

Visite www.paralisis.org, la página web de la Fundación Christopher y Dana Reeve.

Manual sobre la Médula Espinal 101

Fuente: Fundación de Christopher y Dana Reeve.

¿Qué es el Sistema Nervioso Central?

El sistema nervioso central (SNC) controla la mayoría de las funciones del cuerpo y la mente. Consiste de dos partes: el cerebro y la médula espinal. El cerebro es el centro de nuestros pensamientos, el intérprete de nuestro entorno externo y el origen del control de nuestros movimientos corporales. Al igual que una computadora central, interpreta la información que nos llega a través de los ojos (vista), oídos (sonido), nariz (olfato), lengua (gusto) y piel (tacto), como también la que nos llega de nuestros órganos internos como el estómago.

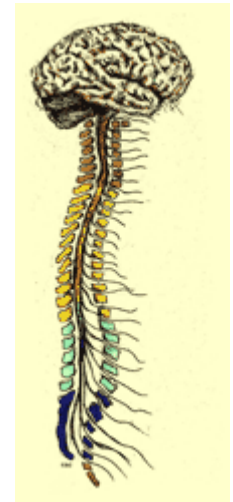
La médula espinal es la autopista para la comunicación entre el cuerpo y el cerebro. Cuando la médula espinal sufre una lesión, el intercambio de información entre el cerebro y otras partes del cuerpo se interrumpe.

¿Cómo se diferencia el sistema nervioso central de otros sistemas del organismo?

La mayoría de los sistemas y órganos del cuerpo controlan solo una función, pero el sistema nervioso central realiza muchos trabajos al mismo tiempo. Controla todos los movimientos voluntarios, como hablar y caminar, y movimientos involuntarios como parpadear y respirar. Es también el núcleo de nuestros pensamientos, percepciones y emociones.

¿Cómo se protege el sistema nervioso central de las lesiones?

El sistema nervioso central está mejor protegido que cualquier otro sistema u órgano del cuerpo. Su principal línea de defensa son los huesos del cráneo y la columna vertebral, que crean una barrera física resistente a las lesiones. Un espacio lleno de líquido debajo de los huesos, llamado siringe, absorbe los impactos. Lamentablemente, esta protección puede ser un arma de doble filo. Cuando el SNC sufre una lesión, el tejido blando del cerebro y la médula se inflaman, lo cual, por la falta de espacio, provoca presión. Esta dilatación empeora la lesión a menos que se alivie rápidamente. Los huesos fracturados pueden ocasionar un daño adicional y la posibilidad de infección.

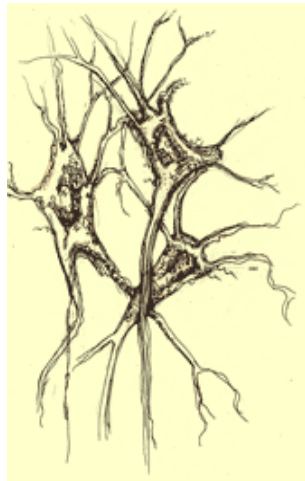


¿Por qué el sistema nervioso central no se repara a sí mismo después de una lesión?

Muchos órganos y tejidos del cuerpo pueden recuperarse después de sufrir una lesión sin intervención alguna. Lamentablemente, algunas células del sistema nervioso central están tan especializados que no pueden dividirse y crear nuevas células. En consecuencia, la recuperación de una lesión cerebral o de la médula es mucho más difícil.

La complejidad del sistema nervioso central dificulta mucho la formación de conexiones correctas entre el cerebro y la médula espinal. Los científicos se enfrentan a un gran desafío para recrear el sistema nervioso central que existía antes de la lesión.

Las siguientes son algunas de las células, y sus funciones, dentro del sistema nervioso central:



Neuronas

Las células llamadas neuronas se conectan entre sí para enviar y recibir mensajes en el cerebro y en la médula espinal. Cada toma de decisión, cada emoción o sensación experimentada y cada acción tomada es responsabilidad del trabajo conjunto de muchas neuronas.

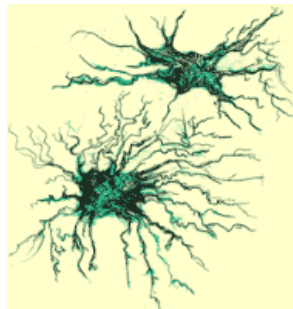
La complejidad del sistema nervioso central es asombrosa. En el cerebro y en la médula espinal existen aproximadamente 100 mil millones de neuronas. Se han identificado tanto como 10.000 subtipos de neuronas diferentes, cada uno especializado en enviar y recibir determinados tipos de información.

Cada neurona está formada de un cuerpo celular, que alberga al núcleo. Los axones y las dendritas forman extensiones desde el cuerpo celular.

Astrocitos

Los astrocitos, un tipo de célula glial, son las células principales de soporte del cerebro y la médula espinal. Producen y segregan proteínas llamadas factores neurotróficos. También se separan y eliminan proteínas o sustancias químicas que podrían ser nocivas para las neuronas (por ejemplo, el glutamato, un neurotransmisor que en exceso causa que las células se sobreexciten y mueran por un proceso llamado excitotoxicidad).

Los astrocitos no siempre son beneficiosos: Después de una lesión, se dividen para formar nuevas células que rodean el lugar lesionado, formando una cicatriz glial que constituye una barrera para los axones en regeneración.



Microglia

Microglia son células inmunes para el cerebro. Después de una lesión, migran al sitio lesionado para ayudar a remover las células muertas y moribundas. También producen pequeñas moléculas llamadas citoquinas que provocan que las células del sistema inmunológico respondan al sitio del daño. Es probable que este proceso de limpieza desempeñe un papel importante en la recuperación funcional después de una lesión espinal.

Oligodendrocito

Los oligodendrocitos son células gliales que producen una sustancia grasa llamada mielina que envuelve a los axones en capas. Los axones aislados por la mielina pueden transportar mensajes eléctricos (llamados también potenciales de acción) a una velocidad de 100 metros por segundo, mientras las fibras sin mielina solo pueden transportar mensajes a una velocidad de un metro por segundo.



Sinapsis y Neurotransmisión

Los mensajes también pasan de una neurona a otra a través de las sinapsis, pequeños intersticios entre las células, con la ayuda de sustancias químicas llamadas neurotransmisores. Para transmitir un mensaje de potencial de acción a través de una sinapsis, se liberan moléculas neurotransmisoras desde una neurona (la neurona “pre-sináptica”) a través del intervalo hasta la neurona siguiente (la neurona “post-sináptica”). El proceso continúa hasta que el mensaje llega a su destino.

Existen millones y millones de conexiones entre las neuronas dentro de la médula espinal solamente. Estas conexiones se establecen durante el desarrollo, usando señales positivas (factores neurotróficos) y negativas (proteínas inhibitorias) para afinarlas. Increíblemente, un solo axón puede formar sinapsis con otras 1,000 neuronas.

¿Qué causa la parálisis?

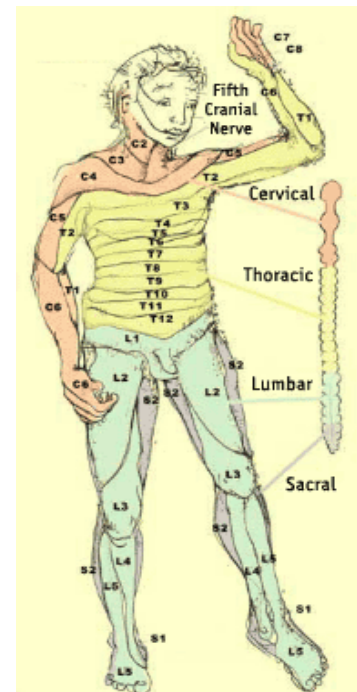
Existe una organización topográfica física y lógica en el sistema nervioso central, que conforma una elaborada red de vías neurales estrechamente conectadas. Esta relación ordenada significa que los diferentes niveles segmentarios de la médula controlan cosas distintas y el daño ocasionado en una sección particular de la médula afectará a las partes vecinas del cuerpo.

La parálisis ocurre cuando falla la comunicación entre el cerebro y la médula espinal. Esto puede ser consecuencia de un daño producido en las neuronas del cerebro (un derrame cerebral) o en la médula espinal. El traumatismo en la médula espinal afecta solamente a las zonas por debajo del nivel de la lesión. Por otra parte, la poliomielitis (una infección viral) o enfermedad de Lou Gehrig (ELA, esclerosis lateral amiotrófica) puede afectar las neuronas de toda la médula espinal.

Las Vías de Información

Las neuronas especializadas transportan mensajes de dolor, temperatura, tacto, vibración y propiocepción desde la piel, músculos, articulaciones y órganos internos a la médula espinal. Estos mensajes son luego retransmitidos al cerebro a lo largo de dos vías: el tracto espinotalámico y la vía lemniscal. Estas vías se encuentran en diferentes lugares en la médula espinal, de modo que una lesión puede no afectarlas de la misma manera o en el mismo grado.

Cada segmento de la médula espinal recibe estímulos sensoriales de una región particular del cuerpo. Los científicos han relacionado estas áreas y determinaron los campos “receptivos” para cada nivel de la médula espinal (ver la ilustración a la derecha). Los campos vecinos se superponen entre sí, por lo que las líneas en el diagrama son aproximadas.





Movimientos Voluntarios e Involuntarios

A lo largo de la médula espinal viajan más de un millón de axones, incluidos los axones más largos del sistema nervioso central.

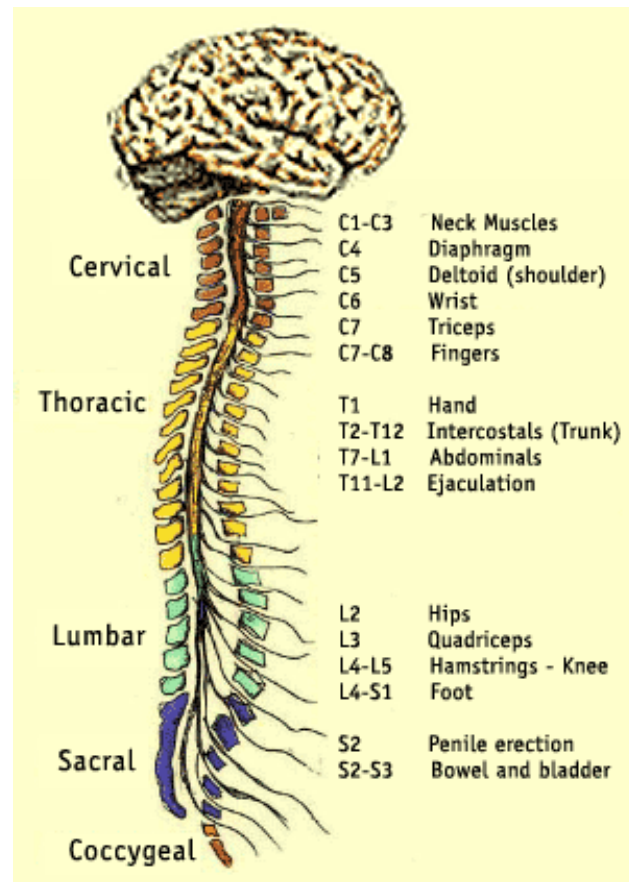
Las neuronas de la corteza motora, la región del cerebro que controla los movimientos voluntarios, envían sus axones a través de la vía corticoespinal para conectarse con neuronas motoras de la médula espinal. Las neuronas motoras de la médula se proyectan hacia los músculos correctos a través de la raíz ventral. Estas conexiones controlan los movimientos conscientes como escribir y correr.

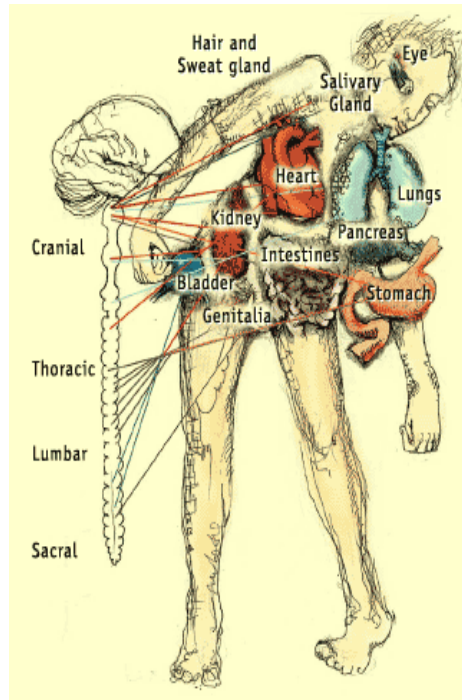
La información también fluye en la dirección contraria lo que resulta en movimientos involuntarios. Las neuronas sensoriales aportan retroalimentación al cerebro a través de la raíz dorsal. Parte de esta información sensorial es transmitida directamente a las neuronas motoras inferiores antes de llegar al cerebro, lo que resulta en movimientos involuntarios o reflejos. La información sensorial restante regresa a la corteza cerebral.

El Trabajo Conjunto de la Médula Espinal y los Músculos

La médula espinal se divide en cinco secciones: las regiones cervical, torácica, lumbar, sacra y coccígea. El nivel de la lesión determina la extensión de la parálisis y/o la pérdida de sensación. No hay dos lesiones similares.

El diagrama de la derecha ilustra las conexiones entre los principales grupos musculares esqueléticos y cada nivel de la médula espinal. Existe una organización similar para el control medular de los órganos internos.





El Trabajo Conjunto de la Médula Espinal y los Órganos Internos

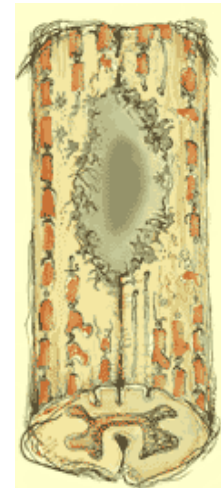
Además del control de los movimientos voluntarios, el sistema nervioso central contiene la vía simpática y la vía parasimpática que controlan la respuesta de “lucha o huida” frente al peligro y la regulación de las funciones del organismo. Comprenden la liberación hormonal, el movimiento del alimento a través del estómago e intestinos y las sensaciones y control muscular de todos los órganos internos.

El diagrama de la izquierda ilustra estas vías y el nivel de la médula espinal que se proyecta a cada órgano

¿Qué sucede después de una lesión en la médula espinal?

Una serie de eventos biológicos suceden después de una lesión de médula espinal:

1. Las células del sistema inmunológico migran hacia el lugar lesionado, provocando mayor daño a algunas neuronas, y muerte a otras, que sobrevivieron al trauma inicial.
2. La muerte de los oligodendrocitos hace que los axones pierdan su mielinización, que deteriora en gran manera la conducción de mensajes potenciales de acción o hace que las conexiones restantes resulten inútiles. El camino de la información neuronal se interrumpe aún más porque muchos axones se rompen, cortando las líneas de comunicación entre el cerebro y los músculos y entre los sistemas sensoriales del cuerpo y el cerebro.
3. A las semanas de la lesión inicial, la zona del daño de los tejidos queda despejada por las células microglia, y queda una cavidad llena de fluido rodeada por una cicatriz glial. Las moléculas que inhiben el nuevo desarrollo de los axones rotos se dirigen a esta zona. La cavitación se llama siringe, que actúa como una barrera para la reconexión de los dos lados de la médula espinal dañada.



Aunque la lesión de la médula espinal provoca un daño complejo, puede quedar intacta una gran parte del circuito básico para controlar los movimientos y procesar la información. Esto se debe a que la médula espinal está organizada en láminas de circuitos. Muchas de las conexiones y los cuerpos celulares neuronales que forman este circuito y se encuentran por encima o por debajo del lugar lesionado sobreviven al trauma. Una pregunta importante que se plantean los investigadores científicos es, ¿cuánto “saben” estas neuronas sobrevivientes? ¿Pueden regenerarse y establecer conexiones nuevas y correctas?

Estrategias de Intervención

Las investigaciones señalan a una multiplicidad de intervenciones posibles para promover la recuperación de una lesión en la médula espinal. Algunas se deben realizar inmediatamente después de la lesión; otras no son tan específicas en cuanto al tiempo que implica la reconstrucción y reconexión de la médula dañada. Claramente, ambos enfoques son importantes: Limitar la degeneración ampliará la probabilidad de una mayor recuperación mientras que estimular la regeneración se basará en el sistema restante para restaurar la conectividad perdida y quizá evitar una mayor degeneración.

A continuación, se presentan algunas de las estrategias de intervención financiadas por la Fundación de Christopher & Dana Reeve. No representa una lista exhaustiva de todas las intervenciones posibles.

Tratamientos que se Realizan Inmediatamente Después de un Accidente

1. Limitar la Degeneración Inicial

Las investigaciones recientes demuestran que existen al menos tres mecanismos diferentes de muerte de células en la pérdida neuronal y de oligodendrocitos después de una lesión: necrosis, excitotoxicidad y apoptosis. Los laboratorios que siguen este enfoque son el Laboratorio Choi y el Laboratorio Cotman.

2. Tratamiento de la Inflamación

Inmediatamente después de la lesión, la médula espinal se inflama y las proteínas del sistema inmunológico invaden la zona dañada. Este aumento de tamaño e inflamación pueden provocar lesiones secundarias a la médula espinal después de la lesión inicial. De modo que es importante tratar la respuesta inflamatoria lo antes posible. Los laboratorios que siguen este enfoque son el Laboratorio Cotman y el Laboratorio Schwab.

Tratamientos de Largo Plazo

1. Estimulación del Crecimiento Axonal

Los fertilizantes nerviosos llamados neurotrofinas pueden promover la supervivencia de las células bloqueando la apoptosis y estimulando el crecimiento axonal. Cada neurotrofina tiene una función de células diana muy específica. Algunas evitan selectivamente la muerte de oligodendrocitos, otras promueven el nuevo desarrollo de los axones o la supervivencia de las neuronas, e incluso otras se ocupan de múltiples funciones. Los laboratorios que siguen este enfoque son el Laboratorio Black, el Laboratorio Choi, el Laboratorio Cotman, y el Laboratorio Parada.

2. Promoción de Nuevo Crecimiento a Través de Moléculas de Sustrato o de Guía

Las moléculas de sustrato o guía pueden mejorar la focalización una vez que se estimula a los axones a regenerarse más allá de la región dañada. Estas proteínas actúan como un mapa, dirigiendo a los axones a sus objetivos correctos. Es una función crítica porque aun si los axones sobreviven, deben reconectarse con los objetivos correctos. Los laboratorios que siguen este enfoque son el Laboratorio Black, el Laboratorio Mendell y el Laboratorio Parada.

3. Bloqueo de Moléculas que Inhiben la Regeneración

En el cerebro y en la médula espinal hay moléculas que evitan que las neuronas se dividan y que los axones crezcan. Dominar la inhibición puede estimular el nuevo crecimiento y regeneración axonal y es probable que constituya un importante componente de las terapias regenerativas. El Laboratorio Schwab sigue este enfoque.

4. Suministro de Nuevas Células para Reemplazar las Perdidas

Las células madres, que quedan separadas del SNC y se dividen para formar nuevas células, pueden reemplazar las neuronas y glías perdidas. Estas células madres deben ser cosechadas, tratadas para estimular el crecimiento y luego inyectadas en la médula espinal. Los laboratorios que siguen este enfoque son el Laboratorio Bunge y el Laboratorio Gage.

5. Construcción de Puentes que se Extienden sobre la Cavidad de la Lesión

Es posible que se requieran puentes para reconectar las secciones cortadas de la médula espinal lesionada. Los científicos deben determinar la mejor manera de construir estos puentes y el tipo de moléculas que deben usar para estimular el nuevo crecimiento y mejorar la supervivencia de las nuevas conexiones. El Laboratorio Bunge sigue este enfoque.

La información mencionada en este mensaje es presentada con el propósito de educarle e informarle sobre la parálisis y sus efectos. Nada mencionado en este mensaje debe ser tomado como un diagnóstico o tratamiento médico. No debe reemplazar las instrucciones de su doctor o proveedor de salud. Si tiene preguntas sobre su salud por favor llame o visite a su doctor o proveedor de salud calificado inmediatamente. Siempre consulte con su doctor o proveedor de salud antes de comenzar un nuevo tratamiento, dieta o programa de bienestar. Nunca reemplace los consejos de su doctor o deje de buscar atención médica por algo mencionado en este mensaje.

Este proyecto ha sido patrocinado en parte por la subvención número 90PR3002, de la Administración para Vida en Comunidad de los Estados Unidos, Departamento de Servicios de Salud y Humanos, Washington, D.C. 20201. Los concesionarios que realizan proyectos bajo el patrocinio del gobierno son alentados a expresar libremente sus hallazgos y conclusiones. Los puntos de vista u opiniones, por lo tanto, no representan necesariamente las normas oficiales de la administración Para la Vida en Comunidad.