

Médula Espinal

La **médula espinal** es una estructura nerviosa que recorre el interior de la **columna vertebral** y es fundamental para la transmisión de impulsos nerviosos entre el cerebro y el cuerpo. Desde la perspectiva de la **región dorsal posterior**, según la "Anatomía de Gray", se pueden destacar los siguientes puntos clave:

Región dorsal posterior y su relación con la médula espinal

1. Ubicación anatómica:

- La médula espinal está protegida por la **columna vertebral**, la cual forma un canal óseo llamado **canal medular**.
- En la parte posterior, la **lámina de las vértebras** y las **apófisis espinosas** forman una barrera ósea importante.

Partes de la Médula Espinal

Se divide en varias regiones según su ubicación en la columna vertebral:

1. **Cervical** (C1-C8) → Controla movimientos y sensaciones de los brazos, cuello y parte superior del torso.
2. **Torácica** (T1-T12) → Relacionada con los músculos del tronco y parte del sistema autónomo.
3. **Lumbar** (L1-L5) → Coordina los movimientos y sensaciones de las piernas y la parte baja de la espalda.
4. **Sacra** (S1-S5) → Regula funciones de los órganos pélvicos y los reflejos de la zona inferior del cuerpo.
5. **Coccígea** (Co1) → Última porción de la médula, con menor función sensorial.

Estructura Interna

- **Sustancia gris:** Forma una estructura en "H" y contiene los cuerpos neuronales encargados del procesamiento de la información.
- **Sustancia blanca:** Rodea la sustancia gris y está formada por fibras nerviosas que transmiten señales al cerebro y al resto del cuerpo.
- **Astas dorsales y ventrales:**

- **Dorsales:** Reciben información sensitiva.
- **Ventrales:** Emiten respuestas motoras.
- **Raíces nerviosas:** Forman los nervios espinales y transmiten señales sensoriales y motoras

2. Lesiones y mecanismos de daño:

- **Traumatismos directos:** Un golpe fuerte en la espalda puede fracturar vértebras y comprimir la médula.
- **Fuerzas externas:** Movimientos bruscos de hiperextensión o hiperflexión pueden causar **lesión medular cervical o torácica**.
- **Compresión crónica:** Hernias discales o espondilosis pueden afectar la **región dorsal posterior**, presionando la médula.

Relevancia para el estudio de amputaciones

La comprensión de la **biomecánica y fisiopatología de la médula espinal** es crucial para determinar si una lesión medular grave podría llevar a la necesidad de una **amputación** debido a la pérdida de control motor y sensibilidad en extremidades.

Mecanismos de Lesión Medular

Mecanismo de Lesión Primaria

Según las fuerzas que interactúan en la médula el más común es Compresivo - Contusivo, donde ocurre el desplazamiento de los elementos de la columna vertebral como discos y ligamentos. También mencionar a cizallamiento, laceración, estiramiento agudo y aceleración-desaceleración súbitas. Además, la gravedad del daño depende del nivel de la médula afectada y la velocidad del impacto. Se pueden presentar fracturas vertebrales con desplazamiento óseo, que aumentan el daño por compresión prolongada.

Mecanismo de Lesión Secundaria

Como resultado de las fuerzas ejercidas, desencadenan una serie de procesos fisiológicos los cuales han sido catalogados en fases.

- Fase Aguda:

En esta fase existe pérdida de la homeostasis iónica que es clave en la muerte celular por apoptosis y necrosis, por el aumento del calcio, que activa procesos dañinos como la disfunción mitocondrial y la producción de radicales libres.

Lesión mediada por radicales libres:

La alta concentración de radicales libres activa la peroxidación generando muerte celular en las membranas celulares. La peroxidación lipídica de membranas afecta la viabilidad de los oligodendrocitos, afectando la mielinización de los axones sobrevivientes.

Permeabilidad de la Barrera Hemato - Medular BH-M:

Se compromete la selectividad de la BH-M quien ejercía como filtro para el parénquima del sistema nervioso central y la disrupción de la BH-M facilita el paso de sustancias neurotóxicas que perpetúan el daño.

Mediadores inflamatorios y respuesta inmune celular:

La lesión de la médula espinal activa un proceso inflamatorio muy complejo que comprende varias células presentes que liberan sustancias inflamatorias algunas que contribuyen a mejorar la lesión y otras que no.

- Fase Subaguda:

Presenta una hipertrofia en la población de astrocitos localizados en la periferia de la lesión, brindando así una cicatriz y restableciendo la homeostasis iónica y la integridad de BH-M. La cicatriz glial, aunque estabiliza la lesión, también forma una barrera física para la regeneración axonal.

- Fase Intermedia:

La fase intermedia de la lesión medular comienza con inflamación, hemorragia y edema. Se activan células inflamatorias que liberan citocinas proinflamatorias, mientras que la hemorragia interrumpe la circulación y aumenta la presión. La barrera hemato-medular se ve alterada, permitiendo la entrada de sustancias tóxicas y acelerando la desmielinización y degeneración neuronal. Simultáneamente, comienza la cicatrización con la formación de tejido cicatricial, que limita la regeneración neuronal. El estrés oxidativo también daña las células, intensificando el daño secundario.

- Fase Crónica:

Proceso donde la lesión se estabiliza, continúa la maduración de la cicatriz glial, y la degeneración Walleriana de los axones severamente lesionados. Este no solo afecta los axones lesionados sino también aquellos que estaban conectados a ellos, alterando circuitos neuronales más amplios.

Estadísticas

Estimaciones mundiales indican que, hasta 2021, aproximadamente 15,4 millones de personas tenían una lesión en la médula espinal. En el caso de Perú, hasta el primero periodo del 2023, el Departamento de Investigación, Docencia y Rehabilitación Integral en Lesiones Medulares del Instituto Nacional de Rehabilitación (INR) brindó 2654 atenciones a pacientes con esta condición.

La OMS, indica que las lesiones traumáticas por caídas y accidentes de tráfico son la principal causa de lesiones de la médula espinal, seguidas de las lesiones violentas y las relacionadas con el trabajo o el deporte.

Riesgos

La esperanza de vida de las personas con lesiones medulares está estrechamente relacionada con el deterioro neurológico y con enfermedades secundarias prevenibles. Además, la tasa de mortalidad hospitalaria es casi tres veces mayor en los países de ingresos medianos y bajos que en los de ingresos altos.

Dependiendo de la gravedad y localización de la lesión, las personas con una lesión de la médula espinal padecen diferentes riesgos en diferentes áreas.

- **Mental:**
Los afectados por este tipo de lesiones pueden desarrollar signos clínicos de depresión y ansiedad.
- **Físicas:**
Las lesiones medulares están asociadas al riesgo de desarrollar infecciones secundarias debilitantes y potencialmente mortales como espasticidad, infecciones urinarias, úlceras de decúbito, complicaciones respiratorias, hiperreflexia autónoma, trombosis venosa profunda, osteoporosis.

Factores demográficos:

Un estudio realizado en Guangdong en China sobre lesiones de médula espinal, donde se evaluaron a 3832 pacientes de diferentes edades, demostró algunas tendencias en cuanto al riesgo de lesiones medulares completas.

1. **Edad:**
La mayoría de pacientes con lesiones de la médula espinal oscilaban entre los 41 y 60 años, el estudio fue realizado a pacientes entre 1 a 94 años, donde los adultos (entre 41 y 60 años) representaban a un 36.4% de todos los pacientes seguido de un 35.5% de de adultos entre los 21 y 40 años.
2. **Género:**
De los 3832 pacientes, 2892 fueron hombres(75.5%) y 940 fueron mujeres(24.5%), también se tuvo en cuenta los oficios que cada paciente, sin embargo hay una tendencia de 3:1 siendo

los que más sufren lesiones de médula espinal.

3. **Entorno:**

Respecto a la zona donde vivían los pacientes se demostró que los casos de lesión medular tienen un mayor porcentaje en zonas urbanas debido a factores como el tráfico, lesiones durante la práctica de deportes extremos, y mayor incidencia a la violencia.

Bibliografía

- V. Ballesteros Plaza, B. Marré Pacheco, C. Martínez Aguilar, J. Fleiderman Valenzuela y J. J. Zamorano Pérez, “Lesión de la médula espinal: actualización bibliográfica: fisiopatología y tratamiento inicial”, *Coluna/Columna*, vol. 11, n.º 1, pp. 73–76, 2012. Accedido el 30 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1590/s1808-18512012000100014>
- “Lesión de la médula espinal”. World Health Organization (WHO). Accedido el 30 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/spinal-cord-injury>
- “Más de 2600 atenciones brindó el Instituto Nacional de Rehabilitación a pacientes con lesión medular”. Gob.pe. Accedido el 30 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/827393-mas-de-2600-atenciones-brindo-el-instituto-nacional-de-rehabilitacion-a-pacientes-con-lesion-medular>
- Instituto de Rehabilitación y Educación Postgrado, Revisión sobre mecanismos de lesión en la médula espinal, vol. 8, 2004. Accedido el 31 de marzo 2025. [En línea]. Disponible: https://samfyr.org.ar/wp-content/uploads/2019/01/irep_vol81.pdf#page=71
- Yang, R., Guo, L., Wang, P., Huang, L., Tang, Y., Wang, W., Chen, K., Ye, J., Lu, C., Wu, Y., & Sheng, H. (2014, 28 de enero). *Epidemiología de las lesiones de la médula espinal y factores de riesgo de lesiones completas en Guangdong, China: un estudio retrospectivo*. <https://journals.plos.org/plosone/>. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0084733>