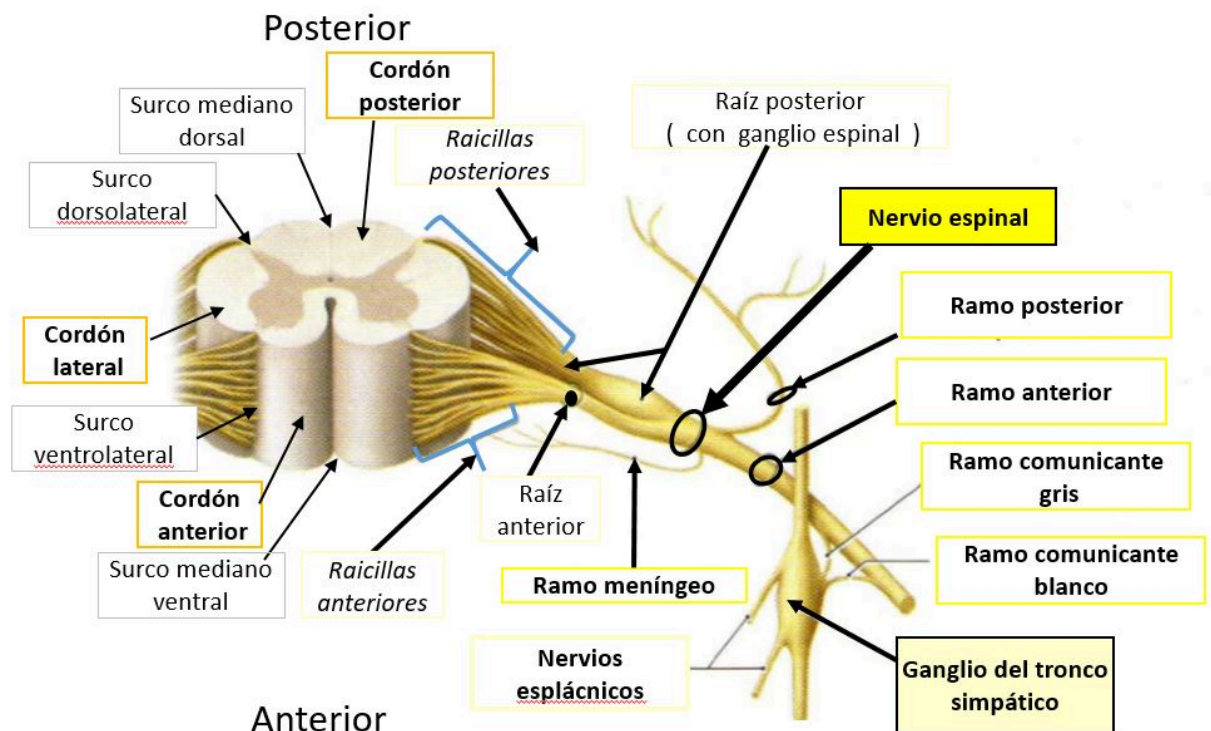


## 1. Anatomía( estructura y organización) de la médula espinal:

La médula espinal es una parte del sistema nervioso central que se encuentra ubicada dentro de la columna vertebral, esta es la continuación caudal del tronco encefálico. Se extiende desde el foramen magno hasta hasta el nivel de la primera o segunda vértebras lumbares [1], su función es conducir impulsos nerviosos a todo el cuerpo desde el cerebro.

Su estructura está formada por la superficie externa que incluye la fisura media anterior, el surco medio posterior, los surcos anterolaterales y los surcos posterolaterales y la superficie interna que se divide en materia gris (con forma de H o de mariposa desde una vista transversal), en la que se encuentra principalmente los cuerpos de las neuronas, esta se divide en las astas anterior, posterior y lateral, y en materia blanca la que comprende los axones de las neuronas, esta incluye a los cordones anterior, posterior y lateral, en la imagen de [2] se pueden observar las partes de cada superficie.



La médula espinal está organizada mediante nervios espinales, los cuales se agrupan de acuerdo al segmento de la médula espinal a partir del cual se originan. De esta forma, existen nervios cervicales (C1 a C8), torácicos (T1 a T12), lumbares (L1 a L5), sacros (S1 a S5) y coccígeo [1]. Los nervios espinales emergen por los forámenes intervertebrales correspondientes, en la región cervical, la cual incluye ocho nervios y siete vértebras, los nervios salen por la parte de arriba de cada vértebra, a excepción de C8 (el nervio emerge entre C7 y T1), a partir del nivel torácico, los nervios salen por la parte inferior de cada vértebra, en el nivel de L1 y L2 (donde la médula espinal termina), los nervios espinales descienden dentro del conducto vertebral antes de salir por su foramen

intervertebral, lo que forma la cauda equina. Es importante notar que cada nervio espinal posee una raíz ventral (función motora) y una raíz dorsal (función sensitiva), que emergen de la médula y se unen antes de cada foramen intervertebral, formando el tronco del nervio espinal, el cual es corto y se divide en ramos anterior, posterior, comunicante y meníngeo. La organización de la médula espinal se puede observar en la lámina 170 de [3].

#### Referencias:

- [1] Kenhub, "Médula espinal: anatomía y funciones", *Kenhub*, 2025. [En línea]. Disponible: <https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/medula-espinal-es>. [Accedido: 31-mar-2025].
- [2] Dolopedia, "Segmento de la médula espinal", *Dolopedia*, 2025. [En línea]. Disponible: [https://dolopedia.com/uploads/media/3-antonio-jose/segmento\\_medula\\_espinal\\_bueno.JPG](https://dolopedia.com/uploads/media/3-antonio-jose/segmento_medula_espinal_bueno.JPG). [Accedido: 31-mar-2025].
- [3] F. H. Netter, *Atlas de Anatomía Humana*, 7ª ed. Barcelona: Elsevier, 2019, lámina 170.

## 2. Fisiología

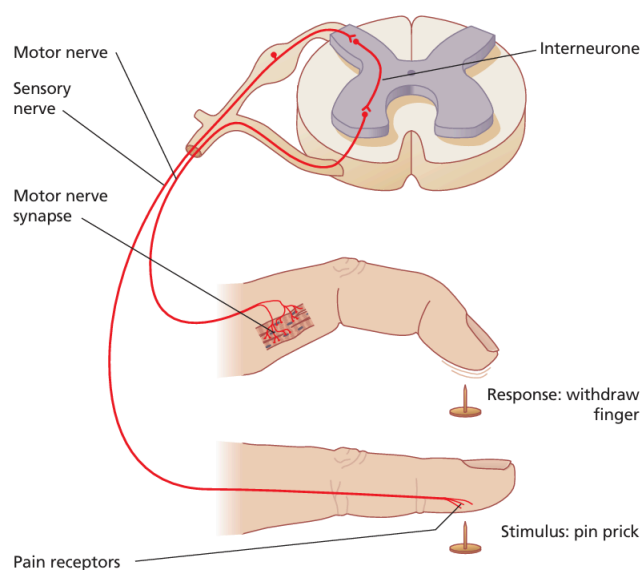
Para comprender la neurofisiología de la médula espinal, es necesario tener una mejor comprensión del sistema nervioso. El sistema nervioso consta del sistema nervioso central (SNC) y del sistema nervioso periférico (SNP), estando la médula presente en la primera de estas. También es necesario distinguir entre las divisiones:

División sensorial o aferente: aporta información del exterior hacia el sistema nervioso.

División motora o eferente: transporta información del sistema nervioso hacia la periferia.

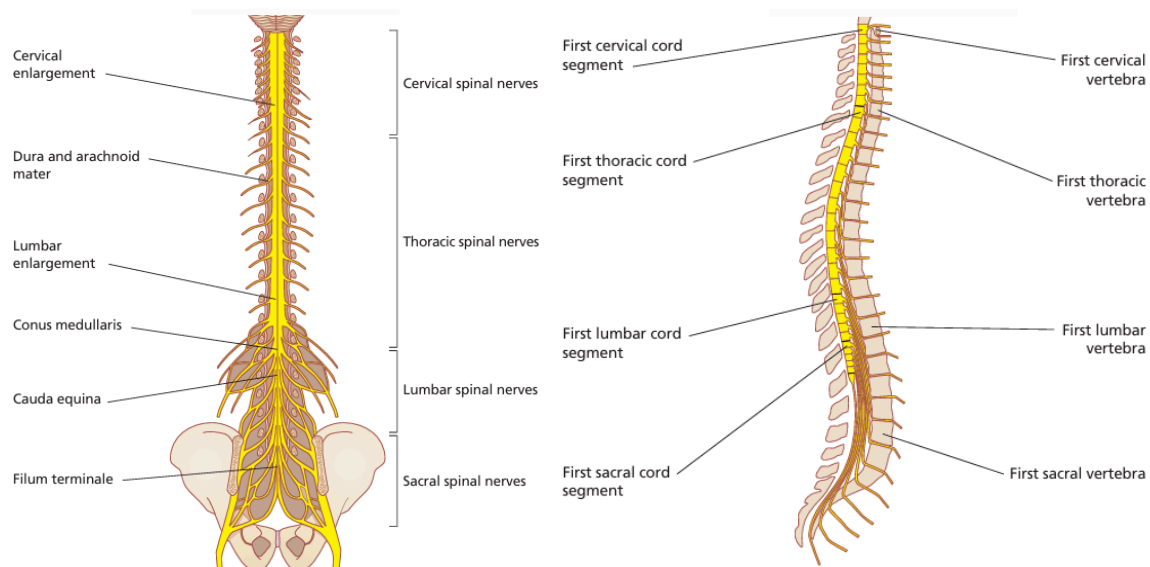
Interneuronas: intercambian información entre nervios eferentes y aferentes.

El SNC incluye a la médula espinal, que es la porción más caudal del SNC y se extiende desde la base del cráneo hasta la primera vértebra lumbar. Está segmentada en 31 pares de nervios espinales, que contienen tanto nervios aferentes como eferentes.



La médula espinal tiene muchos nervios que salen de ella y estos comunican al cerebro con el resto del cuerpo, por lo que se divide en cuatro regiones: cervical, torácica, lumbar y

sacra. Dentro de la médula hay dos vías nerviosas: las vías ascendentes, que llevan señales del cuerpo hacia el cerebro, y las vías descendentes, que llevan órdenes del cerebro al cuerpo. Cabe aclarar que muchos movimientos no necesitan de estas vías. Por ejemplo, si se toca algo puntiagudo, la mano se retirará automáticamente gracias al reflejo medular. En estos casos, las interneuronas permiten que las señales viajen más rápido.



Como centro reflejo del cuerpo, la médula espinal también participa como centro integrador, controlando los reflejos somáticos y autónomos.

Los tractos descendentes son los responsables de la transmisión de impulsos motores que controlan el movimiento, la regulación del tono muscular, la modulación de los reflejos segmentarios espinales y la regulación de funciones viscerales. Las vías descendentes comprenden:

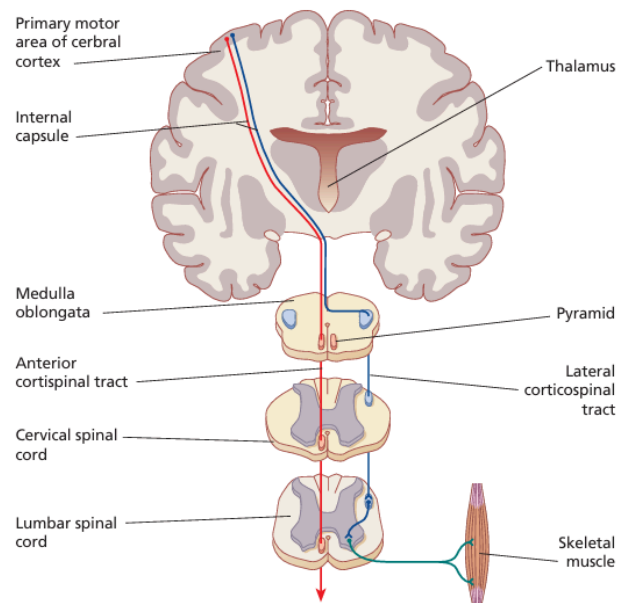
Neuronas motoras superiores (UMN): van desde la corteza hasta la médula espinal.

Neuronas motoras inferiores (LMN): se extienden desde la médula hasta los músculos y algunas glándulas efectoras.

Estas neuronas tienen una relevancia clínica que se hace evidente cuando sufren daño.

Cuando las neuronas motoras superiores se lesionan, esto puede reflejarse en parálisis espástica, vejiga neurógena refleja o intestino neurógeno. En cambio, cuando las neuronas motoras inferiores se lesionan, ni los impulsos voluntarios ni los reflejos pueden transmitirse a los músculos, lo que lleva a parálisis flácida, vejiga neurogénica o intestino neurogénico.

Los tractos ascendentes están encargados de la transmisión de impulsos de la periferia hacia el sistema nervioso central, tales como la vibración, el estiramiento, el tacto profundo, la propiocepción, la conciencia cinestésica, el dolor, la temperatura y el tacto.



[4] L. S. Costanzo, Fisiología, 6ª ed. Barcelona, España: Elsevier, 2019.

[5] K. E. Barrett, S. M. Barman, S. Boitano y H. L. Brooks, Fisiología médica de Ganong, 26ª ed. Madrid, España: McGraw-Hill, 2019.

### 3. Estadísticas a nivel mundial y nacional de las causas de daño en la lesión medular/amputados

La Organización Mundial de la Salud (OMS) indicó que alrededor de 15,4 millones de personas sufren de una lesión en su médula espinal en 2021. Generalmente las lesiones traumáticas eran causadas por caídas o accidentes de tráfico, seguidas por lesiones violentas (considerando también conductas autolesivas) y las lesiones relacionadas con trabajo o deportes. Por otro lado, las lesiones no traumáticas (causadas por enfermedades como HTLV 1 o Mieloma de Potts) también están aumentando, en especial en las poblaciones envejecidas debido al incremento de enfermedades y afecciones degenerativas. [6]

En un análisis epidemiológico global en 2021 brindan datos sobre la incidencia global de lesiones traumáticas que se estima que son 23 casos por 1 millón de habitantes; esto puede desglosarse de la siguiente manera: en el Caribe, 19 casos por millón, y América Central, 24 por millón y Américas del sur, 25 por millón. Globalmente, la distribución de las lesiones medulares traumáticas presenta un comportamiento bimodal: en los hombres predominan entre las edades de 18 a 32 años, mientras que en las mujeres las LME predominan en aquellas con 65 años o más. Países pertenecientes a América Latina reportan aumento notorios en lesiones de médula espinal y cambios epidemiológicos debido a la violencia a la que se exponen los habitantes habitualmente. [7]

En el Perú, gracias al Instituto Nacional de Rehabilitación (INR) durante el año 2022 fueron atendidos 4033 pacientes con lesión medular y tan solo la mitad del año 2023, INR ya había brindado atención 2654 pacientes por lo cual se buscó incentivar actividades para visualizar

la importancia del servicio de rehabilitación [8]. Ya que las personas que padecen este tipo de lesión suelen sufrir no solo físicamente, esto puede llevar a problemas emocionales los cuales pueden afectar a las familias de los mismo pacientes. [9]

#### Referencia:

[6] Organización Mundial de la Salud (WHO), "Lesión de la médula espinal," World Health Organization, 1 de abril de 2025. [En línea]. Disponible: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/spinal-cord-injury#:~:text=La%20expresión%20«lesiones%20de%20la,infecciones,%20toxinas%20o%20defectos%20congénitos.>

[7] Revista Colombiana de Medicina Física y Rehabilitación, "Actualización sobre la situación de la lesión medular en América Latina: Retos y oportunidades en su atención," Rev. Colomb. Med. Fís. Rehabil., 1 de abril de 2025. [En línea]. Disponible: <https://revistacmfr.org/index.php/rcmfr/article/view/360/414>.

[8] Gobierno del Perú, "Más de 2600 atenciones brindó el Instituto Nacional de Rehabilitación a pacientes con lesión medular," Gob.pe, 1 de abril 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>.

[9] Revista Médica Herediana, "Repercusión familiar y apoyo social en familias de pacientes con lesión medular," Rev. Méd. Herediana, 2 de abril de 2025. [En línea]. Disponible: <https://revistas.upch.edu.pe/index.php/RMH/article/view/4243>.

[10] K. L. Kim, Fisiología médica Ganong, 26ª ed. México: McGraw-Hill, 2022.

#### 4. Causas

Respecto a las causas, según la Organización Mundial de la Salud[1], cerca del 90 % de los casos de lesión medular se deben a traumatismos ocasionados principalmente por accidentes vehiculares, los cuales afectan en mayor medida a la población joven debido a factores como el exceso de velocidad o la conducción bajo los efectos de bebidas alcohólicas y estupefacientes. Dentro del mismo grupo se encuentran las caídas, que generalmente son la causa principal de esta lesión en adultos mayores. Por último, la violencia, ya sea provocada por terceros o por uno mismo, también es considerada una de las causas principales, debido al incesante aumento de casos de violencia en la sociedad.

Por otra parte, también es importante mencionar las causas no relacionadas con traumatismos, las cuales han ido en aumento en la población de mayor edad. Dentro de este grupo se encuentran los tumores en la columna vertebral o en la médula espinal, que se clasifican en cuatro tipos dependiendo de la zona en la que se ubiquen. Este tipo de afección puede causar potencialmente una discapacidad permanente en quien la padezca. Del mismo modo, infecciones como la meningitis, poliomielitis, mielitis transversa o absceso espinal pueden ser causantes de esta condición. Asimismo, las enfermedades degenerativas y vasculares, que provocan

un deterioro progresivo de las funciones nerviosas y motoras, pueden generar una pérdida gradual de la movilidad en las zonas afectadas.

[11] World Health Organization, "Spinal cord injury," WHO, Nov. 16, 2022. [En línea]. Disponible: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/spinal-cord-injury>. [Accedido: Abr. 01, 2025].

## 1. Factores de riesgo

Se ha tenido en cuenta que las lesiones en la médula espinal es incurable, sin embargo se tienen métodos para neutralizar estos efectos e incluso devolverle parte de la locomoción perdida al paciente, aunque en casos extremos se tiene un porcentaje de muerte, en el siguiente cuadro podemos ver una comparativa entre hombres y mujeres mayores de edad, no se junta con los pediátricos, ya que estos tienen otros factores, como caídas, problemas congénitos que tienen rango de mejora muy notorio.

	Total (n = 1303) N (%)	Died in the first 12 months (n = 224) N (%)	Alive at 12 months (n = 1079) N (%)	p value
Sex				
Male	890 (68.3%)	151 (67.4%)	739 (68.5%)	
Female	413 (31.7%)	73 (32.6%)	340 (31.5%)	0.7522
Age, mean (SD)	59.2 (21.4)	76.6 (15.0)	55.5 (20.7)	<0.0001
Number of hospitalizations, mean (SD)	1.3 (0.7)	1.4 (0.9)	1.3 (0.7)	0.6795
Length of hospital stay*, mean (SD)	20.4 (20.4)	25.9 (25.0)	19.2 (19.0)	0.0023
Inter-hospital transfers	287 (22.0%)	51 (22.8%)	236 (21.9%)	0.7685
Level of the injury				
High cervical (C1–C4)	389 (29.9%)	96 (42.9%)	293 (27.2%)	
Low cervical (C5–C7)	290 (22.3%)	60 (26.8%)	230 (21.3%)	
Thoracic (T1–T12)	283 (21.7%)	31 (13.8%)	252 (23.4%)	
Lumbar or sacral	341 (26.2%)	37 (16.5%)	304 (28.2%)	<0.0001
Cause				
Traffic crashes	389 (29.9%)	46 (20.5%)	343 (31.8%)	
Other	914 (70.1%)	178 (79.5%)	736 (68.2%)	0.0008
Setting				
Occupational accident	388 (29.8%)	40 (17.9%)	348 (32.3%)	
Other	915 (70.2%)	184 (82.1%)	731 (67.8%)	<0.0001
Trauma network				
Primary access point				
Highly specialized trauma center	791 (60.7%)	133 (59.4%)	658 (61.0%)	
Spoke	512 (39.3%)	91 (40.6%)	421 (39.0%)	0.6540
Healthcare support provider				
Partly or exclusively highly specialized trauma center	906 (69.5%)	152 (67.9%)	754 (69.9%)	
Only Spoke	397 (30.5%)	72 (32.1%)	325 (30.1%)	0.5496

\*Comprising of all inpatient episodes, but excluding days spent in rehabilitation departments



Si bien se ha visto una reducción de casos de lesiones medulares en jóvenes y adultos durante los últimos años, en particular en accidentes de tráfico, aún sigue siendo este tipo de accidente el que tiene más recurrencia, en el caso de los adultos mayores siendo las caídas y deterioro por la edad.

Year	Traffic crashes				Occupational accidents			
	Male		Female		Male		Female	
	N	Incidence rate (95% CI)	N	Incidence rate (95% CI)	N	Incidence rate (95% CI)	N	Incidence rate (95% CI)
2011	32	13.0 (8.8–18.7)	12	4.8 (2.5–8.5)	30	12.5 (8.4–17.9)	6	2.4 (0.9–5.2)
2012	25	10.6 (6.8–15.7)	11	4.5 (2.2–8.1)	20	8.3 (5.1–13.0)	9	3.7 (1.7–7.0)
2013	19	12.3 (8.2–17.7)	4	1.6 (0.4–4.1)	15	6.2 (3.5–10.4)	5	1.9 (0.6–4.6)
2014	21	8.7 (5.4–13.4)	9	3.6 (1.6–6.8)	22	9.2 (5.7–13.9)	5	2.0 (0.6–4.7)
2015	24	10.0 (6.4–14.9)	11	4.4 (2.2–7.8)	34	14.2 (9.8–19.8)	11	4.4 (2.2–7.8)
2016	40	16.6 (11.9–22.7)	13	5.2 (2.8–8.9)	43	17.9 (13.0–24.1)	12	4.8 (2.5–8.3)
2017	27	11.2 (7.4–16.3)	10	4.0 (1.9–7.4)	34	14.1 (9.8–19.8)	10	4.0 (1.9–7.4)
2018	34	14.0 (9.7–19.7)	11	4.4 (2.2–7.9)	39	16.1 (11.4–22.1)	9	3.6 (1.6–6.9)
2019	42	17.3 (12.5–23.6)	10	4.0 (1.9–7.4)	43	17.7 (12.8–23.9)	10	4.1 (2.0–7.6)
2020	28	9.4 (6.3–14.3)	2	0.9 (0.1–3.3)	28	11.6 (7.7–16.9)	3	1.2 (0.2–3.7)
Overall	296	12.3 (11.0–13.8)	93	3.7 (3.0–4.5)	308	12.9 (11.5–14.4)	80	3.2 (2.5–4.0)
p trend		0.519		0.404		0.080		0.777

## Referencias:

1.Barbiellini Amidei C, Salmaso L, Bellio S, Saia M. Epidemiology of traumatic spinal cord injury: a large population-based study. Spinal Cord [Internet]. 2022 [citado el 2 de abril de 2025];60(9):812–9. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41393-022-00795-w>

## 6.Vulnerabilidad en la médula espinal:

La demografía de daño en la médula espinal en adultos ha cambiado a lo largo de las décadas , notando un aumento en la prevalencia de daño en los mayores de edad, siendo las más comunes y frecuentes debido a caídas, en el caso de los jóvenes, ha decaído su porcentaje debido a las medidas de seguridad en deportes y medios de transporte, en el caso de la población pediátrica comparado con los adultos es menos común, siendo la columna cervical la más frecuente lesión de columna, presentándose entre un 40-60% de todas las lesiones en los niños, los casos más comunes son accidentes automovilísticos, complicaciones en su desarrollo en el vientre de la madre, caídas o abuso infantil, los niños jóvenes son más propensos a tener lesiones cervicales superiores y niños mayores a lesiones cervicales inferiores similar a los casos en adultos, niños <8 se presentan una alta incidencia de subluxación sin fracturas. Los mecanismos sugeridos por SCIWORA incluyen lesiones por hiperextensión o flexión de columna vertebral inmadura y su elasticidad inherente que es muy vulnerable a fuerzas externas y permite un movimiento intersegmentario significativo y una protrusión transitoria del disco blando, lo que resulta en lesiones por distracción y/o lesión isquémica de la médula espinal. En el mundo haciendo comparativa de casos de muerte por lesión medular tanto en hombre como mujeres(68.3%-31.7%), se puede observar que la mayor incidencia de lesión se encuentra en cervical superior (C1-C4) y la parte lumbar o sacra.

Level of the injury				
High cervical (C1–C4)	389 (29.9%)	96 (42.9%)	293 (27.2%)	
Low cervical (C5–C7)	290 (22.3%)	60 (26.8%)	230 (21.3%)	
Thoracic (T1–T12)	283 (21.7%)	31 (13.8%)	252 (23.4%)	
Lumbar or sacral	341 (26.2%)	37 (16.5%)	304 (28.2%)	<0.0001

Referencias:

[12] C. Barbiellini Amidei, L. Salmaso, S. Bellio, and M. Saia, "Epidemiology of traumatic spinal cord injury: a large population-based study," *Spinal Cord*, vol. 60, no. 9, pp. 812–819, 2022. [En línea]. Disponible: <https://www.nature.com/articles/s41393-022-00795-w>.

[13] L. Van Den Hauwe, P. C. Sundgren, and A. E. Flanders, "Spinal trauma and spinal cord injury (SCI)," en *Diseases of the brain, head and neck, spine 2020–2023: diagnostic imaging*, 2020, pp. 231-240.