

Rehabilitación de los trastornos de la sensibilidad de la mano

B. Valembois, M. Blanchard, B. Miternique, L. Noël

La rehabilitación de la sensibilidad es un aspecto fundamental de la recuperación funcional de la mano. En primer lugar, se hará un resumen de la anatomía y la fisiología del sistema nervioso sensitivo protopático, epicrítico, propioceptivo y vegetativo que regula la sensibilidad de la mano. Después se tratarán las distintas lesiones de origen traumático que pueden afectar a los nervios de la mano. Por último, con la finalidad de circunscribir la problemática de cada una de estas lesiones, se describirán en detalle las técnicas de rehabilitación.

© 2006 Elsevier SAS. Todos los derechos reservados.

Palabras Clave: Mano; Sensibilidad de la mano; Rehabilitación de la mano

Plan

■ Introducción	1	■ Autonomía-readaptación	17
■ Glosario de la Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé (ANAES)	2	Definición de la autonomía	17
■ Piel	2	Anestesia	18
Epidermis	2	Hiperestesia y disestesias	18
Dermis	2	Déficit de discriminación	19
Hipodermis	2		
Peculiaridades de la piel de la región palmar	2		
■ Anatomía de la sensibilidad de la mano	3		
Sensibilidad protopática	3		
Sensibilidad epicrítica	4		
Sensibilidad propioceptiva	5		
Funciones vegetativas	5		
Inervación troncular de la mano	6		
Mano: órgano sensitivo	7		
■ Lesiones del sistema nervioso periférico	7		
Clasificación de los distintos tipos de lesiones nerviosas	7		
Evolución del nervio tras la sección	7		
Tratamiento quirúrgico de las lesiones nerviosas	8		
Síndromes de compresión nerviosa	8		
■ Valoración de la sensibilidad cutánea de la mano	8		
Principios generales de la valoración sensitiva	8		
Técnicas de cartografía del déficit sensitivo	9		
Valoración de la regeneración nerviosa	9		
Valoración de la sensibilidad de protección	10		
Valoración de la sensibilidad vibrotáctil	10		
Escala internacional de la sensibilidad	11		
■ Rehabilitación	12		
Tratamiento de la zona de anestesia	12		
Rehabilitación de los territorios hiposensibles	14		
Rehabilitación de los territorios hiperestésicos y disestésicos	15		
Cicatrices	16		

■ Introducción

La mano es un órgano de relación que se encuentra en contacto permanente con el medio exterior. Desde el punto de vista psicológico, anatómico y funcional tiene una amplia representación en la corteza cerebral.

La causa de esta representación es la función que cumple la mano en la exploración y en la relación de la persona con el mundo que la rodea, así como la participación de la sensibilidad en esa exploración.

Una lesión de la mano que altere el sistema sensitivo puede ser la causa de su exclusión total o parcial y de una discapacidad funcional considerable, incluso en presencia de una recuperación motora perfecta.

Por tanto, la rehabilitación de la sensibilidad de la mano es un aspecto indispensable del tratamiento.

Tras una reseña de la anatomía de la piel, se tratarán los componentes neurológicos de la sensibilidad de la mano, así como los tipos de informaciones que transmiten, el modo en que lo hacen y las lesiones de origen traumático que pueden modificar su sensibilidad. Por último, se analizarán las modalidades de la rehabilitación de acuerdo con el tipo de lesión y la fase de la recuperación nerviosa. Respecto al futuro de la mano, las secuelas son un elemento significativo, y de su magnitud depende el pronóstico funcional.

“ Para recordar

Glosario ANAES.

Acroparestesia ^[2]: parestesia que afecta a los extremos de los miembros.

Alodinia: dolor debido a un estímulo que habitualmente no lo provoca.

Analgesia: ausencia de dolor ante un estímulo normalmente doloroso.

Anestesia dolorosa: dolor en una zona anestesiada y totalmente desprovista de sensibilidad.

Causalgia: síndrome compuesto por dolor crónico en forma de quemadura, alodinia e hiperpatía después de una lesión nerviosa traumática, a menudo asociada a una disfunción de la vasomotricidad y de la sudoración y, de manera más tardía, a trastornos tróficos.

Dolor: experiencia sensorial y emocional desagradable, relacionada con una lesión tisular existente o potencial, o que se describe en referencia a esa lesión.

Dolor central: dolor procedente del sistema nervioso central, causado por una lesión o una disfunción del mismo.

Dolor de neuropatía: dolor procedente del sistema nervioso, causado por una lesión o una disfunción del mismo.

Dolor neurogénico: dolor procedente de los sistemas nerviosos periférico o central, causado por una lesión, una disfunción o una perturbación transitoria de los mismos.

Disestesia: sensación desagradable anómala, espontánea o provocada.

Hiperalgnesia: respuesta dolorosa exagerada a un estímulo normalmente doloroso.

Hiperestesia: sensibilidad exagerada a un estímulo somestésico (táctil, térmico, doloroso), con excepción de los estímulos sensoriales específicos.

Hiperpatía: síndrome doloroso caracterizado por una reacción anormalmente dolorosa ante un estímulo (en especial, un estímulo repetitivo) y de umbral aumentado.

Hipoalgnesia: respuesta dolorosa disminuida ante un estímulo normalmente doloroso.

Hipoestesia: sensibilidad disminuida ante un estímulo somestésico, con excepción de las estimulaciones sensoriales específicas.

Nociceptor: receptor preferentemente sensible a un estímulo capaz de producir una lesión tisular o que se vuelve nocivo si es prolongado.

Parestesia: sensación anómala, desagradable o no, espontánea o provocada.

Sensoriodiscriminativo: corresponde al carácter cualitativo del dolor (pinchazo, quemadura, torsión, etc.) y a su duración, intensidad y localización.

■ Glosario de la Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé (ANAES)

Extraído casi en su totalidad de la página web de la ANAES ^[1], este glosario tiene el mérito de aclarar un buen número de términos que a veces no están bien definidos y que se prestan a confusión.

■ Piel

La piel está formada por tres capas distintas y una fascia ^[3]. Desde la superficie hasta la profundidad, se observan la epidermis, la dermis, la fascia superficialis y la hipodermis. Cada capa cumple una función especial.

Epidermis

Es la capa más externa y se renueva a partir de la base que la separa de la siguiente capa, la dermis. Está formada por cinco capas avasculares sucesivas, que desde la superficie hasta la profundidad son:

- la capa córnea, formada por células aplanadas desprovistas de núcleos. Es la interfase entre el cuerpo y el mundo exterior. La descamación permite su renovación;
- el estrato lúcido, compuesto por dos o tres capas de células anucleadas y llenas de eleidina;
- la capa granulosa, formada por 1-3 niveles de células queratinizadas;
- el estrato de Malpighi, una capa gruesa multicelular y unida por puentes;

- la capa basal, que se asienta sobre la capa profunda de la membrana basal y une la epidermis con la dermis a través de una red de fibrillas colágenas y reticulares.

Dermis

Es la capa intermedia. Habitualmente se distinguen dos capas principales, paucielulares y provistas de fibras colágenas. Estas zonas están vascularizadas y contienen la mayoría de los receptores sensitivos:

- la dermis superficial está pegada a la epidermis. Presenta un relieve formado por invaginaciones epidérmicas que se corresponden con las crestas dérmicas (respectivamente, papilas epidérmicas y dérmicas). En las últimas corren, en sentido axial, los capilares procedentes del plexo vascular superficial;
- la dermis media y la dermis profunda, compuestas por fibras colágenas gruesas y fibras elásticas orientadas en dirección paralela a la superficie de la piel. Es la zona de los conos fibrosos que unen la dermis con la fascia subyacente.

Hipodermis

Está formada por células adiposas y cumple una función de aislante de los tejidos subyacentes.

Peculiaridades de la piel de la región palmar ^[3]

Es la zona destinada a la presión y a la exploración. Aquí se produce la discriminación más fina de la piel de la mano. Es la zona que recibe, toma y entrega, y la que mejor información proporciona acerca de lo que se sostiene.

Dos de sus características son el grosor y la resistencia.

Las crestas dérmicas y epidérmicas se revelan en la superficie y forman la dermatoglia. Los poros del sudor se abren en el vértice de las crestas e hidratan la capa córnea.

La piel de la palma de la mano es lampiña, y su capa córnea especialmente gruesa (puede alcanzar hasta 2 mm); el grosor medio de la capa córnea corporal es de 0,5 mm.

El pulpejo digital se caracteriza por una alta densidad de terminaciones nerviosas. El tejido pulpar cumple una función mecánica en la presión; su estructura en celdillas celuloadiposas limita los movimientos laterales y facilita la presión pulpopulpar.

La uña sirve de estabilizador complementario durante la presión o los apoyos con fuerza.

■ Anatomía de la sensibilidad de la mano ^[3-8]

La mano transmite a la corteza cerebral determinado número de informaciones. Una de sus principales funciones es la transmisión de las informaciones sensitivas (protopática, epicrítica o propioceptiva); su finalidad es informar a la corteza acerca del objeto manipulado o que está en contacto con la piel.

El receptor transforma el estímulo mecánico, térmico o químico en impulso nervioso (fenómeno de transducción).

La aparición de ese potencial de acción se relaciona con la intensidad del estímulo y define el concepto de umbral. Para que se desencadene el impulso nervioso, el estímulo debe tener cierta intensidad.

A continuación, el impulso corre a lo largo del nervio por algunas células nerviosas que servirán de relevo: este fenómeno se denomina conducción.

Sensibilidad protopática

La sensibilidad protopática agrupa las informaciones relacionadas con el dolor y con la temperatura de los objetos o los materiales que entran en contacto con la piel.

Aquí se describirán de forma sucesiva los receptores de la sensibilidad dolorosa, las vías de conducción del dolor, los mecanismos que intervienen en la transmisión de los mensajes dolorosos y, por último, los receptores térmicos.

Sensibilidad nociceptiva

Desde los receptores periféricos hasta la corteza cerebral, el mensaje doloroso se encamina en parte por las mismas vías que el mensaje sensitivo epicrítico. En su recorrido sufre numerosas influencias que lo intensifican o atenúan. Se describirán el camino y los distintos factores que pueden alterarlo.

Los receptores periféricos del dolor o nociceptores se encuentran en:

- la piel;
- los músculos;
- las articulaciones;
- los huesos;
- las vísceras.

Los receptores son:

- mecánicos (receptores de presión). No son específicos del dolor;
- polimodales, que a la vez responden a estimulaciones:
 - mecánicas;
 - térmicas;
 - químicas;

- «silenciosos». Son sensibles a los estímulos químicos, se activan ante la inflamación y reaccionan con un efecto tardío (10 min), pero su transmisión puede durar mucho tiempo.

Termorreceptores

Son receptores del calor y del frío. Los receptores del calor reaccionan ante una temperatura superior a 45° y los del frío, a una temperatura inferior a 10°. En el caso de un estímulo intenso, transmiten un mensaje doloroso.

Vías de la sensibilidad protopática

La sensibilidad protopática transmite las informaciones dolorosas y térmicas (cuyos receptores se mencionan más arriba), pero también el tacto «grosero» y la sensibilidad visceral y vascular.

Sus fibras nerviosas son de dos tipos:

- las fibras «rápidas» (Aδ) transmiten el dolor intenso e instantáneo procedente de los receptores mecánicos y polimodales, y hacen pasar las informaciones por el haz neoespinalámico;
- las fibras «lentas» (C) transmiten el dolor difuso, de las terminaciones libres, y el dolor «tardío» de los receptores «silenciosos». Transcurren por el haz paleoespinalámico.

Estas fibras nerviosas, con poca mielina o amielínicas, nacen en las células nerviosas de los ganglios raquídeos y penetran en la médula espinal por la raíz dorsal. Se bifurcan en el tracto dorsolateral y terminan en las células de la sustancia gelatinosa de Rolando (donde puede tener lugar la función inhibitoria del *gate control system* de Melzack y Wall).

Transmiten la información a la columna vegetativa a través del ramo comunicante blanco, favoreciendo de este modo la formación de círculos viciosos y la aparición de dolores proyectados, permanentes e invalidantes. Luego establecen un enlace con la vía cruzada anterolateral.

Existen dos tipos de células de enlace:

- células específicas y activadas exclusivamente por el mensaje nociceptivo;
- células convergentes que reciben los mensajes nociceptivos y todos los demás mensajes sensitivos.

Las fibras secundarias cruzan la línea media, suben por el cordón ventrolateral y forman el haz espinotalámico lateral. Las aferencias están controladas por fibras descendentes de origen central (cerebelo-formación reticular) que generan impulsos facilitadores o inhibidores (inhibición presináptica) de las informaciones transmitidas (cf. supra).

En el tronco del encéfalo, el haz espinotalámico brinda numerosas colaterales a la formación reticular y termina en el lemnisco medial. De éste nacen las fibras terciarias que alcanzan la región poscentral del área parietal.

Factores de origen central que influyen en el mensaje nociceptivo

En su recorrido ascendente hacia la corteza, las vías del dolor reciben influencia de:

- la formación reticular, que facilita las adaptaciones conductuales y vegetativas ante el dolor;
- el tálamo, responsable del componente emocional del dolor;
- el hipotálamo, que cumple una función respecto a las adaptaciones hormonales;
- el sistema límbico, que cumple una función respecto al componente afectivo y de motivación vinculado con experiencias pasadas;
- la neocorteza, que participa en el componente cognitivo (tipo, localización, etc.) de la percepción y las conductas ante el dolor;

- la corteza frontal, que procesa la respuesta motora y el aspecto emocional del dolor.

Factores de origen periférico que influyen en el mensaje nociceptivo

El dolor puede tener dos orígenes: uno neurógeno, cuya causa es una agresión al sistema neurológico, y otro nociceptivo, cuyo origen se relaciona con el ataque de un agente traumatizante externo. El mensaje doloroso puede sufrir modificaciones capaces de alterarlo o intensificarlo. A continuación se describen los diferentes factores que contribuyen a modificar la información.

Memoria del dolor

Ante la aparición de un estímulo doloroso, el mensaje se transmite a la corteza a través del recorrido ya descrito. Ese mensaje provoca una reacción química y hormonal en las células nerviosas que participan en la transmisión. Cuando el mensaje doloroso dura demasiado, la impregnación química y hormonal marca la célula y ésta conserva en memoria la señal dolorosa. Las sensaciones nuevas se manifestarán por una sensación de dolor (memoria del dolor), que es un mecanismo esencialmente fisiológico y no psicológico.

Sensibilización de los nociceptores

Este mecanismo es desencadenado por la repetición de las estimulaciones. Los mediadores químicos sensibilizan las terminaciones nerviosas y aumentan la respuesta ante la excitación. Otro efecto es la reducción del control inhibitorio descendente (de origen cortical) del dolor.

Función de la neurona convergente

Todas las fibras sensitivas de diversa procedencia convergen en la neurona del cuerno dorsal, que puede transmitir a la corteza las informaciones, dolorosas o no, procedentes de la piel, los músculos, las articulaciones, las vísceras, etc. Estas estructuras no siempre tienen una representación muy exacta en la corteza, por lo que una señal puede localizarse de manera muy imprecisa. Esto provoca una falsa interpretación de la localización del dolor.

Reflejo de axón

La activación de los receptores periféricos del dolor se transmite a la neurona sensitiva del cuerno dorsal de la médula y despierta una inflamación neurogénica o «reflejo de axón», que se extiende de forma progresiva a los tejidos adyacentes y cumple una función en el automantenimiento del dolor y la génesis de algunas afecciones (algodistrofia o síndrome doloroso regional complejo [SDRC] de tipo 1).

Sensibilidad epicrítica

Mecanorreceptores

Los mecanorreceptores se agrupan en dos categorías, según la superficie de la que recogen las informaciones:

- los receptores de tipo I tienen una superficie geográfica limitada y un tamaño reducido;
- los receptores de tipo II cubren una superficie mayor y tienen límites bien definidos.

En cada categoría existen dos tipos de receptores, que se distinguen por el tiempo y el modo de respuesta a los estímulos:

- respuesta que se prolonga durante todo el tiempo de la estimulación: son los «mecanorreceptores de adaptación lenta»;
- respuesta que sólo se produce al comienzo del estímulo y después de su interrupción: son los «mecanorreceptores de adaptación rápida».

Corpúsculos de Merkel: tipo I de adaptación lenta

Están presentes en las zonas lampiñas y pilosas. La terminación nerviosa forma, en la zona de la epidermis, un disco que entra en contacto con la célula de Merkel para formar un conjunto indisoluble situado en la epidermis y cuya zona basal está en continuidad con la zona basal epidérmica [3, 4].

Pinkus, citado por Baldet, describe una célula de apariencia idéntica a las células de Merkel, pero situada en las zonas vellosas [3]. Kahle describe grandes células epiteliales, parecidas a las de Merkel, que se disponen entre las células basales de la vaina epitelial externa de las raíces de los pelos y que envían prolongaciones digitiformes a su alrededor. La deformación de las raíces a causa de un movimiento del pelo estimula la fibra nerviosa [2]. Las células se activan tras la estimulación de su campo periférico, lo que permite inferir que éste cumple una función en el reconocimiento de las formas.

Corpúsculos de Meissner: tipo I de adaptación rápida

Tienen forma redonda u ovalada y están formados por células laminares [4] rodeadas por una cápsula conjuntiva (una descripción que muchos autores ponen en tela de juicio). Están constituidos por una columna cilíndrica de células aplanadas a las que llegan los nervios terminales. Situados en las papilas dérmicas, a menudo se organizan en grupos [4]. Son más numerosos en la cara palmar de la mano, en los extremos de los pulpejos digitales y, sobre todo, en el pulpejo del índice. Son fundamentales para la percepción de las sensaciones táctiles finas [2].

Corpúsculos de Ruffini: tipo II de adaptación lenta

Están presentes en la piel lampiña y pilosa. Se sitúan en la hipodermis y en la dermis profunda. Son sensibles al estiramiento y a la tensión de la piel.

Corpúsculos de Pacini: tipo II de adaptación rápida

Están formados por tres capas: la cápsula, la capa laminar externa y la maza central [2, 4]. Están situados en la dermis profunda y en la hipodermis, y se encuentran en el periostio, cerca de las articulaciones y en la superficie de los tendones y las aponeurosis. Estos receptores son sensibles a la presión y a las vibraciones. Son estimulados por su deformación y por la depresión.

Corpúsculos de Krause

Corpúsculos mucocutáneos, están presentes dentro de la dermis subpapilar en la zona de transición entre la piel y las mucosas [3]. Se encuentran en la piel lampiña de las extremidades. En la actualidad se clasifican como mecanorreceptores de adaptación rápida, pero debido a que su superficie de recepción aún no está definida, no se sabe si son de tipo I o II.

Distribución de los mecanorreceptores (Cuadro I)

Los receptores no se distribuyen del mismo modo. La zona con mayor densidad es el pulpejo de los dedos y los receptores de tipo I (discriminación fina) se encuentran allí en concentración elevada. La manipulación de un objeto se circunscribe al campo de los receptores de adaptación rápida: Meissner y Pacini. La persistencia de la presión corresponde a los receptores de adaptación lenta: Merkel y Ruffini.

Vías de la sensibilidad epicrítica

La sensibilidad epicrítica conduce las informaciones de presión, velocidad y aceleración. Las fibras nerviosas nacen en los ganglios raquídeos. Los estímulos nerviosos táctiles son conducidos por fibras mielínicas de diámetro elevado (A β) que penetran en la médula espinal por la raíz dorsal. Estas fibras ocupan la parte medial de la

Cuadro I.

Clasificación de los mecanorreceptores.

	Tipo I (superficie geográfica reducida)	Tipo II (superficie geográfica extensa)
Adaptación lenta (respuesta durante toda la duración del estímulo)	Corpúsculo de Merkel (sensible a 30 Hz) A α (55-75 m/seg)	Corpúsculo de Ruffini (sensible al estiramiento) A α (45-65 m/seg)
Adaptación rápida (respuesta al principio y al final de la estimulación)	Corpúsculo de Meissner (sensible a 200-300 Hz) A α	Corpúsculo de Pacini (sensible a 150-400 Hz) A α

raíz e ingresan por la parte lateral de los cordones dorsales (haz de Burdach). Las neuronas reciben sus fibras de acuerdo con un orden somatotópico. Cada neurona de los núcleos de los cordones dorsales recibe los impulsos de un tipo de receptor.

El área cutánea de influencia del receptor es reducida en los extremos de los miembros (mano, pie) y se agranda a medida que inerva una zona más proximal del miembro (hombro, cadera). Esto explica la disminución de precisión en la localización a medida que se aleja de la región distal del miembro.

Los núcleos de los cordones dorsales reciben fibras procedentes de las cortezas frontal y parietal por medio de la vía piramidal. Estas fibras ejercen sobre las neuronas de los núcleos de los cordones dorsales una inhibición pos o presináptica que modula los impulsos aferentes.

Las fibras secundarias suben a partir de los cordones dorsales y forman el lemnisco medial, cruzan a la altura de la decusación de los lemniscos y terminan en el tálamo.

La información asciende hasta la corteza por las fibras talamocorticales, que terminan en la circunvolución parietal (áreas SI y SII) y se distribuyen de forma somatotópica.

Sensibilidad propioceptiva

Los receptores tendinosos y musculares cumplen una función primordial en la recogida de las informaciones que se transmiten a la corteza. Ellos son los que equilibran y determinan las tensiones musculares necesarias para los movimientos que se efectúan durante las manipulaciones.

Sensores musculares

Receptores tendinosos de Golgi

El receptor está situado a la altura de la unión musculotendinosa. Está compuesto por fibras colágenas rodeadas por una vaina conjuntiva, e innervado por una fibra nerviosa miélica. Cumple una función de inhibición de las motoneuronas durante el estiramiento del tendón. Informa a la corteza acerca del esfuerzo necesario para oponerse a la fuerza de gravedad durante la manipulación del objeto [5].

Huso neuromuscular

Está compuesto por fibras musculares estriadas y delgadas, rodeadas por una cápsula conjuntiva, y siguen una dirección paralela a las otras fibras del músculo. Su número varía según el tipo de músculo; cuanto más se usa éste para los movimientos finos y diferenciados (dedos), mayor es el número de husos. La parte media del huso no contiene miofibrillas, pero encierra los núcleos celulares rodeados por la fibra muscular para formar la terminación espiral. En un lado, o incluso en ambos, puede insertarse una fibra sensitiva más fina que termina en ramillete. Las dos partes polares son inervadas por fibras motoras finas (fibras gamma).

La neurona desencadena la contracción de las partes polares de la fibra, que a su vez provoca el estiramiento

de la zona ecuatorial, estimula las terminaciones espirales y modifica la sensibilidad del huso. La actividad del huso se apaga con la contracción muscular. Los husos transmiten informaciones sobre la longitud instantánea del músculo y la velocidad del estiramiento.

Existen dos tipos de husos musculares: las fibras de cadena nuclear (registran el estiramiento continuo) y las fibras saculares nucleares (reaccionan ante el estiramiento momentáneo).

Los husos musculares asociados a las neuronas gamma cumplen una función de «arranque» del movimiento voluntario. Los impulsos se transmiten hacia las motoneuronas del cuerno ventral y participan en el reflejo de estiramiento, pero también discurren por la vía espinocerebelosa hacia el cerebelo, y desde allí hacia la corteza motora a través del núcleo dentado y el tálamo.

Sensores articulares

- Órganos de Golgi: se localizan en los ligamentos y en la cápsula articular. Son sensibles al sentido del movimiento, a la tensión y a la parte final del movimiento (adaptación lenta).
- Corpúsculos de Ruffini.
- Corpúsculos de Pacini: están situados en la cápsula y en los ligamentos. Informan sobre los movimientos pequeños y las aceleraciones (adaptación rápida).
- Terminaciones libres: receptores del dolor (adaptación lenta).

Funciones vegetativas [9]

Su campo de innervación corresponde a las vísceras, las glándulas (exocrinas, endocrinas) y la vasomotricidad. En el aspecto motor inerva todas las fibras musculares lisas. En el aspecto sensitivo transmite la sensibilidad visceral, expresada por la sensación de hiperperistaltismo, el dolor por tensión o repleción de vísceras huecas, o la hipertrofia de un órgano macizo. Muchas manifestaciones cerebroespinales se acompañan de reacciones vegetativas (por ejemplo, esfuerzos físicos y sudoración, traumatismo somático y náuseas).

Está compuesto por dos sistemas anatómicos de reacciones aparentemente antagonistas, pero en realidad complementarias:

- uno simpático;
- otro parasimpático.

De manera general, y teniendo en cuenta su modo de funcionamiento:

- el simpático produce la energía;
- el parasimpático favorece las funciones metabólicas que restituyen la energía.

Así pues, entre ambos sistemas existe un equilibrio que varía en función del contexto físico o psicológico. La perturbación grave de este equilibrio es responsable de trastornos neurovegetativos en el sentido de la hipersimpaticotonía (síndrome doloroso regional complejo) o de la hiperparasimpaticotonía.

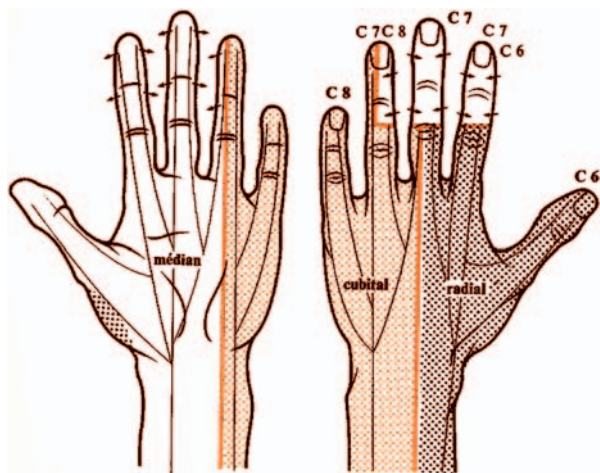


Figura 1. Esquema de los territorios sensitivos (según los laboratorios ANPHAR).

Vía nerviosa simpática

El cerebro vegetativo es el hipotálamo. Mantiene conexiones con la corteza a través del tálamo, del lóbulo límbico y de las áreas prefrontales, así como con los núcleos parasimpáticos del tronco del encéfalo.

En la médula espinal, las fibras simpáticas se dirigen por la raíz ventral hacia la cadena simpática laterovertebral, situada por delante y a ambos lados de las apófisis transversas de las vértebras. Los ganglios de esta cadena emiten ramos simpáticos para las vísceras y las glándulas. Corren por los ramos comunicantes grises amielínicos, que vuelven hacia los nervios espinales para formar el contingente simpático de los miembros.

El sistema simpático es el origen de los reflejos vegetativos que se producen ante complicaciones tales como el SDRC (o algodistrofia):

- vasomotores (rubor/palidez);
- pilomotores (contracción de los músculos erectores del pelo);
- sudorales.

La estimulación de la piel desencadena una reacción refleja vegetativa que se transmite directamente a los tejidos subyacentes, sin pasar por el circuito habitual de la médula espinal. Se trata de un reflejo de axón.

Inervación troncular de la mano [3, 5]

Las informaciones procedentes de los diferentes receptores corren por los axones de las células nerviosas. Estos axones se agrupan en tres nervios mixtos (sensitivo, motor y vegetativo) que se reparten la sensibilidad de la mano: nervios mediano, cubital y radial.

Cada nervio cubre un territorio sensitivo que corresponde a una descripción anatómica exacta, pero cuyos límites son imprecisos debido a la mezcla de los diferentes territorios entre sí.

Como en todos los nervios, algunas características pueden influir en los métodos de rehabilitación y explicar determinadas reacciones que en un primer momento pueden parecer sorprendentes. Esas características se describen a continuación (Fig. 1).

Anatomía de los nervios [3, 5]

Cada nervio está compuesto, según su tamaño y función, por determinado número de axones. El axón está rodeado por una vaina constituida por el citoplasma de las células que envuelven a las fibras amielínicas, y por la vaina de mielina en el caso de las fibras nerviosas mielínicas. La vaina de mielina se interrumpe a intervalos regulares por estrechamientos denominados nodos de Ranvier. La vaina de mielina está rodeada a su vez por el citoplasma de la célula de Schwann. Ésta se

Cuadro II.

Tipo de fibra y velocidad de conducción.

Tipo de fibras nerviosas	Diámetro axonal	Velocidad de conducción
Fibras mielínicas A	3-20 μm	Máximo 120 m/seg
Fibras mielínicas B	3 μm	15 m/seg
Fibras amielínicas		2 m/seg

encuentra desdoblada por una membrana basal que mantiene la separación entre las diferentes fibras nerviosas.

Existe una correlación entre la circunferencia de la fibra nerviosa, el grosor de la mielina, la distancia entre los nodos de Ranvier y la velocidad de conducción (Cuadro II).

En las fibras mielínicas, el impulso se transmite por saltos desde un nodo de Ranvier a otro. En las fibras amielínicas, la propagación del potencial es continua.

Envolturas tisulares del nervio [5]

Las fibras están rodeadas por tejido conjuntivo, el endoneuro. Una cantidad variable de fibras nerviosas forma un fascículo agrupado en el perineuro, que a su vez se refuerza a la altura de las articulaciones para aumentar la resistencia del nervio durante el paso por las poleas articulares o las zonas de los túneles osteofibrosos. Los diferentes perineuros se encuentran inmersos en un tejido conjuntivo laxo (junto a vasos sanguíneos y linfáticos) y forman el nervio, que a su vez está rodeado por el epineuro. Ningún fascículo tiene continuidad de un extremo a otro de su recorrido. Puede presentar muchas anastomosis con intercambios posibles de fibras nerviosas de uno a otro haz, lo que explica las dificultades que encuentra el axón para progresar durante la regeneración neural y sus posibles errores de trayecto.

Nervio mediano

Se origina en las raíces C6-T1. El nervio mediano transmite las informaciones sensitivas de la piel de la eminencia tenar, la parte lateral de la muñeca y la palma de la mano mediante el ramo cutáneo palmar. Tras su paso por el túnel del carpo, se divide en tres ramos para dar los nervios digitales comunes palmares del primer, segundo y tercer espacios. Éstos se separan en dos ramos a la altura de las metacarpofalángicas para asegurar la inervación sensitiva del borde lateral del primer, segundo y tercer espacios interdigitales, manteniendo de esta manera la inervación sensitiva de los pulpejos de los dedos pulgar, índice y medio, así como del hemipulpejo radial del anular. El nervio mediano asegura también la inervación sensitiva de la cara dorsal de la falange distal del pulgar, de las dos falanges distales del índice y del mayor, y de la parte radial del anular. Además inerva una parte de las articulaciones radiocarpiana y mediocarpiana. Su territorio autónomo se encuentra en el pulpejo del índice. En la muñeca forma una anastomosis con el nervio cubital.

Nervio cubital

Se origina en las raíces C7-T1. En el antebrazo se desprende un ramo sensitivo (nervio dorsal del nervio cubital) que se une a la parte cubital de la cara dorsal de la mano, donde inerva la piel. Otro ramo sensitivo (palmar cubital) se desprende a la altura del tercio inferior del antebrazo para inervar la eminencia hipotenar. El ramo superficial del nervio cubital se convierte en nervio digital palmar común de la cuarta comisura y se divide en dos nervios palmares, para dar inervación palmar al borde cubital del anular y a la cara palmar del meñique. El nervio cubital cubre asimismo la cara dorsal

de estos dos dedos, la totalidad de la cara dorsal de la primera falange del anular y el borde cubital de la primera falange del dedo medio.

Su territorio autónomo se encuentra en el pulpejo del quinto dedo y forma un ramo comunicante con el nervio mediano. También tiene posibilidades de anastomosarse con el nervio mediano en el antebrazo y en la palma de la mano.

Nervio radial

Se origina en las raíces C6-T1. En el dorso de la mano, el ramo superficial del nervio radial emite los nervios digitales dorsales que aseguran la inervación de la parte radial del dorso de la mano, del pulgar, de la cara dorsal de las primeras falanges del índice, del mayor y la parte radial del anular. Su territorio autónomo es la cara dorsal de la primera comisura, forma parte de la inervación sensitiva de la muñeca y tiene un ramo comunicante con el nervio cubital.

Mano: órgano sensitivo ^[10]

La asociación vista-mano es muy importante para la comprensión del medio circundante. Su uso exploratorio sigue siendo una función esencial y voluntaria.

El proceso de reconocimiento del objeto consiste en la manipulación, pero funciona de forma instantánea. Con el fin de determinar la naturaleza del objeto manipulado, el cerebro hace una síntesis rápida de las informaciones que recibe, no se detiene en los detalles y la memoria cumple una función primordial para ese análisis (igual que para la motricidad, la corteza consciente analiza el movimiento y no el encadenamiento muscular necesario para el acto).

La exploración interviene a posteriori y el cerebro puede determinar entonces los detalles que componen ese objeto. Analiza la textura, la forma, la composición, la temperatura, el peso, etc., pero no tiene en cuenta los medios para conseguirlos, ya que sólo le interesan las informaciones que necesita.

■ Lesiones del sistema nervioso periférico

Clasificación de los distintos tipos de lesiones nerviosas (Cuadro III)

Las lesiones de los nervios periféricos se producen por tres mecanismos ^[11]:

- compresión: si es prolongada, el edema endoneural puede inducir una fibrosis cicatrizal del nervio;
- estiramiento: puede resultar de una rotura aislada del axón o de una lesión de las otras estructuras del nervio, es decir, perineuro y epineuro;
- sección: puede ser completa o afectar sólo a una parte del nervio.

Clasificación de Seddon

En 1943, Seddon clasificó las lesiones nerviosas en tres tipos ^[11-13]:

Cuadro III.

Tipo de lesión nerviosa y perspectiva de evolución.

Grado de la lesión	Recuperación	Plazo de recuperación	Indicación quirúrgica
1.º Neurapraxia: trastorno de la conducción	Completa	Corto (≤ 12 semanas)	Ninguna
2.º Axonotmesis: lesión del axón	Completa	Largo	Ninguna
3.º Axonotmesis: lesión del axón + perineuro	Variabilidad ++	Largo	Ninguna o neurólisis
4.º Axonotmesis: lesión axonal + fascicular	Ninguna	Sin recuperación	Reparación nerviosa o injerto
5.º Neurotmesis: lesión del nervio	Ninguna	Sin recuperación	Reparación nerviosa o injerto
6.º Variabilidad de un fascículo a otro y dependiente de las posibles combinaciones de las lesiones.			

- neurapraxia: interrupción momentánea de la conducción nerviosa como resultado de una isquemia transitoria o de una lesión que afecta sólo a la vaina de mielina. No existe ninguna solución de continuidad axonal y, por tanto, tampoco una degeneración de la fibra nerviosa. En general, la recuperación es completa y el tiempo necesario para que se produzca depende de la lesión de la mielina, cuya regeneración puede requerir hasta 2 meses;
- axonotmesis: interrupción de la continuidad axonal que induce una degeneración de las fibras nerviosas. La recuperación depende del tipo de lesión de las envolturas nerviosas, que puede no ser igual en todas;
- neurotmesis: sección completa del tronco nervioso.

Clasificación de Sunderland ^[11-13]

En 1951, Sunderland hizo una nueva clasificación a partir de los estadios de Seddon:

- 1.º grado: corresponde, sin modificaciones, a la neurapraxia;
- 2.º grado: lesión del axón sin daño de las envolturas nerviosas. Se produce degeneración del axón, pero la membrana basal permanece intacta y la recuperación puede ser completa;
- 3.º grado: lesión del axón y del endoneuro. Las capacidades de recuperación son muy variables. La regeneración neural es posible, pero con riesgo de errores;
- 4.º grado: el epineuro es la única estructura indemne. No se produce una recuperación funcional espontánea;
- 5.º grado: corresponde a la neurotmesis. No se produce una recuperación funcional espontánea.

Mackinnon agregó un 6.º grado, correspondiente a las lesiones mixtas en un mismo tronco nervioso, donde algunos haces pueden estar intactos y otros dañados en distintos grados. La recuperación también es mixta y varía en función del tipo de lesión.

Evolución del nervio tras la sección

Degeneración walleriana ^[11, 12]

La sección de un axón induce la degeneración de su parte distal y modificaciones en el cuerpo celular (situado en el cuerno posterior para las fibras sensitivas). En las horas siguientes a la sección, el axón y su vaina de mielina empiezan a descomponerse. El proceso de degeneración en su conjunto se cumple en alrededor de 3 semanas. Durante esta fase, las células de Schwann proliferan y tienen dos funciones: desempeñan el papel de fagocitos y se organizan paralelamente en columna con el propósito de formar las bandas de Büngner.

Regeneración nerviosa

Al contrario que otros tejidos, el tejido nervioso tiene la propiedad de regenerarse. Este proceso comienza tras una fase de latencia de alrededor de 36 horas. Después, si la neurona sensitiva primaria permanece en su ganglio espinal, la punta del axón comienza a emitir yemas. Estas yemas progresan como conos de crecimiento, que

poco a poco recolonizan las bandas de Büngner (función de guía). Las células de Schwann sintetizan mielina a medida que avanza la regeneración [11, 12].

La regeneración es estimulada por factores bioquímicos tales como el factor de crecimiento nervioso (factor neurotrópico) y la laminina (molécula de adherencia celular). Ambos factores de crecimiento son sintetizados por las células de Schwann [14].

La velocidad de la regeneración nerviosa depende de numerosos factores: la edad del paciente, el lugar y la naturaleza de la lesión y, sobre todo, la distancia entre ésta y el cuerpo celular. Así, el crecimiento es de 8,5 mm por día en el brazo, 2 mm en la muñeca y 0,5 mm en los dedos.

En la fase final del crecimiento, si se ha alcanzado el objetivo periférico, el nervio recupera sus propiedades a costa de una disminución de la velocidad de conducción (porque se ha reducido la distancia entre cada nodo de Ranvier).

Efecto de una lesión nerviosa sobre los receptores sensitivos [15]

Los corpúsculos de Meissner degeneran lentamente y conservan muy buenas posibilidades de reinervación (incluso después de una lesión nerviosa extensa). Los discos de Merkel degeneran más rápido y a menudo por completo tras una lesión prolongada. Los corpúsculos de Pacini modifican su estructura, pero siempre están presentes y conservan sus posibilidades de reinervación. Las terminaciones libres no tienen estructuras que deban reinervarse; son las primeras en recuperar su función en caso de regeneración axonal correcta.

Complicaciones de la regeneración nerviosa

Las complicaciones suelen relacionarse con los errores de orientación de la regeneración axonal. Según el grado de la lesión, las envolturas del nervio se afectan más o menos y su integridad es la garantía de una buena orientación de los conos de crecimiento [8, 11].

Las yemas axonales pueden no superar la zona de la lesión, avanzar hacia un objetivo periférico falso (al que no podrán reinervar) o hacerlo en una dirección aferente, como describió Valleix para las neuralgias.

Las fibras que no superan la zona de la lesión pueden formar neuromas (mezcla de prolongaciones axonales que no pudieron seguir su camino).

Tratamiento quirúrgico de las lesiones nerviosas

La reparación quirúrgica se indica de forma sistemática a partir del 4.º grado de la clasificación de Sunderland [13]. En este caso, sólo el epineuro está intacto. Entonces debe restablecerse la mejor continuidad nerviosa posible, con el fin de orientar correctamente el crecimiento del nervio.

Las suturas de nervio [12] pueden ser la primera elección en situación de urgencia (sección completa y sin pérdida de sustancia) o la segunda (lesiones contusas y pérdida de sustancia que requieren un injerto, o tras fracaso de la sutura inicial).

- Sutura directa: de tipo epineural por mayor precisión en el afrontamiento de los dos muñones del nervio.
- Injerto de nervio: para paliar la pérdida de sustancia y brindar un apoyo al crecimiento axonal. Por regla general, se trata de autoinjertos cuyo donante de preferencia es el nervio safeno externo o el ramo sensitivo del musculocutáneo.
- Injerto de venas.
- Tratamiento de los neuromas: por resección-ocultación del extremo libre del nervio o con la técnica de Samii (restablecimiento de la continuidad de las fibras, uniéndolas entre sí en «asa de cubo»).

Síndromes de compresión nerviosa [16-19]

Estos síndromes se producen por compresión de las fibras nerviosas y provocan trastornos de conducción de gravedad variable que pueden terminar en la destrucción completa del nervio. En principio, el paso de los nervios por los túneles osteofibrosos del miembro superior no es un motivo de compresión, pero ésta se produce cuando se modifica el continente o el contenido. Otras causas de compresión nerviosa pueden ser las anomalías musculotendinosas. Las consecuencias abarcan desde la neurapraxia, es decir, un bloqueo de conducción con modificación de la estructura de la vaina de mielina y disminución de la velocidad de conducción, hasta la neurotmesis con fibrosis completa de una parte del nervio y presencia habitual de un neuroma en continuidad.

La mayoría de los síndromes de compresión nerviosa empieza con parestesias. También es posible encontrar un territorio hipostésico y una amiotrofia.

Síndrome de compresión doble

El concepto de compresión escalonada se atribuye a Upton y McComas (1973). Una compresión proximal de un nervio lo hace más sensible a otra compresión más distal. Los signos de compresión pueden ser positivos en este nivel, mientras que la compresión real se encuentra en una región más proximal del nervio.

El tratamiento de primera elección es médico y consiste en reposo (ortosis) e infiltración. Ante el fracaso, puede considerarse la descompresión quirúrgica.

Principales sitios de compresión en el miembro superior:

- nervio mediano; en el arco de los flexores: síndrome del nervio interóseo anterior (estrictamente motor); en el túnel carpiano: parestesias nocturnas de D1, D2 y D3, pérdida de la fuerza, déficit de oposición del pulgar en caso de lesión muy grave;
- nervio cubital: en el arco del flexor cubital del carpo (Osborne), en el arco de Struthers y en la muñeca;
- nervio radial: en el arco de Fröhse.

■ Valoración de la sensibilidad cutánea de la mano

Principios generales de la valoración sensitiva

La cronología de la recuperación sensitiva debe ser siempre el hilo conductor de la valoración. De forma típica, aunque con algunos matices, primero se recuperan las terminaciones libres, después los receptores de adaptación rápida y, por último, los receptores de adaptación lenta.

Cada evaluación debe ser específica, sensible (es decir, un marcador fiable de las evoluciones posibles) y reproducible [20].

El principio de una evaluación sensitiva [21] es poner énfasis en la recuperación de las sensibilidades «normales» (protección y tacto: discriminación, vibración). Sin embargo, durante la regeneración de una lesión nerviosa periférica es habitual encontrar sensibilidades «anómalas». Resulta indispensable saber reconocerlas y valorarlas, ya que ocultan o falsean las capacidades sensitivas reales:

- hiperestesia;
 - alodinia;
 - parestesia;
 - disestesia.
- (cf. glosario ANAES) [1].

La presencia de uno de esos signos contraindica la continuación de una valoración sensitiva precisa. Por



Figura 2. Búsqueda de la zona hiposensible.

tanto, antes de continuar es necesario tratarlos de forma adecuada.

Los métodos de exploración de la sensibilidad están sujetos a la subjetividad, ya que se basan esencialmente en cómo interpreta el paciente la percepción del estímulo que le aplica el terapeuta. El papel del terapeuta consiste en restringir al máximo los factores de variabilidad asegurándose de la buena comprensión de las órdenes y de la cooperación del paciente. La posición del paciente tiene mucha importancia. La valoración debe practicarse fuera del campo visual (lo mejor es usar un ocultador) y es preciso reducir al máximo las fuentes de distracción (visuales o auditivas) [22, 23]. La mano debe estar en una posición cómoda, pero sobre todo inmóvil, con el fin de evitar la participación de los receptores articulares y musculotendinosos. Una valoración sensitiva no debería exceder los 20 minutos, ya que, después de ese lapso, las capacidades de atención del paciente no serían óptimas. La anamnesis, el estado trófico y la función motora de la mano son fundamentales [21, 24].

Técnicas de cartografía del déficit sensitivo

La cartografía del déficit sensitivo es la primera etapa de la valoración, pues permite circunscribir con precisión el territorio hiposensible o anestesiado. De este modo, es posible revelar una deficiencia que no se ve y delimitar la zona que se debe evaluar y tratar.

Prueba de la nihidrina de Moberg y prueba de O’Ryan

Se basan en la simultaneidad de la lesión de las fibras sensitivas y simpáticas. En principio se usan poco, salvo en caso de que al paciente le sea imposible cooperar.

- La prueba de Moberg [25] consiste en la vaporización de nihidrina sobre un papel secante, contra el que previamente se ha apoyado la mano lesionada. La nihidrina toma color al entrar en contacto con el sudor, y las zonas desinervadas aparecen de color blanco. Los resultados se expresan de 0 a 4.
- La prueba de O’Ryan consiste en la inmersión de la mano lesionada en agua a 40 °C durante 20 minutos. La piel de las zonas desinervadas permanece lisa, mientras que se arruga en las zonas con innervación correcta. Los resultados se expresan de 0 a 4.

Estesiografía (o cartografía)

Esta prueba permite visualizar, mediante un esquema, la topografía de los trastornos sensitivos (Fig. 2). La exploración sistemática del miembro lesionado permite



Figura 3. Prueba con el estesiómetro de Semmes-Weinstein.

revelar las zonas en que se modifica la percepción y, de esta manera, marcar poco a poco el territorio que presenta un déficit de sensibilidad. Esta cartografía puede emplearse para todas las formas de sensibilidad (a la presión, al calor, al dolor, etc.). La prueba se practica siempre desde la zona sana hasta la zona lesionada. El estímulo depende del tipo de sensibilidad que quiere valorarse.

Respecto a la sensibilidad a la presión, esta exploración se puede efectuar también con ayuda de los monofilamentos de Semmes-Weinstein [21, 22]. Se trata de monofilamentos de nailon de diámetros diferentes y dispuestos en sentido perpendicular a un tallo rígido. Se escalonan de manera que la fuerza necesaria y suficiente para curvarlos (según su diámetro) corresponda a un gramaje preciso de fuerza de aplicación sobre la superficie de la piel (Fig. 3). El diámetro de referencia para una prueba depende de las capacidades perceptivas del lado sano. El monofilamento se aplica durante 2 segundos, con una pausa de 8 segundos entre dos aplicaciones.

La estesiografía es un marcador fiable de la evolución de la sensibilidad cutánea (salvo en caso de disestesias acentuadas) y útil en cada fase de la recuperación.

Valoración de la regeneración nerviosa

Signo de Tinel

Es una sensación de hormigueo desencadenada por la estimulación de la punta de las fibras nerviosas en vías de regeneración. Este signo se busca desde la parte distal a la proximal mediante pequeñas percusiones a lo largo del trayecto del nervio lesionado. La sensación de hormigueo debe irradiarse hacia la periferia, ser desagradable, aunque no dolorosa, y persistir en el tiempo [26]. La presencia de todos estos elementos sería un indicio de la regeneración axonal, de la que es posible seguir la evolución mediante la repetición periódica de la prueba.

Diferentes tipos de signos del hormigueo [22, 24]

Se trata de distinguir los signos de regeneración de las demás sensaciones de hormigueo. La evaluación puede hacerse con un estimulador transcutáneo vibratorio (Fig. 4, 5).

Búsqueda de hormigueos en el sitio de la lesión

La búsqueda se efectúa desde la parte proximal hasta la distal a lo largo del trayecto del nervio y se marca el punto desde el que parte una irradiación hacia la periferia. El resultado puede ser T₀, es decir, una lesión nerviosa reciente sin signo de regeneración en sentido



Figura 4. Estimulación vibratoria transcutánea.



Figura 5. Otro tipo de estimulador.

distal, T_{00} , indicio de una lesión de larga duración que ya no presenta un signo de regeneración distal, o un neuroma, con la condición de que exista un signo de regeneración distal.

Búsqueda de hormigueos en la periferia o signos de regeneración

Consiste en la búsqueda del signo de Tinel. A partir de la amplitud vibratoria necesaria para desencadenar un hormigueo, se distinguen: T^{++} (0,1 mm de amplitud), signo tangible de regeneración nerviosa, o T^+ (0,4 mm), signo de regeneración menos acentuada y de peor pronóstico.

Valoración de la sensibilidad de protección

Es la valoración de la sensibilidad de protección ante el dolor y la sensibilidad térmica. Los receptores que se evalúan son los nociceptores y los termnociceptores. La búsqueda se realiza en la zona hiposensible. Esta evaluación es primordial para calcular los riesgos de que el paciente pueda provocarse heridas involuntarias [3, 21].

Sensibilidad de protección ante el dolor

El estímulo es un pinchazo. Para ser válida, la respuesta del paciente debe producirse dentro de los 2 segundos. La sensación de pinchazo debe sentirse de verdad, no experimentarse como un simple cambio difuso de estado.

Advertencia: la prueba de «pinchar-tocar» no es específica de la sensibilidad de protección, ya que al mismo tiempo explora la sensibilidad vibrotáctil (sin ser, no obstante, suficientemente precisa).

Sensibilidad térmica

El estímulo térmico debe ser superior a 45 °C para el calor e igual a 10 °C para el frío. Para ser válida, la respuesta debe producirse dentro de los 2 segundos siguientes a la aplicación.

Valoración de la sensibilidad vibrotáctil

Consiste en valorar la actividad de los receptores de adaptación lenta (contacto permanente) y de adaptación rápida (contacto móvil). En la cronología de recuperación de la sensibilidad, la percepción del contacto móvil precede a la del contacto permanente.

Pruebas de umbral

Umbral de percepción de la presión

Corresponde a la exploración del sistema de adaptación lenta (discos de Merkel) [27] y a la evaluación de la capacidad para discriminar una presión en un punto exacto. El material es el kit de 20 monofilamentos de Semmes-Weinstein (Fig. 3). El umbral se define a partir de la media aritmética de los valores de los últimos monofilamentos percibidos, y la prueba incluye tres series ascendentes y tres descendentes [22]. Las normas usuales son de 0,1 g para la cara palmar de los dedos y de 0,2 g para la dorsal.

Advertencia: también se ha descrito el uso del kit de 5 monofilamentos [20, 28]. No se trata entonces de buscar un umbral de percepción de la presión, sino de establecer una relación entre la percepción de la fuerza de aplicación sobre la superficie cutánea y las fases de la recuperación de la sensibilidad. De práctica rápida, esta prueba es sin embargo incompleta, pues no brinda información acerca de las capacidades discriminativas, por lo que ha sido muy desacreditada por Spicher.

Percepción de las vibraciones

Los trabajos de Roll (1994) [29] revelaron la sensibilidad de todos los mecanorreceptores de las vibraciones hasta 160 Hz. La respuesta del sistema de adaptación lenta disminuye por encima de este valor.

- Búsqueda clásica con ayuda de un diapasón: 30 ciclos/seg para los corpúsculos de Meissner y 256 ciclos/seg para los corpúsculos de Pacini [30].
- Búsqueda con ayuda del vibrador: regulación a 3 V/30 Hz. Para que sea válida, la respuesta debe producirse dentro de los 2 segundos (Fig. 4, 5). Esta prueba no es específica de una unidad sensitiva en especial, pero demuestra el retorno a un comienzo de sensibilidad vibrotáctil [21, 22].

Prueba de Strauch («Ten test») [30]

La puntuación de 0-10 de la zona hiposensible se determina por comparación con el lado sano, al que se otorga un valor de 10. El estímulo es una presión suave de los dedos del terapeuta sobre la zona lesionada y la zona sana contralateral al mismo tiempo [31, 32].

Pruebas de densidad

Sirven para calcular la distancia media entre dos mecanorreceptores de la misma naturaleza y la cantidad de los mismos. Los valores obtenidos permiten apreciar sobre todo las capacidades discriminativas del pulpejo de los dedos.

Prueba de discriminación de dos puntos estáticos (prueba de Weber)

Es la primera prueba de discriminación descrita (Weber, 1835) [33]. Hoy en día se usa para determinar la distancia mínima entre dos puntos y también permite al paciente discriminar uno o dos puntos estáticos, aplicados de manera simultánea sobre la superficie de la piel.

Es una prueba de densidad de los receptores de adaptación lenta. Durante la prueba, la presión debe ser inferior al umbral de blanqueamiento para no estimular otros mecanorreceptores a distancia. El instrumento debe tener puntas romas (con el fin de excluir una respuesta de los nociceptores). La prueba se efectúa hemipulpejo por hemipulpejo y siguiendo un eje longitudinal. La distancia entre los dos puntos disminuye de forma gradual por milímetro. Es necesario espaciar las estimulaciones en algunos segundos para no saturar los receptores.

En las publicaciones se encuentran diversas técnicas para esta prueba [22, 27, 31].

Según Moberg, los valores discriminativos medios (en mm) en una mano sana son:

- pulpejos de D1, D3, D4, D5: 4 mm;
- pulpejo de D2: 3 mm;
- cara palmar de los dedos: 6 mm;
- palma: 5-8 mm.

La prueba de Weber resulta fundamental para la evaluación sensitiva de la mano y es una herramienta pertinente de validez demostrada [33].

Prueba de discriminación de dos puntos móviles (prueba de Weber modificada por Dellon)

Esta prueba se basa en los mismos principios que la de Weber, pero lo que se busca es la densidad de los receptores de adaptación rápida [34, 35]. Según la cronología de recuperación, estos receptores se recuperan antes que los de adaptación lenta.

La técnica es idéntica a la de los dos puntos estáticos, salvo que los puntos se desplazan sobre la superficie de la piel ejerciendo siempre la misma presión. El desplazamiento es perpendicular al eje longitudinal del dedo en estudio.

Los valores discriminativos medios son comparables a los de la prueba de Weber y ofrecen información sobre las capacidades de exploración y de manipulación de la mano. Según Dellon [34], la evolución de los resultados durante la prueba tiene un interés pronóstico.

Prueba de localización

Consiste en la búsqueda de posibles errores de orientación durante la regeneración de las fibras sensitivas, lo cual podría dar lugar a percepciones erróneas. El terapeuta estimula (con objeto de punta roma) sitios precisos de la mano que el paciente debe identificar con exactitud en un cartograma de Wynn-Parry.

Esta prueba exige suma precisión en la representación cortical de la mano, lo cual no se observa en todos los pacientes [36], y es una fuente nada despreciable de errores de interpretación de la evaluación.

Pruebas funcionales

El propósito es evaluar las capacidades funcionales de la mano: prensión, manipulación, destreza, exploración sensorial. Las pruebas que se describirán a continuación se aplicaron en concreto para evaluar el efecto de un déficit sensitivo sobre las capacidades funcionales de la mano, pero también exploran la motricidad y la percepción del posicionamiento. En caso de alteración considerable de la función motora de la mano, la interpretación de esta prueba es trabajosa, ya que resulta muy difícil distinguir entre el fracaso vinculado al déficit motor y el debido al déficit sensitivo. Así pues, si se pretende evaluar la pérdida funcional de la mano por trastornos sensitivos, es preciso que la motricidad esté disminuida.

«Writing on fingertips»

Consiste en dibujar con un objeto de punta roma diferentes formas sobre el pulpejo digital en estudio



Figura 6. Reconocimiento de los trazados (recto o curvo).

(Fig. 6). El paciente debe reconocer y nombrar cada forma. Descrita para valorar las capacidades discriminativas (densidad de los receptores de adaptación rápida), esta prueba sirve también para valorar las capacidades gnósicas.

«Picking-up test» de Moberg

Creada por Moberg a finales de la década de 1950 [37], con esta prueba se pretende valorar la función de prensión de la mano. Por tanto, es más específica para el sistema de adaptación lenta (mantenimiento de la presión). Se trata de que el paciente recoja 12 objetos pequeños, primero bajo control visual y después sin mirar. La prueba es bilateral y cronometrada con el fin de tener parámetros de comparación. Si además se pide al paciente que reconozca (sin mirar) la forma de los objetos que coge, es posible evaluar la función de los receptores de adaptación rápida.

«Coin test» de Seddon

Consiste en reconocer diferentes monedas mediante una exploración minuciosa de la superficie, el tamaño y el grosor. Esta prueba es más específica para los receptores de adaptación rápida.

«Shape/texture identification» (STI)

Es una prueba bien codificada de reconocimiento de formas y texturas. Incluye tres formas (cubo, cilindro y hexágono) y tres texturas representadas por tres tipos de indentación. Incluye tres grados de dificultades, definidas por el tamaño de las formas y por el espacio entre las indentaciones, seleccionados en relación con los valores límite de la prueba de «dos puntos estáticos», es decir, 5 mm (normal), 8 mm y 15 mm (límite de la presencia de la sensibilidad táctil) [38].

Escala internacional de la sensibilidad

Es una herramienta estandarizada que permite resumir los resultados de las diferentes pruebas con el fin de facilitar su interpretación y definir las fases de recuperación de la sensibilidad. Asimismo, ofrece a los terapeutas la posibilidad de expresarse en un lenguaje común (Cuadros IV, V).

He aquí la versión de Zachary, modificada por Dellon en 1988.

- **S0:** sin recuperación de la sensibilidad.
- **S1:** recuperación de la sensibilidad del dolor profundo.
- **S1+:** recuperación de la sensibilidad del dolor superficial.
- **S2:** S1+ con algunas sensibilidades del tacto.
- **S2+:** S2 con disestesias.

Cuadro IV.

Determinación de la sensibilidad y de la función; modo de valoración.

Puntuación	Percepción	Función	Valoración
S0	Ninguna-anestesia	En general, exclusión de la zona afectada	Cartografía Electrofisiología
S1	Dolor y temperatura nociceptiva	Protección	Cartografía Electrofisiología Tinel Pinchazo Calor/frío
S2	Sensibilidad vibrotáctil pobre: vibraciones 30 Hz/3 V; presión 100 g Presencia posible de disestesias y de hiperestesias	Protección Prensiones muy perturbadas Sin discriminación	Cartografía Electrofisiología Tinel Umbral de percepción de la presión (UPP) Percepción de la vibración
S3	Desaparición de las disestesias Sensibilidad vibrotáctil aceptable Discriminación dos puntos móviles o estáticos >15 mm	Prensiones gruesas Principio de discriminación pero muy pobre	Cartografía Electrofisiología Localización UPP Dos puntos móviles Dos puntos estáticos
S3+	Sensibilidad vibrotáctil correcta Discriminación dos puntos móviles y estáticos ≤15 mm	Prensiones finas Reconocimiento de objetos Discriminación útil	Cartografía Electrofisiología Localización UPP Dos puntos móviles Dos puntos estáticos Pruebas funcionales
S4	Normal Discriminación dos puntos móviles y estáticos ≤6 mm	Normal	Cartografía Electrofisiología Localización UPP Dos puntos móviles Dos puntos estáticos Pruebas funcionales

- **S3:** recuperación del dolor y de la sensibilidad al tacto con desaparición de las disestesias, y prueba de discriminación de los dos puntos (móviles o estáticos) >15 mm.
- **S3+:** S3 con buena localización del estímulo y prueba de discriminación de los dos puntos de 15 a 7 mm.
- **S4:** recuperación completa con prueba de discriminación de los dos puntos de 6 a 2 mm.

■ Rehabilitación

La rehabilitación debe ser específica y acorde con los resultados de la evaluación. En el caso de la reparación nerviosa, se tendrán en cuenta las diferentes etapas de la regeneración. Para las demás alteraciones se tratarán los déficit demostrados durante las pruebas [22].

Aunque en el aspecto formal la evaluación de la sensibilidad requiere un mínimo de relación entre el terapeuta y el paciente (se aplica el protocolo de la evaluación y el terapeuta se limita a anotar lo que dice el paciente, sin influir sobre las respuestas), la rehabilitación, por el contrario, exige un trabajo interactivo entre los dos participantes. Muy a menudo el terapeuta estimula al paciente de forma verbal, lo alienta a expresar con palabras lo que siente y lo coloca en calidad de protagonista del tratamiento.

Otro punto esencial es que, si bien es cierto que durante la evaluación el terapeuta se ocupa sobre todo de la zona lesionada, durante la rehabilitación participan con frecuencia el lado opuesto o los otros dedos

para comparar las nuevas sensaciones, o bien el ojo para asociar la vista a esas sensaciones. Hay que aprender y memorizar la nueva relación que existe entre el objeto conocido y la nueva sensación del mismo para integrar ambos aspectos como si fuera uno solo.

Por razones de fluidez del trabajo, se consideran tres campos principales: las zonas de anestesia, las zonas hiposensibles y las zonas disestésicas. Corresponde al terapeuta decidir en qué campo ubicarse en función del trastorno y de sus evaluaciones iniciales.

Tratamiento de la zona de anestesia

Antes de comenzar este apartado, hay que recordar que los trastornos vasomotores acompañan a casi todos los trastornos sensitivos, que la resistencia al frío de la zona lesionada suele ser menor y que a menudo esto es mal tolerado por los pacientes (fenómeno de mala regulación vasomotora). Los pacientes que viven en regiones montañosas empiezan a sentir molestias al principio del otoño y sus quejas se acentúan durante el invierno. Por tanto, hay que pensar en mantener caliente la zona afectada, ya sea con ropa de abrigo adecuada o con el uso de dispositivos especiales para generar calor (se venden en las tiendas de artículos deportivos y proporcionan un autonomía de 6 horas de calor). Estos dispositivos pueden deslizarse dentro de los guantes, los calcetines, debajo de la ropa interior, etc.

La rehabilitación empieza a partir del momento en que el miembro o el segmento de miembro alcanza una buena temperatura.

Cuadro V.

Valoración diagnóstica: anamnesis y exploración.

Valoración diagnóstica		
Anamnesis		Apoyo
Zona afectada		Esquema de la lesión
Sensaciones descritas	Hormigueos, sensación de zonas acartonadas, etc.	Esquema de la lesión
Interpretaciones	Disestesia, alodinia, hipoestesia, etc.	
Estesiografía	Zonas precisas de la repercusión de la lesión	Cartografía
Exploración		
Tinel		Esquema de la lesión
Respuesta a las vibraciones mecánicas (Spicher)	Hormigueos en el sitio de la lesión T ₀ o T ₀₀	Esquema de la lesión
	Hormigueos en la periferia T ⁺ o T ⁺⁺	Esquema de la lesión
Trastornos neurovegetativos	Prueba de la nihidrina de Moberg	Cartografía
	Inmersión de O’Ryan	Cartografía
	Pulpejos blandos	Cartografía
	Sudoración excesiva o disminuida	Cartografía
S ₁	Dolor	
	EVA 0-10	
	Tipo (cuestionario Saint Antoine)	
	Localización	Cartografía
	Respuesta a la palpación	
	Temperatura <10 °C	Cartografía
	Temperatura >45 °C	Cartografía
S ₂	Sensibilidad a la presión	Cartografía
-	Monofilamentos de Semmes-Weinstein	Cartografía
	Medida 0,004-447 g	
S ₄	Sensibilidad a la vibración	
	Vibraciones con diapasón 30 Hz	Cartografía
	Vibraciones con diapasón 256 Hz	Cartografía
	Vibraciones mecánicas con frecuencias regulables	Cartografía
	<i>Ten test</i> de Strauch 0-10	
Pruebas de densidad	Weber o TPD en milímetros	Cartografía
	Weber móvil (Dellon) MTPD en milímetros	Cartografía
Prueba de localización	Determina los errores de localización	Cartografía de Winn-Parry
Pruebas funcionales	<i>Writing on fingertips</i>	
	<i>Picking up test</i> de Moberg cronometrado	
	<i>Coin test</i> de Seddon	
	<i>Shape texture identification</i> (STI) de 5-15 mm	

EVA: Escala visual analógica; TPD: *two points discrimination*; MTPD: *moving two points discrimination*.

En el caso de una solución de continuidad completa, el cuadro es el de una anestesia total del territorio inervado por el tronco nervioso correspondiente. ¿Cómo enfrentar este déficit? Hay dos objetivos principales: por una parte, proteger la zona de anestesia y, por otra, combatir la exclusión de esta misma zona (incluso, a veces, de una zona más amplia).

Proteger los territorios afectados

Ante el riesgo mayor que representa poner en peligro el territorio de anestesia durante las exposiciones al calor o a objetos punzantes o contundentes en las actividades cotidianas (baños, vajilla, plancha, cuchillos), profesionales (máquinas térmicas, agujas, objetos cortantes, etc.) o de ocio (deportes al aire libre, etc.), la conducta de los autores es en primer lugar de índole preventiva: consejos acerca de los riesgos a los que expone la falta de sensibilidad de protección (quemaduras, cortes, etc.) y confección de ropa o dispositivos para proteger la zona afectada en las actividades cotidianas o profesionales (guantes y envolturas de cuero, tela, material termoplástico u otros).

Combatir la exclusión

Ante la reacción de exclusión de la parte anestesiada (incluso de los territorios adyacentes, desde la mano a todo el miembro superior, aun tratándose de una lesión que afecte a un solo dedo), resulta esencial para la reintegración futura conservar el esquema corporal en el

tiempo. Los pacientes expresan a menudo sus quejas como «dejo caer los objetos, rompo muchas cosas, soy torpe», de manera que su reacción para evitar esos fracasos es excluir todo el miembro o una parte de éste en las actividades cotidianas.

Al hacerles tomar conciencia de su déficit sensitivo, explicándoles que al coger un objeto las informaciones no llegan a la corteza (no con suficiente precisión o rapidez), ésta no puede programar el mantenimiento de la prensión, hecho que en condiciones normales se produce de forma automática y económica (poner la mesa, coger un vaso o mover un libro no exigen ningún esfuerzo a la corteza si todos los elementos sensitivomotores están intactos y programados), se les anima a expresar con palabras y explicaciones su torpeza, se les libera de la culpa, se les hace comprender que se puede ir muy rápido hacia una desprogramación total de la acción y se les hace responsables de su tratamiento.

Para paliar esto, se indican ejercicios simples que, si es posible, deben efectuarse todos los días en el domicilio: en un ambiente tranquilo, mover distintos objetos sobre una mesa con ayuda visual, de forma voluntaria (y no automática), dividiendo la acción en secuencias y reforzándola con el pensamiento o la palabra (según la preferencia del paciente).

Por ejemplo: si el paciente debe mover un vaso de derecha a izquierda, comentará las distintas secuencias de la acción, es decir: «abro la mano, adelanto el brazo, aprieto, mantengo apretado, muevo el brazo, etc.».

hasta que la acción solicitada se efectúa por completo. Esos ejercicios, aunque son fastidiosos, casi no ocasionan problemas cuando el paciente los entiende bien.

Rehabilitación de los territorios hiposensibles

Puesto que la mano es la herramienta más eficaz para la discriminación, esta rehabilitación es ineludible si se pretenden mejorar los rendimientos del reconocimiento táctil. La rehabilitación se empieza ante cualquier tipo de hiposensibilidad (ya sea que la valoración revele una sensibilidad en S2, S3 o S4) y con la seguridad de no encontrarse en un territorio de alodinia (se hablará más adelante de esto). A los terapeutas les corresponde adaptar el ritmo del tratamiento, desde el reconocimiento de las texturas, las formas, el peso o la presión, hasta una discriminación táctil lo más precisa posible.

Objetivos

El principal objetivo es hacer inteligibles los mensajes conducidos hasta el cerebro por las vías sensitivas, descodificar todas esas informaciones, volverlas a juntar y memorizarlas para poder aplicarlas en la vida diaria sin ayuda visual.

Hay que aprender un nuevo lenguaje, pues, en caso de sección nerviosa, se sabe que la recuperación ad integrum es excepcional (error de conexión entre una fibra motora y una sensitiva; ninguna conexión entre las fibras sensitivas; cicatrización de la parte proximal de la fibra con formación de un neuroma, etc.).

En este punto se cuenta con la plasticidad del cerebro y su facultad de adaptación. Hay que estimular esa plasticidad cerebral mediante un trabajo de discriminación y vibraciones mecánicas.

Principios

Son relativamente simples. La rehabilitación debe efectuarse:

- en un ambiente tranquilo;
- a diario en el domicilio del paciente, si es posible con la ayuda de un miembro de su familia;
- con sesiones semanales con el terapeuta, para adaptar el tratamiento a domicilio;
- con un ocultador que permita trabajar sin control visual (si el terapeuta lo indica);
- prestando atención a las capacidades de concentración del paciente y variando los ejercicios con el fin de evitar alguna lasitud, ya que la rehabilitación de la estereognosia es larga y a veces fatigosa;
- ocultando los territorios sanos con el fin de evitar compensaciones, lo que no siempre es sencillo (sobre todo en lo que se refiere al cuarto dedo de la mano, inervado por los nervios cubital y mediano en su parte palmar);
- de forma comparativa con el lado sano en caso de necesidad.

Métodos

Trabajo de discriminación

Primera fase. Se le pide al paciente que localice y defina los distintos tipos de tactos que se aplican sobre la zona hiposensible (tactos fijos o móviles; para los móviles se hacen variar las formas: trazos largos o cortos, curvas simples o múltiples, etc.) (Fig. 6). A continuación, el paciente trata de analizar de manera más precisa todo lo que toca, comparando las sensaciones recibidas, ya sea con el lado sano, con otro dedo o con sensaciones conocidas. Es lo que Spicher denomina «tratamiento del entrometido». Este trabajo de discriminación debe ser progresivo en cuanto al tipo de texturas y al grosor de los puntos. La evaluación permanente de la disminución de la hipoestesia por la búsqueda del



Figura 7. Estimulación con diversas texturas.

umbral de percepción a la presión, efectuada con ayuda de los monofilamentos de Semmes-Weinstein (kit de 20 estesiómetros), es un elemento fundamental para esta rehabilitación.

Segunda fase. El análisis solicitado se hace más complejo y asocia varios elementos; por ejemplo:

- la temperatura de los objetos manipulados;
- la forma y la textura (Fig. 7), presentándole al paciente formas o volúmenes (paralelepípedos, conos, cubos, etc.) de madera y cubiertos por una o más capas de tejido. Luego se le pide al paciente que reconozca la forma y que diga la cantidad de caras en las que espera encontrar otra textura y el tipo de textura (rugosa, lisa, suave, etc.).

También se puede trabajar con:

- las formas y los pesos, tomando los mismos volúmenes, pero con materiales diferentes: corcho, madera, metal, espuma;
- la forma y las partículas, el reconocimiento de una sensación en mitad de otras, como encontrar un objeto en medio de partículas introducidas en un recipiente.

Última fase. Se trabaja tanto con los receptores de adaptación lenta como con los de adaptación rápida. Para ello se emplean objetos habituales y pruebas funcionales validadas, como el *picking-up test*, el *coin test* de Seddon o el STI. Es sorprendente ver cómo, al manipular los objetos, el paciente describe muy bien todos los elementos que toca, pero no alcanza a encontrar su nombre exacto. Dice, por ejemplo, que es largo, fino, ligero, de madera, liso, que no es frío, que tiene un extremo puntiagudo, pero no puede decir que es un lápiz. O bien que es algo pesado, un poco frío, de metal, con una parte redonda y muescas en el otro extremo, pero no puede decir que se trata de una llave.

Todo el trabajo consiste en reaprender esas nuevas sensaciones. Aprender a asociarlas a las percibidas con la mano sana o a las ya conocidas, para darles un nombre y poder decirlo sin pensar, con la mano sana o la dañada, incluso si las informaciones que llegan al cerebro no son las mismas: es un lápiz o es una llave.

En la vida diaria usamos todas las capacidades sensitivas, pues contamos con el ojo, un elemento sensorial importante, que nos permite adaptar la presión y dosificar la fuerza muscular necesaria para coger el objeto sin esfuerzo ni reflexión, saber aun antes de tocarlo que el objeto es ligero o pesado, duro o blando, liso o rugoso. En esta fase de la rehabilitación también se intentan desarrollar al máximo las capacidades sensoriales táctiles sin emplear la vista, y aprovechar las cualidades plásticas del cerebro para poder trabajar de forma económica, con rapidez y crear nuevos automatismos.



Figura 8. Estimulación en el territorio sensitivo de la zona alodínica.

Vibraciones mecánicas

Se efectúan en la sesión de rehabilitación con ayuda de un estimulador vibratorio transcutáneo (Fig. 4, 5, 8) (existen diversos aparatos con gradación en voltios, milímetros o porcentajes de frecuencias).

«El objetivo de la desensibilización por vibraciones es conseguir que el paciente tolere de manera progresiva las vibraciones mecánicas de amplitudes cada vez mayores, respetando la invariante del dolor (el umbral de tolerancia inducida por vibración) [22]».

Esta técnica es muy prometedora y permite al paciente visualizar sus progresos, lo cual es un aspecto importante del tratamiento (los estimuladores que se emplean provocan una buena retroalimentación visual, ya que registran todos los datos de porcentajes, duraciones y frecuencias de estimulación, y el paciente a veces puede hacer variar algunos elementos en función de sus sensaciones).

En el aspecto teórico, se recuerda la función de mecanorreceptores que cumplen los órganos del sentido vibrotáctil. Algunos son responsables de la prensión del objeto (los llamados «de adaptación rápida») y otros del mantenimiento de la prensión («de adaptación lenta»). En caso de lesión parcial, de aplastamiento o de estiramiento axonal, las fibras intactas enmascaran los síntomas, y el paciente, aunque tiene una respuesta de S3 o S3+ según la puntuación del British Research Council, se queja de «sensaciones extrañas». Las microlesiones deben ser el objetivo principal de la rehabilitación.

Las estimulaciones por vibraciones mecánicas se aplican en el sitio de las lesiones axonales y no en el de la regeneración del nervio, que se puede buscar desde la parte distal a la proximal y que comúnmente se denomina signo de Tinel. También se aplican de manera directa sobre el territorio hiposensible, teniendo en cuenta el umbral de vibración que tolere el paciente.

Aplicación

La duración de las sesiones depende en gran parte del poder de concentración del paciente. Las sesiones son agotadoras y requieren pausas. Pueden ser cotidianas y también llevarse a cabo a domicilio si el paciente comprendió bien los objetivos de la rehabilitación.

Es posible implementar un programa muy preciso de ejercicios a domicilio. La participación del entorno familiar es a veces necesaria y, sobre todo, no hay que excluirla.

El material de rehabilitación de la estereognosia no está estandarizado, de manera que el terapeuta puede elegir los materiales, objetos, juegos, etc. que desee. La clave es estar seguro de lo que se quiere hacer trabajar y por qué. En el mercado existe una amplísima gama de juegos sensoriales sumamente útiles: dominós táctiles,

juegos de lotería con fichas de formas diferentes, rompecabezas de encaje de volúmenes, rompecabezas-alfabeto. El terapeuta también puede hacer adaptaciones según la fase de recuperación del paciente: dominós con orificios, letras de texturas distintas y pegadas a un panel, etc. En el caso de una lesión del nervio cubital, también puede pegar los objetos sobre un tablero, lo que sin duda implica una dimensión en el espacio e impide la manipulación del objeto con el pulgar, pero esto hace posible que el paciente trabaje el reconocimiento con los dedos 4.º y 5.º.

En la fase final se puede trabajar la función sensitiva de la mano en su rapidez de exploración sensorial y en la destreza de la manipulación. Es posible asociar todas las actividades disponibles: el dibujo y la escultura podrían resultar actividades significativas para las representaciones de las sensaciones (reconocimiento táctil de un objeto sin mirarlo, seguido del dibujo o la escultura del mismo para concretar su representación cortical, aun cuando no sea posible nombrarlo).

Verificar la función sensitiva de la mano consiste en saber si ésta es eficaz sin control visual y si el paciente puede alcanzar determinada autonomía en las actividades de la vida social y profesional.

Rehabilitación de los territorios hiperestésicos y disestésicos

Al hablar de la valoración, se hizo hincapié en que resulta fundamental distinguir con precisión los territorios hiperestésicos y disestésicos de los territorios alodínicos, ya que su tratamiento es muy distinto.

En presencia de territorios alodínicos, la sensibilidad cutánea suele ser difícil de evaluar y, por consiguiente, la rehabilitación no es factible; en este caso, hay que tratar el dolor en la primera fase. Combatir el dolor es esencial para el terapeuta, y en este sentido el factor tiempo no juega a favor. Spicher sostiene que el dolor, si se vuelve crónico, puede afectar a la personalidad del paciente y tener consecuencias afectivas, sensoriales y conductuales que mantendrán e intensificarán el dolor.

Por tanto, su tratamiento es prioritario y a menudo multidisciplinar, e incluye varios aspectos:

- un tratamiento medicamentoso adecuado;
- una representación exacta de los territorios alodínicos sobre una alodinografía;
- una protección de esos mismos territorios ante la vida diaria;
- una idea exacta del dolor que percibe el paciente y su determinación mediante el cuestionario de Saint-Antoine, que permite captar los signos dolorosos en un plano sensorial y emocional. Este cuestionario es una buena herramienta de comunicación y ofrece la posibilidad de identificar los problemas de manera más precisa;
- un programa muy específico de vibraciones mecánicas [22] con un estimulador transcutáneo;
- etc.

Sólo después de haber tratado esos territorios alodínicos es posible emprender el tratamiento mediante la rehabilitación de los territorios disestésicos con distintos ejercicios que pretenden atenuar, o incluso anular, las sensaciones extrañas.

Desensibilización de las «sensaciones extrañas»

Los autores utilizan un protocolo personalizado, que en las publicaciones suele figurar como «desensibilización», y que desarrollan junto con el paciente para que éste pueda aplicarlo en su domicilio. El paciente debe ajustar los horarios para efectuar esta rehabilitación de desensibilización durante el día.

Objetivo

El objetivo de este tratamiento es aumentar el umbral de sensibilidad a las texturas y a las partículas para dejar de sentir sensaciones «extrañas» ante cualquier tipo de textura o partícula.

Después de clasificar para el paciente una decena de texturas y una decena de partículas por orden creciente de tolerancia, se toma esa clasificación como el elemento de base de la rehabilitación.

Se seleccionan la primera textura y las primeras partículas que durante la evaluación han provocado una sensación desagradable pero tolerable, y con cada una de ellas se estimula la zona afectada durante 5-10 minutos hasta «adormecer» la zona disestésica y «saturar» el potencial de acción a lo largo de la conducción nerviosa. Si las disestesias desaparecen, esto permite comenzar la rehabilitación del territorio hipostésico subyacente, un trabajo funcional y un reconocimiento de los objetos más simples.

Los ejercicios deben repetirse 5-6 veces por día en el domicilio.

A partir del instante en que una textura no provoca desagrado, se pasa a la siguiente (según la clasificación inicial) y se repite el mismo trabajo (lo mismo con las partículas).

En la medida de lo posible, las sesiones se efectúan una vez por semana o cada 15 días con el fin de ajustar los ejercicios. Estas valoraciones representan en sí mismas una rehabilitación, ya que permiten al paciente seguir la evolución de las sensaciones «extrañas», ser protagonista del tratamiento y visualizar sus progresos.

Adaptaciones

A veces ocurre que los roces de la ropa o las texturas de ésta exacerban las disestesias. En ese caso, el objetivo es proteger y aislar la cicatriz o la zona sensible con ropa o texturas más adecuadas (hay que tener en cuenta los resultados de la evaluación de desensibilización para encontrar la solución más apropiada). Algunos objetos de la vida diaria o profesional no pueden usarse porque su textura es insoportable. Entonces es preciso adaptarlos en la medida de lo posible con las texturas que se emplean en la rehabilitación. La finalidad es evitar las estimulaciones nociceptivas, estimular la zona patológica y combatir la exclusión.

Neuroestimulación eléctrica transcutánea (TENS) ^[39-42]

El objetivo es estimular las fibras sensitivas de gran diámetro que interfieren con el *gate control system* de Melzack y Wall para atenuar la sensación «extraña». Este tipo de técnica resulta muy eficaz cuando se asocia a la desensibilización.

Se efectúa con la mano dentro de un recipiente con agua para lograr una buena estimulación de todo el territorio troncular afectado y ejercer una acción sobre las fibras del sistema nervioso vegetativo. El tiempo de estimulación es de 30 minutos. En el caso concreto de los SDRC de tipo 1, esta estimulación se completa a veces con una corriente de muy baja frecuencia (tipo «burst») en la salida de la raíz nerviosa a lo largo del segmento vertebral cervicotorácico, con el propósito de estimular el sistema endorfinico.

Cicatrices

Pueden encontrarse en un trayecto nervioso o en un territorio hiposensible, y ser disestésicas y/o adherentes (Cuadro VI). En este contexto, el edema, la inflamación cicatrizal y las adherencias pueden ser la causa de una lesión de los axones.

Las cicatrices disestésicas o hiperestésicas situadas en un pliegue de flexión o en una zona de roce están expuestas a la acción de los movimientos. Las disestesias

Cuadro VI.

Valoración diagnóstica de las cicatrices.

Valoración diagnóstica de las cicatrices	Valores
Localización	
Dimensiones	Largo (mm) Ancho (mm) Grosor (mm) Forma de la cicatriz
Prueba de vitropresión	0: >3 seg 1: >2 seg 2: >1 seg 3: <1 seg
Estiramiento	Largo (mm) Ancho (mm)
Prueba Vancouver	
Inflamación	0: normal 1: hipopigmentación 2: hiperpigmentación
Color	0: normal 1: rosado 2: rojo 3: púrpura
Grosor	0: normal 1: <2 mm 2: <5 mm 3: >5 mm
Extensibilidad	0: piel normal 1: piel flexible, se estira con resistencia mínima 2: piel flexible con tensión incipiente 3: piel sólida poco extensible, poco móvil, resiste la tensión manual 4: brida con blanqueamiento cutáneo tras estiramiento de la cicatriz 5: retracción permanente y deformación
Prurito	0: ninguno 1: discreto 2: molesto 3: insoportable
Limitación de la amplitud	Adherencia que limita la movilidad en grados
Apreciación de la sensación	Funcional (EVA 0-10) Estética (EVA 0-10)

EVA: Escala visual analógica.

o hiperestesias cicatrizales también pueden producirse por un trabajo enérgico sobre las adherencias y por la «buena voluntad» del paciente. Por estas razones, es preciso estar atento, saber controlarse y, a veces, poner en reposo estas regiones hipersensibles (cf. supra).

Los objetivos son limitar y revertir en la medida de lo posible esos fenómenos patológicos, teniendo en cuenta las posibles repercusiones del tratamiento sobre la recuperación sensitiva.

La evaluación diagnóstica permitirá determinar los objetivos del tratamiento de la cicatriz y controlar su evolución ^[43-45].

Combatir el edema

El drenaje linfático manual (DLM) disminuye las tensiones tisulares por drenaje de las macromoléculas del líquido intersticial.

La vibración mecánica mejora la vascularización local y la permeabilidad tisular (la vibración no debe practicarse directamente sobre una zona alodínica, cf. supra).

Combatir el dolor inflamatorio

La ortesis pone la zona afectada en reposo y puede evitar el uso excesivo de ésta si el movimiento favorece la aparición de dolor y expone al riesgo de agravar un proceso inflamatorio.

La electroterapia de tipo TENS estimula las fibras A y refuerza el efecto del *gate control system*.

Para una mayor eficacia sobre una zona extensa, la mano y el antebrazo se introducen en agua junto con uno de los electrodos. Sin embargo, esta técnica debe proscribirse en caso de anestesia completa de la zona y, sobre todo, ante la presencia de un territorio alodínico. En este último caso, un tratamiento por electroforesis con un gel antiinflamatorio no esteroideo del territorio del nervio afectado, situado por encima del neuroma, produce una vasodilatación que favorece el paso del elemento activo.

Estas técnicas se completan con estimulación de baja frecuencia/alta intensidad en la región cervicotorácica posterior para estimular la producción de endorfinas.

La presoterapia con gel de silicona se aplica durante 10 horas por la noche. El gel de acción antiinflamatoria actúa sobre la maduración cicatrizal disminuyendo su fase inflamatoria. Los autores asocian a menudo presoterapia suave para limitar el edema y las posibles microcompresiones axonales secundarias.

Combatir las adherencias cicatrizales

Cuando se está seguro de que el tratamiento no interfiere con la rehabilitación sensitiva (apta para el neuroma de larga evolución, pero no para la señal distal de regeneración ni para una zona alodínica), se indica masaje (pulimento, amasamiento, fricciones, palpar-rodar). Sin embargo, hay que recordar que estas técnicas, que a veces se aplican de manera enérgica, deben usarse con discernimiento en función de los dolores, de la fecha en que se produjo la lesión y del estado de recuperación del nervio y de la cicatriz.

La fisioterapia con ultrasonidos pulsados [46], dentro del agua, se usa por su efecto fibrolítico sobre la cicatriz y su acción analgésica y antiinflamatoria sobre el nervio.

La vacuoterapia por encima y alrededor de la herida permite despegar todos los planos y devuelve a los tejidos un buen espacio de deslizamiento. Se aplica con el mismo discernimiento que el masaje.

Cuadro VII.

Valoración.

Resultados de la valoración	Objetivo	Principios del tratamiento
S0 Sin respuesta	Proteger la zona	Insistir acerca de las precauciones ante las actividades cotidianas, profesionales y de recreación
S1 Sensibilidad de protección	Combatir la exclusión	Tomar conciencia del déficit No culparse por las torpezas Verbalización y descomposición de los movimientos
S2 Principio de sensibilidad vibrotáctil	Combatir el frío	Precauciones ante la exposición al frío y al calor Recomendaciones respecto a la higiene
S3- S4 Hacia una sensibilidad normal	Principio de reaprendizaje de la sensación	La estimulación se efectúa sin control visual y el trabajo de discriminación, al principio grueso, se afina con la recuperación
Disestesia (dificultad para evaluar la sensibilidad)	Progresos sensoriales	Multiplicación progresiva de los estímulos sobre un mismo objeto, y después sobre varios objetos Hacia el reconocimiento inmediato y la autonomía
Dolor Alodinia (imposibilidad de evaluar la sensibilidad)	Bajar el umbral de sensibilidad del territorio afectado	Estimulación regular y frecuente de la zona afectada Desensibilización
	Limitar los efectos indeseables	Adaptaciones posibles durante las actividades Tratamiento de la alodinia únicamente

“ Puntos importantes

La rehabilitación de la sensibilidad es específica y depende de los resultados de las valoraciones. Hay que tener en cuenta las distintas etapas de la regeneración nerviosa (en el caso de reparación nerviosa), pero también los déficit sensitivos de otras afecciones (amputación, síndromes de compresión nerviosa, etc.). Se efectúa en un territorio no alodínico. En los casos con alodinia, el dolor debe tratarse antes que los territorios hiposensibles subyacentes.

El principal objetivo es aprovechar la plasticidad cerebral para hacer inteligibles los mensajes conducidos hacia el cerebro por las vías sensitivas.

■ Autonomía-readaptación

(Cuadro VII)

En este apartado se considerará el tratamiento de los pacientes que presentan secuelas de los trastornos de la sensibilidad. Para comprender mejor la finalidad de este tratamiento, es conveniente definir primero los conceptos de autonomía y de discapacidad.

Definición de la autonomía

La autonomía difiere del término independencia. Ésta sólo se refiere a las deficiencias y a las incapacidades físicas y mentales. Para establecer las posibilidades funcionales, sólo se consideran los factores propios del paciente.

La autonomía es un término más amplio. Desde el punto de vista etimológico significa «regirse por normas propias». Este concepto tiene en cuenta las capacidades e incapacidades de una persona en el aspecto físico, pero también dentro del contexto familiar, social, profesional, económico, cultural, etc. Es un proceso que evoluciona con el tiempo y que también contempla la capacidad para reaccionar ante situaciones esperadas o

inesperadas. La autonomía es la capacidad de una persona para controlar su propia vida, reaccionar ante los acontecimientos y poder relacionarse con otra persona [47].

Visión sistémica de la discapacidad según la asociación GRAVIR: una persona tiene «buena salud» si es capaz de satisfacer sus aspiraciones, sus necesidades de productividad y de participación en la sociedad; si puede expresar, sostener y resaltar sus motivaciones, valores, intereses, roles y costumbres, así como sus aptitudes físicas y mentales. La persona «sana» consigue establecer, a pesar de la enfermedad y de las deficiencias, una relación armónica con su entorno, ya sea adaptándose a éste o adaptándolo a sus necesidades primordiales [48].

Según Fougeyrollas, enfocar la salud o la enfermedad como «hecho total» consiste en concebir la idea de discapacidad, no como una simple característica de una persona, sino, al contrario, como una interrelación entre las deficiencias o las incapacidades funcionales y un sistema social determinante de las variables de ejercicio de los roles y de las actividades sociales y culturales que esa persona espera. Por tanto, la discapacidad debe considerarse como una perturbación para cumplir con las «costumbres» en función de la edad, del sexo y de la identidad sociocultural. Estas perturbaciones son el resultado de deficiencias y de incapacidades funcionales, así como de obstáculos producidos por «factores ambientales».

Así pues, la discapacidad se debe entender como una situación y no como un estado inmóvil [49].

Estas definiciones recuerdan que el tratamiento de un paciente es obligatoriamente individual y personalizado. El terapeuta se convierte en acompañante, el compañero de camino de la persona que busca una nueva autonomía.

En este artículo resulta imposible considerar todas las situaciones en las que la sensibilidad está afectada y que exigen un tratamiento de rehabilitación. Por tanto, se mencionarán los principios generales y las cuestiones que despiertan estas situaciones, que son todas distintas. Lo más importante sería la agudeza y la disponibilidad del terapeuta para con la persona a su cuidado. La actitud de escucha ante los deseos y proyectos del paciente es fundamental en esta fase del tratamiento.

Los problemas de sensibilidad de la mano, en la fase de secuelas, tienen efectos que pueden ser considerables en la vida diaria de los pacientes. Según la localización de las lesiones y de las costumbres de una persona, es posible marcar las grandes etapas de la rehabilitación de las discapacidades que aquéllas generan. Las dificultades se agravan en la etapa de estabilización de la evolución. A partir de entonces, habrá que aprender a «vivir con ello».

Cuando la sensibilidad es lo único que se afecta, y no se acompaña de trastornos motores o de amputaciones, coloca a la persona en situaciones de discapacidad sin signos externos visibles. A veces, la persona encuentra en su entorno reacciones de duda respecto a la veracidad de las intenciones o de las posibilidades que se presentan y no se siente reconocida en sus deficiencias, sobre todo después de un accidente laboral, cuando no puede reanudar la actividad profesional por problemas de sensibilidad que el jefe no comprende. En estos casos, la persona tiene a menudo la necesidad de ser liberada de su responsabilidad después del accidente. El trabajo de duelo de las posibilidades funcionales perdidas puede detenerse en esta fase. Aquí se presenta sin duda una de las dificultades de integración de compensaciones, necesarias para reanudar las actividades cotidianas (familiar, social y profesional). Para algunos pacientes, esta fase debe superarse antes de emprender un trabajo de reconstrucción y elaboración de proyectos que integren las nuevas posibilidades.

Además, la sensibilidad no sólo influye en el movimiento y en las posibilidades funcionales, sino que es un elemento básico de la vida social (por el contacto directo como el apretón de manos, la caricia, por su función en el lenguaje verbal).

Todas las recomendaciones para la rehabilitación y el desarrollo de compensaciones se formularán después de una última evaluación de las secuelas de los trastornos de la sensibilidad, su localización y grado de lesión. Se habrá hecho una evaluación completa de la autonomía y del aspecto funcional, profesional, social y familiar, para que las adaptaciones o las compensaciones sugeridas o desarrolladas concuerden con uno o más proyectos del paciente.

Anestesia

Limita las posibilidades funcionales de la mano por el hecho de que la prensión y el sostenimiento de objetos debe hacerse bajo control visual para obtener determinada eficacia. Esta compensación sólo puede ser momentánea, ya que la concentración que requiere es tan alta que no puede ser duradera. La automaticidad del acto no puede reaparecer a causa del cansancio que produce el control indispensable de la vista.

La sensibilidad condiciona el movimiento y el contacto: en el caso de una anestesia permanente, la estimulación del movimiento encuentra una resistencia. La zona afectada suele quedar de lado o excluida. Sin embargo, esta exclusión no se persigue especialmente como una compensación eficaz, ya que priva a la mano de posibilidades motoras.

La relación con el exterior también se encuentra perturbada. Sin sensibilidad, la relación con otra persona o el contacto con un objeto ya no es posible y debe ser compensada por otra zona o por otra forma de relación.

En la fase de secuelas se vuelven a formular las recomendaciones de protección, al igual que en la fase de evolución precoz, pero desarrollando compensaciones. En este caso se trata de encontrar actitudes personales y personificadas ante las dificultades y los déficit de las capacidades generadas por la anestesia. A pesar de la deficiencia, se intenta brindar una ayuda al uso de la mano mediante las siguientes compensaciones:

- el control visual del uso de la mano y, sobre todo, de la zona anestesiada, sin esperar resistencia y rapidez en este modo de ejecutar el acto;
- el uso de las zonas sensibles en lugar de la zona anestesiada, o incluso el recurso a la relateralización.

Con el fin de ayudar al paciente a encontrar las mejores soluciones para que su propia autonomía sea satisfactoria, hay que plantearse las siguientes cuestiones:

- ¿Se usaba antes con frecuencia la zona afectada para el contacto? ¿Qué importancia o valor le concede el paciente?
- ¿Ha desarrollado el paciente compensaciones? ¿Cuáles?
- ¿Tiene el paciente proyectos que requieran la sensibilidad de la zona afectada? ¿Es posible acompañarlo en el proceso de abandonar ese proyecto si las capacidades físicas no son aptas para satisfacer sus deseos?
- ¿Se deben recomendar adaptaciones de protección de la zona anestesiada para que el resto de la mano se utilice en todas sus potencialidades y sin riesgo para esta zona?

Hiperestesia y disestesias

Cuando algunos territorios quedan hiperestésicos o disestésicos, deben desarrollarse compensaciones. Hay que evitar entonces los contactos de esa zona, con

objeto de que el resto de la mano conserve sus posibilidades funcionales. Se recurre para ello a la exclusión de la zona afectada como una posibilidad de mejorar el rendimiento funcional de la mano.

Las disestesias deben circunscribirse de manera precisa.

- ¿Se desencadenan sensaciones desagradables ante el mínimo contacto?
- ¿Se desencadenan reacciones desagradables ante las vibraciones?
- ¿Se desencadenan sensaciones desagradables ante la presión?

Habiéndose determinado en la evaluación previa los requerimientos y las exigencias del paciente en cuanto a la función necesaria para las actividades cotidianas, se recomiendan adaptaciones de protección contra un objeto cuyo contacto llevaría a soltarlo. Consiste en tapar la zona disestésica para evitar cualquier contacto agresivo con ella.

Asimismo, puede plantearse la necesidad de adaptar el material o recomendar la ayuda de otra persona para limitar las deficiencias funcionales. Por ejemplo, las disestesias despertadas por el simple contacto pueden ser menos molestas si los objetos que más se utilizan se cubren con gomaespuma.

Puede recomendarse también un tratamiento más amplio que ayude al paciente a aceptar mejor la zona con sensibilidad desagradable dentro del marco de una toma de conciencia corporal concreta.

Déficit de discriminación

Si la memorización de las sensaciones o la capacidad discriminativa son imperfectas, hay que apoyarse en lo adquirido para devolverles el aspecto funcional. Después de recuperar la sensibilidad de protección no es necesario prevenir ningún riesgo en concreto.

En esta fase, los pacientes se adaptarían con más facilidad al déficit mediante el uso de, por ejemplo, otro dedo para efectuar los trabajos más delicados. Las dificultades se presentan sobre todo en la reanudación de actividades profesionales o de ocio específicas, y más bien son de tipo social.

En conclusión, ante los trastornos definitivos de la sensibilidad, el tratamiento no puede ser exclusivo. El terapeuta debe detectar cualquier problema de índole afectiva, emocional, social o psicológica que pueda poner trabas a las nuevas posibilidades de autonomía. Su función consiste en trabajar en buenos términos con otros profesionales, e incluso ofrecerle al paciente un punto de partida hacia su vida futura. El beneficio de un trabajo en equipo multidisciplinar o en red debe favorecer ante todo a la persona que nos ha sido confiada.

“ Puntos importantes

La autonomía es la posibilidad de regirse según normas propias y tener deseos o proyectos. Las secuelas de los problemas de la sensibilidad de la mano sitúan a una persona en situaciones de discapacidad que guardan estrecha relación con su vida social y profesional, así como con el medio que la rodea. En este artículo se analizan las cuestiones indispensables que plantean las situaciones de anestesia irreversible, de déficit de discriminación permanente, de hiperestesias y de disestesias rebeldes a los tratamientos.



Bibliografía

- [1] Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé. Évaluation et suivi de la douleur chronique chez l'adulte en médecine ambulatoire. Site Internet www.anaes.fr: Service de recommandations et références professionnelles; 1999. p. 66-8.
- [2] *Larousse médical*. Paris: Larousse; 1995 (p. 17).
- [3] Tubiana R, Thomine JM. In: *La main, anatomie fonctionnelle et examen clinique*. Paris: Masson; 1990. p. 69-87 (189-205).
- [4] Semard VD. Évaluation et rééducation de la sensibilité et mise en place d'une rééducation appliquée après suture d'un nerf périphérique. [mémoire DIU de rééducation et d'appareillage en chirurgie de la main], Faculté de médecine de Grenoble: Université Joseph Fourier, 1997.
- [5] Cabrol C. In: *Anatomie : système nerveux*. Paris: Flammarion; 1981. p. 288-99.
- [6] Baldet P, Barneon P. Morphologie de l'innervation sensitive cutanée. In: Guiraud B, Mansat M, editors. *Pathologie du nerf périphérique, sensibilité de la main : actualité sur la douleur*. Laboratoire Spécia; 1980.
- [7] Guinard D. Analyse topologique et quantitative des récepteurs sensoriels de la pulpe digitale chez l'homme adulte. [DEA de neurosciences], Lyon: université Claude Bernard; 1996.
- [8] Andre JM, Xenard J, Gable C, Paysant J. Rééducation de la sensibilité de la main. *Encycl Méd Chir* (Elsevier SAS, Paris), Kinésithérapie - Rééducation fonctionnelle, 26-064-A-10, 1995: 9p.
- [9] Université St Etienne: site Internet. Système nerveux autonome. www.univ-st-etienne.fr/stephado/capacite/cours/snvcap.htm.
- [10] Berthoz A. In: *Le sens du mouvement*. Paris: Odile Jacob; 1997. p. 31-64.
- [11] Le Nen D, Prud'homme M, Genestet M, Hanouz N. Anatomie du nerf périphérique et classification des lésions nerveuses. In: *23e cours de chirurgie de la main et du membre supérieur*. Paris. 2002.
- [12] Alnot Y. Lésions traumatiques des nerfs périphériques. In: *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT*. Paris: Expansion Scientifique Publications; 1997.
- [13] Masméjean E, Couturier C. Les différents types de lésions nerveuses périphériques : classification, principe et techniques du traitement chirurgical. *Kinésithér Scient* 1999;**393**:4-6.
- [14] Lundborg G. Peripheral nerve injuries: pathophysiology and strategies for treatment. *J Hand Ther* 1993;**6**:179-88.
- [15] Chammas M, Bacou F, Coulet B, Lazerges C, Allieu Y. La régénération nerveuse après suture et greffe nerveuse et l'impact sur les effecteurs moteurs et sensitifs. In: *23e cours de chirurgie de la main et du membre supérieur*. Paris. 2002.
- [16] Lanz U. Syndrome du canal carpien. In: Tubiana R, editor. *Traité de chirurgie de la main*. Paris: Masson; 1991. p. 486-509.
- [17] Magalon G, Lebreton E, Benaim LJ. Compressions du nerf cubital au coude. In: Tubiana R, editor. *Traité de chirurgie de la main*. Paris: Masson; 1991. p. 447-54.
- [18] Saffar P. Compressions nerveuses. In: Tubiana R, editor. *Traité de chirurgie de la main*. Paris: Masson; 1991. p. 354-8.
- [19] Spinner M. Compressions des nerfs au niveau du bras, du coude et de l'avant-bras. In: Tubiana R, editor. *Traité de chirurgie de la main*. Paris: Masson; 1991. p. 418-46.
- [20] Bell-Krotoski J. Advances in sensibility evaluation. *Hand Clin* 1991;**7**:527-46.
- [21] Spicher C. *Évaluation et techniques de base de rééducation des troubles de la sensibilité cutanée lors de lésions neurologiques*. Cours Alistier; 2002.
- [22] Spicher C. *Manuel de rééducation sensitive du corps humain*. Genève: Médecine et Hygiène; 2003.
- [23] Dellon AL, Curtis RM, Edgerton MT. Reeducation of sensation in the hand after nerve injury and repair. *Plast Reconstr Surg* 1974;**53**:297-305.
- [24] Spicher C, Kohut G, Miauton J. At which stage of sensory recovery can a tingling sign be expected? *J Hand Ther* 1999;**12**:298-308.

- [25] Moberg E. Objective methods for determining the functional value of sensibility in the hand. *J Bone Joint Surg Br* 1958;**40**:454-76.
- [26] Dellon AL. Tinel or not Tinel. *J Hand Surg [Br]* 1984;**9**:216.
- [27] Dellon AL, Munger BL. Correlation of histology and sensibility after nerve repair. *J Hand Surg [Am]* 1983;**8**:871-5.
- [28] Dellon AL. The sensational contributions of Erik Moberg. *J Hand Surg [Br]* 1990;**15**:14-24.
- [29] Roll JP. Sensibilités cutanées et musculaires. In: Richelle M, Requin J, Robert M, editors. *Traité de psychologie expérimentale*. Paris: PUF; 1994. p. 483-517.
- [30] Strauch B, Lang A, Ferder M, Keyes-Ford M, Freeman K, Newstein D. The ten test. *Plast Reconstr Surg* 1997;**99**:1074-8.
- [31] Comtet JJ. Sensitivity: physiology, examination, principles of rehabilitation of sensation. *Ann Chir Main* 1987;**6**:230-8.
- [32] Dinh A. L'évaluation de la sensibilité superficielle de la main. SOS Main, Clinique la Francilienne. Marne-la-Vallée : 8e journée d'actualité en rééducation de la main et du membre supérieur; 2002.
- [33] Weber EH. *Ueber den tatsinn. Archiv für Anatomie physiologie und wissenschaftliche medizin*. Berlin: Medical Müller's Archives; 1835 (p. 152-9).
- [34] Dellon AL. The moving two-point discrimination test: clinical evaluation of the quickly adapting fiber/receptor system. *J Hand Surg [Am]* 1978;**3**:474-81.
- [35] Dellon AL. Touch sensibility in the hand. *J Hand Surg [Br]* 1984;**9**:11-3.
- [36] Levame JH, Durafour MP, Conti E. Orthèses selon la main image. *Ann Kinésithér* 1998;**25**:248-52.
- [37] Moberg E. Criticism and study of methods for examining sensibility in the hand. *Neurology* 1962;**12**:8-19.
- [38] Rosen B, Lundborg G. A new tactile gnosis instrument in sensibility testing. *J Hand Ther* 1998;**11**:251-7.
- [39] Pascal A. Douleur et stimulation nerveuse électrique transcutanée. *Kinésithér Scient* 1988;**268**:37-55.
- [40] Berthelin F. Douleur et électrostimulation. *Kinésithér Scient* 1992;**310**:7-10.
- [41] Berthelin F. L'électrostimulation à visée antalgique. *Kinésithér Scient* 1992;**310**:11-4.
- [42] Berthelin F. La stimulation électrique transcutanée. *Kinésithér Scient* 1992;**310**:15-20.
- [43] Hebling JM, Billotet O, Bourgeois JO, Atlan G, Pocholle M. Le traitement masso-kinésithérapique des cicatrices. *Kinésithér Scient* 1997;**366**:26-40.
- [44] Hebling JM, Gary-Bobo A. La kinéplastie. *Kinésithér Scient* 1997;**366**:41-4.
- [45] Mitz V, Nicquet A. Rééducation et cicatrice. *Encycl Méd Chir* (Elsevier SAS, Paris), Kinésithérapie - Rééducation fonctionnelle, 26-280-A-10, 1989: 4p.
- [46] Chantaine A, Gobelet C, Ziltener JL. Électrothérapie. *Encycl Méd Chir* (Elsevier SAS, Paris), Kinésithérapie - Médecine physique-Réadaptation, 26-145-A-10, 1998: 22p.
- [47] Turlan N. L'autonomie : un concept clé pour l'ergothérapie. [mémoire pour l'obtention du diplôme de cadre de santé], Montpellier; 1997.
- [48] Association GRAVIR. *Manuel de formation pour un projet individualisé de réadaptation*. Bruxelles. 2003 (p. 6).
- [49] Fougeyrollas P. *Les processus de production du handicap et la lutte pour l'autonomie des personnes handicapées*. Québec: Université de Laval; Département d'Anthropologie; 1985.

B. Valembois, Cadre de santé kinésithérapeute (bernard.valembois@wanadoo.fr).

SFRM, 8, boulevard Gambetta, 38000 Grenoble, France.

M. Blanchard, Ergothérapeute.

B. Mitermique, Ergothérapeute.

Service d'ergothérapie de la chirurgie de la main et des brûlés, centre hospitalier universitaire de Grenoble, B.P. 217, 38000 Grenoble cedex 9, France.

L. Noël, Ergothérapeute.

Service d'ergothérapie, Département de rééducation et rhumatologie, Hôpital Émile-Muller, 20, rue Docteur-Laennec, 68070 Mulhouse cedex, France.

Cualquier referencia a este artículo debe incluir la mención del artículo original: Valembois B., Blanchard M., Mitermique B., Noël L. Rééducation des troubles de la sensibilité de la main. EMC (Elsevier SAS, Paris), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-064-A-10, 2006.

Disponibile en www.emc-consulte.com (sitio en francés)

Título del artículo: Rééducation des troubles de la sensibilité de la main



Algoritmos



Ilustraciones complementarias



Videos / Animaciones



Aspectos legales



Información al paciente



Informaciones complementarias



Autoevaluación