimulation motor maps and cerebral activation. *Neurorehabil Neural Repair*. 2003;17:48-57.
24. Dromerick AW, Lang CE, Birkenmeier RL, et al. Very early constraint-induced movement during stroke rehabilitation (VECTORS): a single-center RCT. *Neurology*. 2009; 73:195-201.
25. Sirtori V, Corbetta D, Moja L, Gatti R. Constraint-induced movement therapy for upper extremities in stroke patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009;4: CD004433.
26. Meinzer M, Djundja D, Barthel G, Elbert T, Rockstroh B. Long-term stability of improved language functions in chronic aphasia after constraint-induced aphasia therapy. *Stroke*. 2005;36:1462-6.
27. Bolton DA, Cauraugh JH, Hausenblas HA. Electromyogram-triggered neuromuscular stimulation and stroke motor recovery of arm/hand functions: a meta-analysis. *J Neurol Sci*. 2004;223:121-7.
28. Marchal-Crespo L, Reinkensmeyer DJ. Review of control strategies for robotic movement training after neurologic injury. *J Neuroeng Rehabil*. 2009;6:20.
29. Prange GB, Jannink MJ, Groothuis-Oudshoorn CG, Hermens HJ, Ijzerman MJ. Systematic review of the effect of robot-aided therapy on recovery of the hemiparetic arm after stroke. *J Rehabil Res Dev*. 2006;43:171-84.
30. Masiero S, Celia A, Rosati G, Armani M. Robotic-assisted rehabilitation of the upper limb after acute stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88:142-9.
31. Garrison KA, Winstein CJ, Aziz-Zadeh L. The mirror neuron system: a neural substrate for methods in stroke rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair*. 2010; 24:404-12.
32. Adamovich SV, Fluet GG, Tunik E, Merians AS. Sensorimotor training in virtual reality: a review. *NeuroRehabilitation*. 2009;25:29-44.
33. You SH, Jang SH, Kim YH, et al. Virtual reality-induced cortical reorganization and associated locomotor recovery in chronic stroke: an experimenter-blind randomized study. *Stroke*. 2005;36:1166-71.
34. Kim JH, Jang SH, Kim CS, Jung JH, You JH. Use of virtual reality to enhance balance and ambulation in chronic stroke: a double-blind, randomized controlled study. *Am J Phys Med Rehabil*. 2009;88:693-701.
35. Wang W, Collinger JL, Pérez MA, et al. Neural interface technology for rehabilitation: exploiting and promoting neuroplasticity. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2010; 21:157-78.
36. Alonso-Alonso M, Fregni F, Pascual-Leone A. Brain stimulation in post-stroke rehabilitation. *Cerebrovasc Dis*. 2007;24 Suppl 1:157-66.