

UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA

FACULTAD DE ESTOMATOLOGIA

OFICINA DE GRADOS Y TITULOS



PROGRAMA DE TITULACION PROFESIONAL

AREA DE ESTUDIO: ANATOMIA APLICADA

AUTOR: KATHERINE EVELIG ALVAREZ DAVILA

ASESOR: DR. ERIC CUBA GONZALES

LIMA - PERU

2017

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi familia por su constante apoyo, a mi hijita por ser el motivo de esfuerzo y a todos mis maestros de pregrado.

CONTENIDO

I.	EMBRIOLÒGIA	9
1.	Neurulaciòn	9
2.	Poblaciones celulares	11
A.	Neuroepitelio	11
B.	Células de la cresta neural	14
II.	DESCRIPCIÒN	15
1.	Anatomía externa de la medula espinal	15
2.	Anatomía interna de la medula espinal	17
A.	La sustancia gris	17
B.	La sustancia blanca	18
III.	NERVIOS RAQUIDEOS	19
1.	Revestimiento conectivo	19
2.	Distribuciòn de los nervios espinales	20
IV.	COMPONENTES ADYACENTES DE PROTECCIÒN	22
1.	Columna vertebral	22
Las vértebras	22	
2.	Meninges espinales	24
3.	Líquido cefalorraquídeo	25
V.	IRRIGACIÒN	28
Arterias de la medula espinal	28	

1.	Venas de la medula espinal	29
VI.	FISIOLOGÌA	29
1.	Núcleos o grupos celulares (sustancia gris).....	29
	A. Astas grises anteriores (motoras)	30
	B. Astas grises posteriores (sensitivas)	30
2.	Tractos motores y sensitivos (sustancia blanca)	31
	A. Vías ascendentes (sensitivas)	32
	B. Vías descendentes (motoras)	35
3.	Reflejos y arcos reflejo.....	38
	A. Componentes	38
	B. Reflejos somáticos espinales más importantes	39
VII.	TRANSTORNOS DE LA MEDULA ESPINAL	42
1.	Alteraciones en la formación.....	42
2.	Alteraciones adquiridas.....	43
3.	Alteraciones patológicas	46
4.	Mecanismos de lesión medular.....	47
VIII.	DIAGNÒSTICO.....	48
1.	Cuadros clínicos	49
IX.	TRATAMIENTO.....	52
X.	CONCLUSIONES.....	54
	BIBLIOGRAFÌA.....	55

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Neurulación: Proceso de formación del Sistema Nervioso....	10
Ilustración 2 Neuroepitelio y Cresta neural.....	12
Ilustración 3 Poblaciones celulares.....	13
Ilustración 4 Células Neurogliales.....	14
Ilustración 5 Segmentación de la Medula Espinal.....	16
Ilustración 6 Corte transversal de la medula. Anatomía interna.....	18
Ilustración 7 Revestimiento conectivo.....	20
Ilustración 8 Partes de una vértebra (vertebra del segmento cervical).....	23
Ilustración 9 Meninges de la Medula.....	24
Ilustración 10 Ventriculos cerebrales (Formación de LCR).....	27
Ilustración 11 Vías ascendentes y descendentes.....	31
Ilustración 12 Reflejo de estiramiento.....	39
Ilustración 13 Reflejo flexor o de Retirada.....	40
Ilustración 14 Reflejo de extensión cruzada.....	41
Ilustración 15 Espina bífida.....	43

Resumen

La medula espinal es el órgano encargado de regular el paso de la información desde centros superiores hasta áreas periféricas y viceversa, así mismo se encarga de la respuesta inmediata, a través de los arcos reflejos que darán respuesta a los diferentes estímulos muchas veces nocivos, para contribuir de esta forma al homeostasis. Embriológicamente el sistema nervioso se forma en la 3ra semana de vida intrauterina a partir del ectodermo invaginado que dará origen al Neuroepitelio, formando así el tubo neural y este a todos los órganos del sistema nervioso. La medula espinal se describe como un órgano cilíndrico alargado, hueco, del cual emergen los 31 pares de nervios espinales, segmentadas teóricamente en cervicales, dorsales, lumbares y sacros, e internamente encontramos a la sustancia gris y sustancia blanca, en las cuales se encuentran los núcleos o grupos celulares y los tractos ascendentes y descendentes respectivamente, que recogen información sensitiva y llevan impulsos motores. La medula espinal se encuentra alojada y protegida externamente por la columna vertebral, por la cual emergen los nervios raquídeos para inervar los miembros superiores e inferiores, el tronco y la pelvis; e internamente está cubierta por las meninges y el líquido céfalo raquídeo que la nutren y constituyen una barrera amortiguadora. Las alteraciones de la medula espinal pueden presentarse en la formación del tubo neural o pueden ser adquiridas durante el crecimiento de forma intrínsecas, o extrínsecas como traumatismos, las lesiones medulares tienen efectos perjudiciales en la sensibilidad y motricidad, así la lesión de los cordones o tractos se caracteriza por la pérdida de sensibilidad al tacto o temperatura y pérdida de la función motora. La cantidad de área afectada indicara a que nivel segmentario se produjo la lesión, observando cuadros de cuadriplejia, paraplejia, etc. La prevención, el diagnóstico y tratamiento oportuno de las lesiones medulares evitara consecuencias devastadoras en la vida del individuo.

Palabras clave: Medula espinal, embriología, anatomía, fisiología, cuadros clínicos

Summary

The spinal cord is the organ responsible for regulating the passage of information from higher centers to peripheral areas, and is responsible for the immediate response, through the reflex arcs that will respond to different stimuli many times harmful, to thus contributing to homeostasis. Embryologically the nervous system is formed in the 3rd week of intrauterine life from the invaginated ectoderm that will give rise to Neuroepithelium, thus forming the neural tube and this to all the organs of the nervous system. The spinal cord is described as a hollow, elongated cylindrical organ from which the 31 pairs of spinal nerves arise, theoretically segmented into cervical, dorsal, lumbar and sacral, and internally we find the gray substance and white substance in which they are found the nuclei or cell groups and the ascending and descending tracts respectively, which collect sensitive information and carry motor impulses. The spinal cord is lodged and protected externally by the spinal column, through which the spinal nerves emerge to innervate the upper and lower limbs, trunk and pelvis; and internally it is covered by the meninges and the cerebrospinal fluid that nourish it and constitute a buffering barrier. Spinal cord alterations may occur in the formation of the neural tube or may be acquired during intrinsic growth, or extrinsic as trauma, spinal cord injuries have detrimental effects on sensibility and motor, as well as injury to the cords or tracts is characterized by loss of sensitivity to touch or temperature and loss of motor function. The amount of area affected will indicate to which segmental level the lesion occurred, observing quadriplegia, paraplegia, etc. The prevention, diagnosis and timely treatment of spinal cord injuries will avoid devastating consequences in the life of the individual.

Key words: Spinal cord, embryology, anatomy, physiology, clinical status

INTRODUCCIÒN

El sistema nervioso es el sistema encargado de regular todas las funciones del organismo y de responder a los estímulos externos e internos, parte de esto lo hace mediante las vías ascendentes y descendentes que se ubican en la medula espinal, la medula espinal entonces es el medio de comunicación entre las zonas periféricas y los centros superiores del sistema nervioso. Así también esta cumple un rol importante como centro integrador para respuestas inmediatas e inconscientes a estímulos posiblemente nocivos, mediante los arcos reflejos.

La medula espinal es susceptible de lesiones por causas variables externas e internas, que tienen efectos perjudiciales en la motricidad y sensibilidad de los miembros superiores e inferiores dependiendo del lugar de la lesión y los segmentos medulares afectados. La prevención, el diagnóstico correcto y oportuno y el tratamiento temprano de las lesiones traumáticas o patológicas pueden evitar consecuencias fatales en la salud. Como personal de salud el conocimiento de la anatomía, funciones y patologías más frecuentes de los diferentes órganos es vital para una respuesta oportuna ante alguna sospecha de alteración de la misma y su reporte al personal especializado. El presente trabajo monográfico hace un recuento de una amplia literatura sobre la medula espinal recabada y organizada didácticamente para su fácil entendimiento.

LA MEDULA ESPINAL

Es la porción caudal del sistema nervioso (a partir del bulbo raquídeo) consiste en una masa alargada y casi cilíndrica de tejido nervioso, de forma oval o redondeada en corte transversal. Ocupa alrededor de los dos tercios superiores del conducto raquídeo.

I. EMBRIOLOGÍA

1. Neurulación

El esbozo del sistema nervioso central aparece en la tercera semana del embrión como una placa que corresponde al ectodermo engrosado, denominado placa neural, ubicada en la región dorsal media y cefálica del disco trilaminar (embrión) por encima de la notocorda.

El disco embrionario bilaminar, sufre transformaciones y se convierte en disco embrionario trilaminar, este proceso es llamado gastrulación. Las láminas embrionarias serán las que den origen a cada uno de los órganos y sistemas del organismo.

En el día 16 aproximadamente las células mesodérmicas del nódulo primitivo migran a la parte cefálica y media del embrión formando un tubo hueco el cual recibe el nombre de **proceso notocordal** en los días siguientes este se diferencia en una estructura cilíndrica sólida llamada **Notocorda**, esta estructura desempeña la función de inducción¹ mediante la producción de sustancias químicas que influyen sobre el tejido inducido.

Además de inducir en el mesodermo el desarrollo de los cuerpos vertebrales, la Notocorda también estimula a las células ectodérmicas que están sobre ella para formar la **placa neural**, hacia el final de la tercera semana los bordes laterales de la placa neural se elevan y dan origen

¹ Proceso por el cual un tejido estimula la especialización de otro tejido adyacente no especializado

a los pliegues neurales y una región media deprimida denominada **surco neural**. Conforme estas se elevan se aproximan y se fusionan, iniciando la fusión a nivel medio del embrión y avanzando en sentido cefálico y caudal formando así el tubo neural. (1)

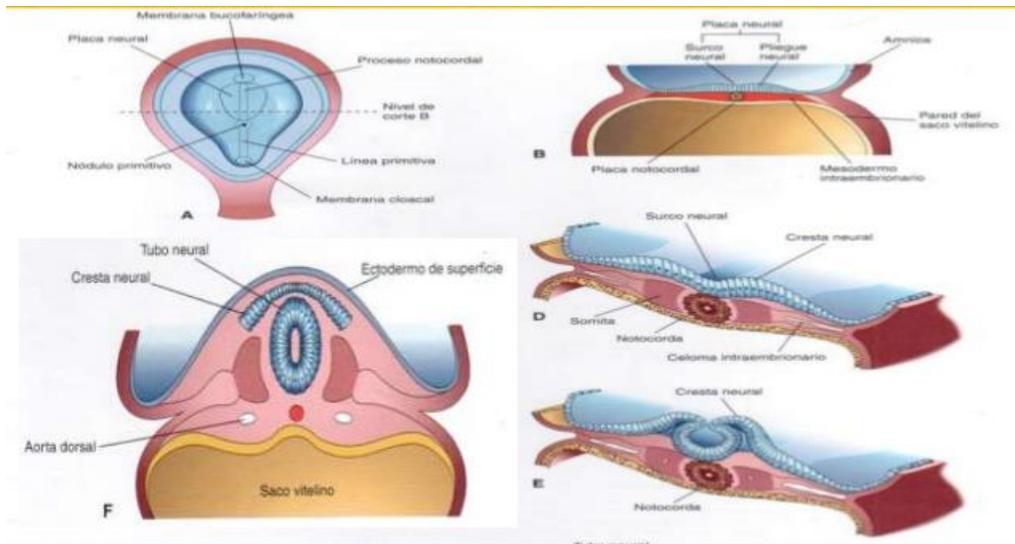


Ilustración 1 Neurulación: Proceso de formación del Sistema Nervioso

<http://gsdl.bvs.sld.cu/cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0prelicin--00-0---0-10-0---0---0direct-10---4-----0-1/--11-hr-50---20-help---00-0-1-00-0-0-11-1-0windowsZz-1250-0>

Una vez fusionado los pliegues los extremos abiertos forman los neuroporos cefálico y caudal que se comunican con la cavidad amniótica. El cierre del neuroporo craneal se realiza aprox. En el día 25 y el cierre del neuroporo caudal se realiza tres días después.

En el extremo cefálico del tubo neural se forman tres eminencias, que vienen a ser las vesículas cerebrales primarias:

1. El prosencéfalo o cerebro anterior (telencéfalo y diencéfalo)
2. El mesencéfalo o cerebro medio
3. El romboencéfalo o cerebro posterior (metencéfalo y mielencéfalo)

En la quinta semana ya estas vesículas se diferencian en cinco vesículas secundarias. El prosencéfalo da origen al telencéfalo del cual se formarán los hemisferios cerebrales y el diencéfalo que formara la vesícula óptica, auditiva, tálamo, hipotálamo e hipófisis.

El romboencéfalo da origen al metencéfalo que formara el cerebelo y puente. Y el mielencefalo a la medula oblongada. Y la parte caudal del tubo neural formara la medula espinal.

La luz de la medula espinal se continua con la de las vesículas cerebrales, las cavidades de los hemisferios cerebrales forman los dos primeros ventrículos laterales, la del diencéfalo es el tercer ventrículo y la cavidad del romboencéfalo es el cuarto ventrículo, estos dos últimos se los conoce como acueducto de Silvio. (2) (3)

2. Poblaciones celulares

A. Neuroepitelio

Dara origen a las células nerviosas Neuroblastos, Neuronas, neuroglías y células ependimarias.

La pared del tubo neural está formada por células neuroepiteliales, estas se ubican por toda la extensión de la pared como un epitelio pseudoestratificado grueso. Una vez cerrado el tubo neural estas células empiezan a dividirse con rapidez produciendo una gran cantidad de células nerviosas, estas células empiezan a diferenciarse en otro tipo de células, (células nerviosas primitivas o neuroblastos) que se ubican alrededor de la luz del tubo neural y van a formar la capa del manto que luego se denominara sustancia gris de la medula espinal.

Las prolongaciones de las células de la capa del manto formaran alrededor de ella la capa marginal, que contiene las fibras nerviosas de estas. Pronto empieza la mielinización de estas fibras nerviosas por lo que la capa marginal será denominada sustancia blanca de la medula. (2)

Así el neuroepitelio se diferencia en neuroblasto apolar, luego este en neuroblasto bipolar y este en neurona multipolar. Una vez alcanzado la madurez el neuroblasto

pierde su capacidad para dividirse. Cuando las células neuroepiteliales dejan de producir neuroblastos y glioblastos se diferencian en células endimarias que recubren el canal central.

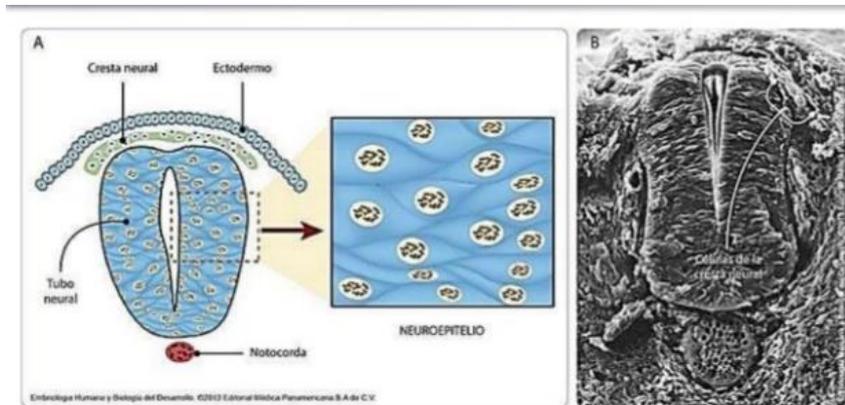


Ilustración 2 Neuroepitelio y Cresta neural.

<https://www.slideshare.net/JorgeAlex/embriologa-del-sistema-nervioso-central-68452630>

- **Neurona**

Es la unidad estructural básica del tejido nervioso. Se caracteriza por presentar un cuerpo celular o soma con un núcleo central, neurofilamentos y organelas muy desarrollados y dos tipos de prolongaciones: las dendritas (múltiples, ramificadas y cortas) y el axón o cilindro eje (siempre único, poco ramificado y a veces muy largo)

Las neuronas pueden clasificarse atendiendo a distintos criterios

El número de prolongaciones: unipolares, bipolares y multipolares

El tamaño celular: pequeñas, medianas, grandes, gigantes

La longitud del axón: largo, neurona tipo I de Golgi o corto neurona tipo II de Golgi

La disposición espacial de las dendritas: Isodendríticas, idiodendríticas y alodendríticas

La función: Sensoriales, motoras, asociativas, excitadoras, inhibitorias, etc.

- **Neuroglia**

Son células de sostén primitivas que se originan en las células neuroepiteliales después que termina la producción de neuroblastos. Los glioblastos migran de la capa neuroepitelial a las capas del manto (astrocitos) y capa marginal (oligodendrocitos) ambos situados en los vasos sanguíneos y las neuronas, donde cumplen las funciones de sostén y metabólicas (4)

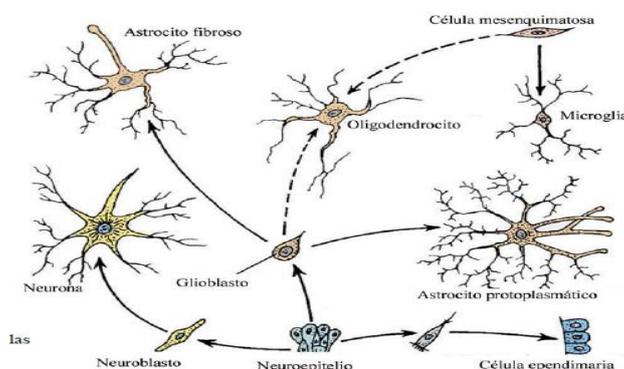


Ilustración 3 Poblaciones celulares.

http://gsdl.bvs.sld.cu/greenstone/collect/prelicin/index/assoc/HASH0104.dir/fi_g15.10a.png

Tipos de Neuroglia

Astrocitos: células de morfología estrellada con abundantes gliofilamentos en el citoplasma ricos en proteína gliofibrilar acidica. Existen dos tipos, **astrocito protoplasmático**, con prolongaciones cortas muy ramificadas localizadas en la sustancia gris y **astrocitos fibrosos** con prolongaciones más largas, delgadas y poco ramificadas localizadas en la sustancia blanca. Las prolongaciones de los astrocitos rodean la sinapsis evitando la difusión de los neurotransmisores, rodea los capilares sanguíneos formando los pies chupadores o podocitos vasculares y forman expansiones periféricas yuxtapuestas unas a otras que delimitan marginalmente el neuro eje. (4)

Oligodendrogli: célula de morfología estrellada con soma más pequeño que los astrocitos, núcleo voluminoso y escasas prolongaciones delgadas y poco ramificadas.

Los oligodendrocitos forman y mantienen la vaina de mielina de las fibras nerviosas centrales. La oligodendroglia se localiza en la sustancia gris y en la sustancia blanca predominando en esta última.

Microglia o célula de Hortega: células pequeñas de morfología estrellada con prolongaciones onduladas de número variable que se ramifican dos o tres veces. Se localiza en la sustancia blanca y en la sustancia gris predominando en esta última.

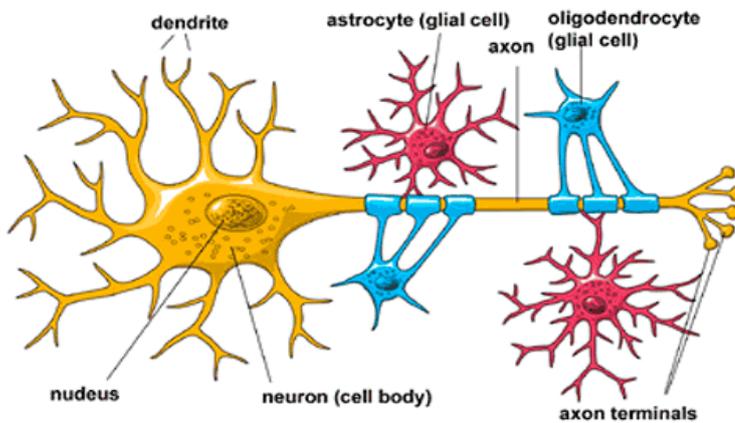


Ilustración 4

Células Neurogliales.

<http://neuroabundancia.blogspot.pe/2012/11/>

B. Células de la cresta neural

estas células primitivas darán origen a los neuroblastos (de los ganglios dorsales), células de Schwann, melanocitos, odontoblastos, meninges y mesénquima de los arcos faríngeos. Durante la elevación de la placa neural un grupo de células aparece sobre cada borde de los pliegues neurales, que se extienden a lo largo del tubo neural. Estas células migran lateralmente y darán origen a las células de los ganglios de la raíz dorsal de los nervios raquídeos.

Células de Schwann: células que forman la vaina de mielina en las fibras nerviosas periféricas.

II. DESCRIPCIÓN

1. Anatomía externa de la medula espinal

La medula espinal es casi cilíndrica, pero presenta un ligero aplanamiento anteroposterior, se extiende desde el bulbo raquídeo hasta el borde superior de la segunda vértebra lumbar (L2) en etapa adulta. En los neonatos llega hasta la tercera o cuarta vértebra lumbar. El alargamiento de la medula se detiene alrededor del cuarto o quinto año de vida, pero la columna vertebral continúa creciendo. Así la medula no ocupa toda la longitud del conducto vertebral.

La longitud de la medula espinal de un adulto es aproximadamente unos 42 a 45 cm y su diámetro es 2 cm aprox. Es un poco más ancha en la región cervical baja y en la zona lumbar media y más angosta en su segmento inferior. A lo largo de toda la medula se aprecian dos engrosamientos importantes. El superior llamado engrosamiento o intumescencia cervical, se extiende desde la cuarta vértebra cervical hasta la primera vertebra torácica y corresponde a la terminación de los nervios provenientes de los miembros superiores y al origen de los nervios que se dirigen a estos. El engrosamiento o intumescencia lumbar se extiende desde la novena hasta la duodécima vertebra torácica y en este nacen y terminan los nervios de los miembros inferiores.

Por debajo del engrosamiento lumbar la medula espinal se adelgaza en una estructura cónica aguzada, el **cono medular**, que termina a nivel del disco intervertebral, entre la primera y la segunda vértebra lumbar en los adultos. A partir del cono medular, se origina **el filum terminal** (filamento terminal), una prolongación de la piamadre que se extiende en sentido caudal y fija la medula espinal al coxis. De la medula espinal salen los 31 pares de nervios espinales de una

forma segmentaria, según los segmentos hay 8 pares de nervios cervicales, 12 pares de nervios torácicos, 5 pares de nervios lumbares, 5 pares de nervios sacros y un par de nervios conxigeos.

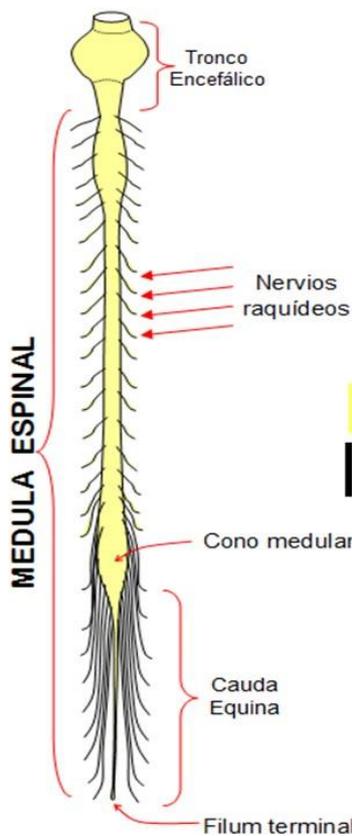


Ilustración 5 Segmentación de la Médula Espinal.
<http://www.mirevistamedica.net/Medula-espinal.php>

Dos haces de axones, llamados raíces, unen cada nervio espinal con el segmento medular por medio de haces de axones incluso más pequeños denominados raicillas. La raíz posterior (dorsal) contienen solo axones sensitivos, que conducen impulsos desde los receptores localizados en la piel, músculos y órganos internos hacia el sistema nervioso central. Cada raíz posterior presenta un engrosamiento, el ganglio de la raíz posterior que contiene el cuerpo de las neuronas sensitivas. La raíz anterior (ventral) contiene los axones de las neuronas motoras, que conducen impulsos nerviosos desde en SNC hacia los efectores (músculos y glándulas). A medida que los nervios emergen de las dos raíces de la médula espinal, se dirigen hacia afuera para abandonar el conductor raquídeo, a través de los forámenes intervertebrales entre vertebras adyacentes. Puesto que la médula espinal es

más corta que la columna vertebral, los nervios que emergen en las regiones lumbar, sacra y coxígea no abandonan la columna a la misma altura en la que salen de la médula. Las raíces de estos nervios espinales presentan una angulación inferior a lo largo del filum terminale, en el conducto raquídeo a modo de mechones de cabello por ello la denominación de cola de caballo.

(5)

2. Anatomía interna de la medula espinal

En un corte transversal de la medula espinal pone en evidencia dos regiones una periférica y una central que rodean el conducto central o del epéndimo. Estas son la sustancia gris y la sustancia blanca en esta última se aprecian dos surcos uno más profundo en la parte anterior media denominado fisura media anterior y otro posterior tenue denominado surco medio posterior que la dividen en sectores izquierdo y derecho.

A. La sustancia gris

tiene la forma de una letra H o de mariposa, está formada por dendritas y cuerpos neuronales, axones amielinicos y neuroglia. En la sustancia gris de la medula y del encéfalo, los cuerpos neuronales forman grupos funcionales llamados núcleos. Estos son de dos tipos, los núcleos sensitivos que reciben información de los receptores correspondientes por medio de las neuronas sensitivas y los núcleos motores que envían información a los tejidos efectores a través de las neuronas motoras.

La sustancia gris en sentido antero posterior se encuentra subdividida en regiones llamadas astas. Estas son tres pares, dos pares presentes a lo largo de toda la medula y un par presente solo en los segmentos dorsal y lumbar superior.

Las astas grises posteriores (dorsales) contienen cuerpos celulares y axones de interneuronas (núcleos sensitivos) y también axones de neuronas sensitivas aferentes.

Las astas grises anteriores (ventrales) contienen los núcleos somáticos, son conjuntos de cuerpos celulares de neuronas motoras somáticas que generan impulsos nerviosos para la contracción de los músculos esqueléticos.

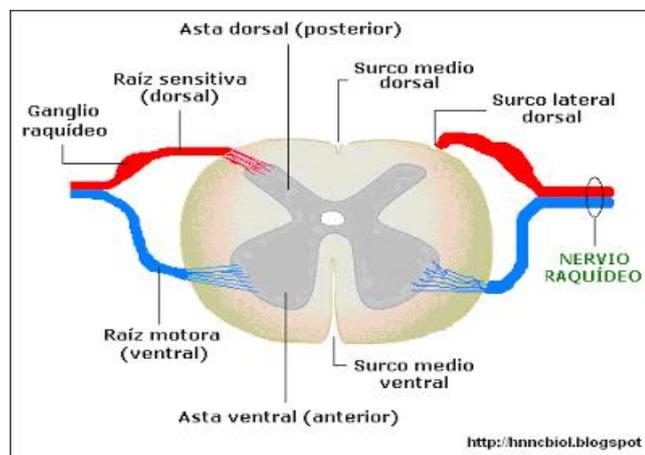
Astas grises laterales se encuentran entre las astas anteriores y posteriores, que solo están presentes en los segmentos torácicos y lumbares superiores de la medula. Las

astas grises laterales contienen los núcleos motores autónomos, conjunto de cuerpos celulares de neuronas motoras autónomas que regulan la actividad de los músculos lisos, el músculo cardíaco y las glándulas. La barra transversal de la H se denomina comisura gris. en el centro de la comisura gris se encuentra el conducto central, que se extiende a lo largo de toda la medula y está lleno de líquido cefalorraquídeo. En la parte superior el conducto se comunica con el cuarto ventrículo del bulbo raquídeo.

B. La sustancia blanca

de la medula espinal consiste, fundamentalmente, en haces de axones mielínicos de neuronas. Las astas grises dividen la sustancia blanca de cada lado en tres áreas anchas denominadas columnas: columnas blancas anteriores, laterales y posteriores. Cada columna contiene fascículos de axones que tiene un origen o un destino común y que llevan información similar se extienden a lo largo de la medula y se denominan tractos y según su función son ascendentes (sensitivos) y descendentes (motores)

Los tractos ascendentes consisten en axones que conducen los impulsos nerviosos hacia el encéfalo. Los tractos que envían impulsos nerviosos desde el encéfalo se denominan **tractos descendentes**. Estos tractos medulares se continúan con los tractos sensitivos y motores del encéfalo. (5)



III. NERVIOS RAQUIDEOS

Son haces paralelos de axones y células neurogliales asociadas envueltas en varias capas de tejido conectivo. Los nervios espinales conectan el SNC con los receptores sensitivos, los músculos y las glándulas de todo el cuerpo.

Son 31 pares de nervios espinales que se designan y enumeran de acuerdo con la región y el nivel de la columna vertebral de donde emergen. No todos los segmentos de la medula se encuentran alineados con su vertebra correspondiente, ya que la medula finaliza a nivel del borde superior de la segunda vértebra lumbar (L2) y las raíces de los nervios lumbares, sacros y cóxigeos descienden con cierta angulación para alcanzar sus forámenes respectivos en la columna vertebral.

Un nervio espinal presenta dos conexiones con la medula: una raíz posterior y una raíz anterior. Las raíces anterior y posterior se unen para formar el nervio espinal en el foramen intervertebral. Cada raíz anterior y posterior posee neuronas sensitivas y motoras por lo que se consideran nervios mixtos. Los cuerpos de las neuronas sensitivas se encuentren fuera de la medula en la salida de la raíz posterior formando el ganglio posterior sensitivo.

Los 31 pares raquídeos se distribuyen según su localización en 8 pares de nervios cervicales, 12 pares de nervios torácicos, 5 pares de nervios lumbares, 5 pares de nervios sacros y un par de nervios cóxigeos.

1. Revestimiento conectivo

Cada nervio espinal al igual que los nervios craneales están formado por axones y se hallan rodeados de capas de tejido conectivo. Los axones individuales en cada nervio, sea mielinico o amielinico están recubiertos por el endoneuro que es la capa más interna. El endoneuro consiste en una malla de fibras colágenas, fibroblastos y macrófagos, los grupos de axones y su endoneuro respectivo se unen en fascículos cada uno de los cuales se halla cubierto por el perineuro que es la capa media. El perineuro es una capa más gruesa de tejido conectivo. Presenta hasta 15 capas de fibroblastos dentro de una red de fibras colágenas. La envoltura más externa de todo el nervio es el epineuro, está formado por fibroblastos y fibras gruesas de colágeno. El epineuro también llena los espacios entre los fascículos.

La duramadre de las meninges se fusiona con el epineuro, a medida que el nervio atraviesa el foramen intervertebral.

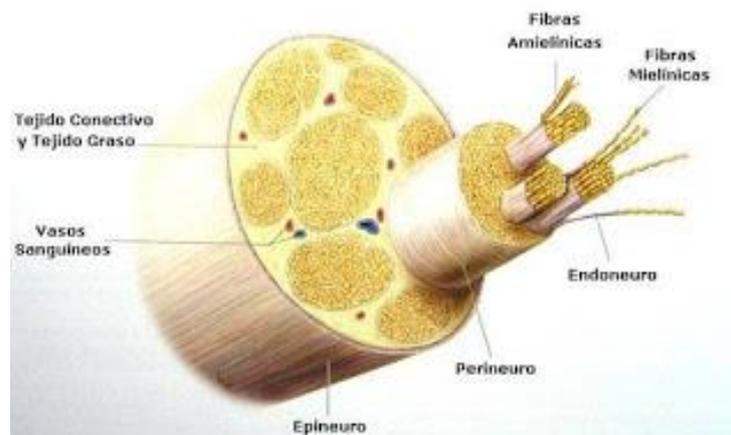


Ilustración 7 Revestimiento conectivo.

<http://hnnbiol.blogspot.pe/2008/01/sistema-nervioso-somatico.html>

2. Distribución de los nervios espinales

Después de atravesar el foramen intervertebral, los nervios espinales se dividen en varias ramas, que se conocen como ramos, estos son los ramos anteriores, posterior, meníngeo y comunicantes.

El ramo anterior, hace un reordenamiento de sus fibras formando una red de nervios a cada lado llamada plexos para inervar los músculos y las estructuras de los miembros superiores e inferiores y también la piel de la superficie externa y ventral del tronco. Los ramos anteriores forman plexos en casi todos los segmentos excepto en los segmentos dorsales, los nervios T2 hasta T12 que no forman plexos, se denominan nervios intercostales o torácicos, estos nervios se conectan directamente con las estructuras a inervar en los espacios intercostales

El ramo posterior inerva directamente los músculos profundos y la piel de la superficie dorsal del tronco.

El ramo meníngeo, este ingresa nuevamente al foramen intervertebral e inerva las vértebras, los ligamentos vertebrales, los vasos sanguíneos y las meninges de la medula espinal.

Ramo comunicante es componente del sistema nervioso autónomo.

Los plexos: El reordenamiento cruce y anastomosis de los ramos anteriores de los nervios en cada lado forman los llamados plexos y estos son el plexo cervical, el plexo braquial, el plexo lumbar, y el plexo sacro, también existe uno más pequeño que es el plexo coxígeo. De los plexos surgen nervios que reciben el nombre de las regiones a las que inervan o del recorrido que siguen.

IV. COMPONENTES ADYACENTES DE PROTECCIÓN

1. Columna vertebral

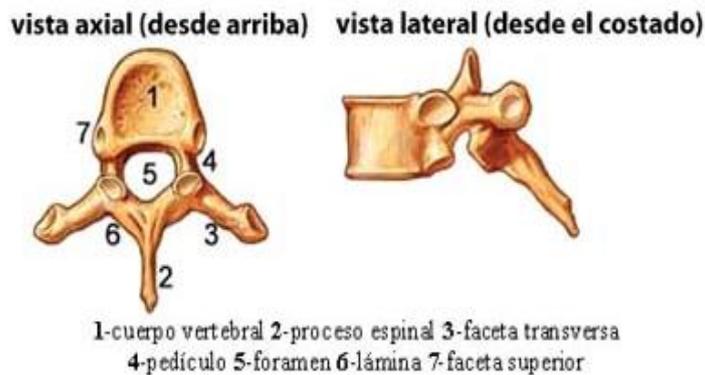
Es el soporte óseo que aloja a la medula espinal, las meninges y las raíces de los nervios raquídeos a quienes proporciona una gran protección y es el pilar óseo central del cuerpo ya que proporciona soporte al cráneo, la cintura escapular, los miembros superiores y la caja torácica y a través de la cintura pélvica transmite el peso del cuerpo a los miembros inferiores.

La columna vertebral está compuesta por 33 vertebras estas divididas también en segmentos son 7 cervicales, 12 dorsales o torácicas, 5 lumbares, 5 sacras y 4 coxígeas.

Las vértebras tienen características particulares en cada segmento, pero de modo general estructuras comunes. Poseen **un cuerpo redondeado** en la parte anterior y **un arco vertebral** en la parte posterior, las uniones de estas dos estructuras forman el agujero vertebral que por aposición de las vértebras forman el conducto vertebral por donde discurre la medula espinal.

El arco vertebral posee **7 eminencias o apófisis**, una posterior llamada apófisis espinosa, dos laterales llamadas apófisis transversas y cuatro apófisis articulares dos superiores y dos inferiores. La unión del cuerpo vertebral con el arco vertebral se denomina pedículo y la unión de las apófisis articulares con los pedículos se denomina laminas.

Los pedículos están socavados en sus bordes superior e inferior formando las **escotaduras vertebrales** superior e inferior que articuladas unas vertebras sobre otras formaran el agujero intervertebral por donde pasan los nervios raquídeos y los vasos sanguíneos.



*Ilustración 8 Partes de una vértebra (vertebra del segmento cervical),
<https://www.spineuniverse.com/espanol/anatomia/columna-vertebral>*

Las articulaciones de la columna vertebral son dos:

- **Articulación cartilaginosa** entre los cuerpos vertebrales, que consiste en un disco intervertebral de fibrocartílago entre ellas. estos discos están formados por un **anillo fibroso** externo que contiene a un **núcleo pulposo** interno este último es de consistencia semilíquida lo que le permite cambiar de forma y dar la flexibilidad para los cambios posturales de la columna. En los segmento cervical y lumbar los discos vertebrales son más gruesos ya que en estos niveles la columna tiene más movilidad. En la persona joven el núcleo pulposo es una masa ovoide de material gelatinoso que le proporciona elasticidad, pero esta se pierde gradualmente con la edad avanzada.
- Esta articulación está protegida por dos ligamentos, el **ligamento longitudinal anterior** que es ancha y cubre casi toda la cara anterior y lateral del cuerpo vertebral y el **ligamento longitudinal posterior** que es angosto y une los bordes posteriores del cuerpo vertebral y de los discos.

- **Articulación sinovial** entre las apófisis articulares, son uniones flexibles cubiertas por los ligamentos adyacentes. Estos ligamentos son los **supraespinosos**, **interespinosos**, **intertransversales** y **ligamento amarillo** (conecta las láminas de vertebra adyacentes)

2. Meninges espinales

Membrana que cubre la medula espinal, se desarrollan a partir de las células de la cresta neural y del mesénquima durante los días 20 a 35, estas células migran hasta rodear el tubo neural, formando las meninges primitivas.²

Son tres capas de tejido conectivo, de afuera a dentro son: la Duramadre, la Aracnoides y la Piamadre. Las tres meninges espinales cubren



Ilustración 9 Meninges de la Medula.

<https://es.slideshare.net/kelvinknc/power-point-de-medula-espinal>

los nervios espinales hasta el punto en que salen del foramen intervertebral. La medula espinal también se encuentra protegida por un colchón de grasa y tejido conectivo, que se ubica en el espacio o cavidad epidural comprendido entre la duramadre y la pared del conducto vertebral.

(5)

Duramadre

Es la capa más superficial, es una capa gruesa y dura compuesta por tejido conectivo denso irregular. Forma un saco desde el nivel del foramen mango o agujero occipital hasta la segunda vertebra sacra, la duramadre también se continua con el epineuro de los nervios espinales y craneales.

² (3)

Aracnoides

Es la capa media, membrana avascular revestimiento delgado formado por células, delgadas fibras colágenas de disposición laxa y fibras elásticas. Se denomina aracnoides por la disposición como tela de araña sus delicadas fibras. Entre la Duramadre y la aracnoides se encuentra el espacio subdural, que contiene líquido intersticial. (5)

Piamadre

La más interna, fina y transparente capa de tejido conectivo que se adhiere a la superficie de la medula espinal y encéfalo. En la piamadre hay gran cantidad de vasos sanguíneos que abastecen de oxígeno y de nutrientes a la medula espinal. Unas extensiones membranosas triangulares de la piamadre que se proyectan lateralmente, mantienen suspendida la medula en el medio de la vaina dural, estas extensiones son llamadas ligamentos dentados. También posee una prolongación caudal que le continúa al cono medular y termina por insertarse en el coxis, de esta forma fija la medula espinal. Entre la Aracnoides y la piamadre se encuentra el espacio subaracnoideo que contiene líquido cefalorraquídeo. (5)

3. Líquido cefalorraquídeo

El Líquido cefalorraquídeo (LCR) es un líquido claro e incoloro compuesto principalmente por agua, que protege al encéfalo y la medula espinal de daños físicos y químicos. Además, transporta oxígeno y glucosa desde la sangre a las neuronas y a la neuroglia. El LCR circula continuamente a través de las cavidades del encéfalo (ventrículos), de la medula y por el espacio subaracnoideo (entre la Aracnoides y la piamadre) de la meninge. El volumen total del LCR ES DE 80 a 150 ml en el adulto. El LCR contiene pequeñas cantidades de glucosa, proteínas, ácido láctico, urea, cationes, (K⁺, Na⁺, Ca, Mg) y aniones (Cl, HCO₃) también presenta algunos leucocitos. (5)

A. Formación

La mayor parte del LCR se produce en los plexos coroideos, que son redes de capilares sanguíneos en las paredes de los ventrículos. Las células ependimarias, mediante uniones estrechas cubren los capilares de los plexos coroideos. Sustancias seleccionadas (principalmente agua) provenientes del plasma sanguíneo, que son filtradas de los capilares, son secretadas por las células ependimarias para producir el LCR. Esta capacidad secretoria es unidireccional y explica la producción continua de LCR y el transporte de metabolitos desde el tejido nervioso nuevamente hacia la sangre. A causa de las uniones estrechas entre las células ependimarias, las sustancias que ingresan al LCR desde los capilares coroideos no pueden escapar entre estas células en cambio deben atravesar las células ependimarias, esta es la **Barrera hematoencefálica** que permite la entrada de ciertas sustancias y la exclusión de otras en el LCR, lo que protege al encéfalo y la medula espinal de sustancias potencialmente nocivas transportada por la sangre. (6) (1)

B. Funciones

Tienes tres funciones fundamentales

1. Protección mecánica: representa un medio que amortigua los impactos y protege el delicado tejido nervioso del encéfalo y la medula espinal de movimientos que provocarían su roce con las paredes Oseas del cráneo y el conducto vertebral.
2. Función homeostática: el PH del LCR afecta la ventilación pulmonar y el flujo sanguíneo cerebral, algo muy importante para mantener los controles homeostáticos del tejido encefálico. También sirve como medio de transporte para las hormonas polipeptidicas secretadas por hormonas hipotalámicas que actúan en sitios remotos del encéfalo.
3. Circulación: es un medio para el intercambio menor de nutrientes y productos de desecho entre la sangre y el tejido nervioso adyacente. (1) (6)

C. Circulación

El LCR formado en los plexos coroideos de los ventrículos laterales llega al tercer ventrículo a través de dos orificios estrechos y ovalados que son llamados los forámenes interventriculares.

El plexo coroideo del tercer ventrículo agrega más LCR, el líquido luego fluye al cuarto ventrículo a través del acueducto del mesencéfalo o acueducto de Silvio que atraviesa el mesencéfalo. El plexo coroideo del cuarto ventrículo aporta más líquido.

El LCR pasa al espacio subaracnoideo por tres aberturas en el techo del cuarto ventrículo, una abertura media (Luscka) y dos laterales (Magendi), una en cada lado. Luego el LCR circula por el conducto del epéndimo de la medula espinal y por el espacio subaracnoideo alrededor del encéfalo y de la medula espinal.

El LCR es reabsorbido en forma gradual hacia la circulación sanguínea por las **vellosidades aracnoideas**, extensiones digitiformes de la aracnoides que se proyectan dentro de los senos venosos duros especialmente, en el **seno sagital superior**. Un conglomerado de vellosidades aracnoideas se denomina granulación aracnoidea.

En condiciones normales el LCR se reabsorbe tan rápido como se forma en los plexos coroideos, a una velocidad cercana a los 20 ml/h (480ml/día). Como las velocidades de formación y reabsorción son las mismas, la presión del LCR suele ser constante. (7)

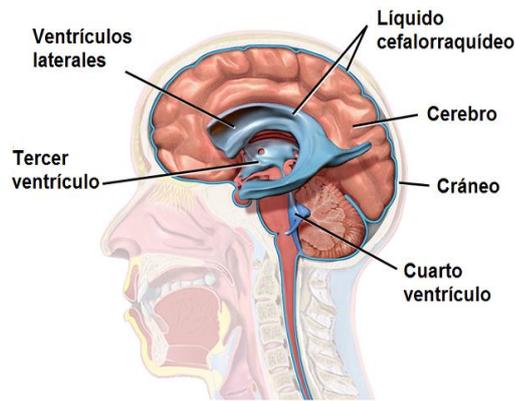


Ilustración 10 Ventriculos cerebrales (Formación de LCR).

<http://anatomia24.blogspot.pe/p/el-cerebro.html>

V. IRRIGACIÓN

Arterias de la medula espinal

La medula espinal recibe su irrigación por tres arterias pequeñas, las arterias espinales posteriores y la arteria espinal anterior, que son rama de las arterias vertebrales que se continúan de la arteria basilar del cráneo. Las tres arterias acompañan a la medula en todo su trayecto longitudinal y se ven reforzadas por arterias segmentarias provenientes de arterias que se hayan fuera de la columna vertebral, que ingresan al canal vertebral a través de los agujeros intervertebrales, estas arterias se anastomosan con las arterias espinales y penetran en la sustancia blanca y gris de la medula espinal.

A. Arteria espinal anterior

Está formada por la unión de dos ramas que proceden de las arterias vertebrales dentro del cráneo. La arteria espinal anterior desciende sobre la superficie anterior de la medula en la fisura media anterior, sus ramas penetran en la sustancia blanca e irriga los dos tercios anteriores de la medula espinal.

B. Arterias espinales posteriores

Proceden directamente de las arterias vertebrales. Cada arteria desciende a cada lado sobre la superficie posterior de la medula espinal, cerca de las raíces nerviosas posteriores. Sus ramas penetran en la sustancia de la medula e irrigan el tercio posterior de la medula espinal. Estas son delgadas en los segmentos torácicos.

1. Venas de la medula espinal

Las venas de la medula espinal drenan dentro del cráneo con las venas del cerebro y con los senos venosos (plexo venoso vertebral). (1) (5)

VI. FISIOLÓGIA

La medula espinal cumple dos funciones principales, **la propagación de impulsos nerviosos** esta es a través de los tractos sensitivos y motores en la sustancia blanca, que constituyen las vías ascendentes y descendentes de la medula espinal.

Centro integrador en la sustancia gris de la medula espinal se recibe e integra la información entrante y saliente, permitiendo responder de forma inmediata a estímulos que pueden resultar nocivos para el organismo (reflejos), sin necesidad que esta información sea llevada a centros superiores de conciencia, el conjunto de acciones desde la llegada de un estímulo potencialmente nocivo hasta la respuesta a este dada por el centro integrador de la medula espinal es denominado **arco reflejo**. (6)

1. Núcleos o grupos celulares (sustancia gris)

Son agrupaciones de cuerpos neuronales con funciones comunes y específicas. El paso de información o la propagación del impulso nervioso a través de las vías ascendentes o descendentes antes de llegar al encéfalo o a las terminaciones periféricas hacen un relevo en los núcleos motores o sensitivos ubicados en las astas de la sustancia gris por ello es importante mencionar los principales núcleos que servirán de estación para estas vías.

A. Astas grises anteriores (motoras)

La mayoría son células grandes y multipolares, sus axones pasan a las raíces anteriores de los nervios raquídeos como eferente alfa e inervan a los músculos esqueléticos, las células más pequeñas también son multipolares y sus axones también pasan como raíces anteriores de los nervios raquídeos como eferentes gamma que inervan las fibras de los husos neuromusculares. Podemos distinguir tres agrupaciones celulares

Grupo medial: se halla presente en la mayoría de los segmentos y es responsable de la inervación de los músculos esqueléticos del cuello, del tronco, musculatura intercostal y abdominal.

Grupo central: es el más pequeño y solo se halla presente en los segmentos cervical y lumbosacros. En estos segmentos se encuentran los denominados núcleos frénico y accesorio que van a inervar a determinados músculos

Grupo lateral: también se halla presente en los segmentos cervical y lumbrosacros y es responsable de la inervación de los músculos de los miembros. (5)

B. Astas grises posteriores (sensitivas)

Existen 4 agrupaciones de células nerviosas, dos de ellas se encuentran en todos los segmentos medulares (sustancia gelatinosa y núcleo propio) y los otros dos solo en los segmentos dorsal y lumbar (núcleo dorsal y núcleo aferente visceral), según Snell son:

Grupo de la sustancia gelatinosa: está situado en el ápex de la asta gris posterior, compuesto por neuronas de Golgi tipo II. recibe fibras aferentes relacionadas con el dolor, la temperatura y el tacto desde las raíces posteriores.

Núcleo propio: grupo de grandes células nerviosas situado anterior a la sustancia gelatinosa. Constituye la masa principal de células de la asta gris posterior, relacionados

con las sensaciones de posición y de movimiento (propiocepción) que sirve para la discriminación entre dos puntos y la vibración.

Núcleo dorsal (columna de Clarke): grupo de células situados en la base de la asta gris posterior que se extiende desde el octavo segmento cervical hasta el tercer segmento lumbar. Se relacionan con las terminaciones propioceptivas (husos neuromusculares y tendinosos)

Núcleo aferente visceral: grupo de células nerviosas de tamaño mediano, se ubica lateral al núcleo dorsal, se extiende desde el primer segmento dorsal hasta el tercer segmento lumbar de la medula espinal. Relacionado con la recepción de información visceral aferente. (5)

2. Tractos motores y sensitivos (sustancia blanca)

Los tractos se ubican en la sustancia blanca y están formados por las prolongaciones de los axones de las células nerviosas, estos axones se juntan formando fascículos y estos se reagrupan formando los tractos, entonces podríamos definir a los tractos como vías de comunicación entre un nivel superior y un nivel periférico. También hay vías que comunican entre sí segmentos superiores e inferiores de la medula estas son las vías intersegmentarias.

Las vías ascendentes llevan información sensitiva que se dirige a través desde las terminaciones sensitivas hacia el encéfalo, mientras que las vías descendentes llevan los impulsos motores desde el encéfalo hacia los músculos esqueléticos y otros efectores tisulares.

Las astas de la sustancia gris dividen estructuralmente a la sustancia gris en columnas o cordones anterior, lateral y posterior en los que se van a ubicar los tractos.

El nombre de un tracto a menudo indica su posición en la sustancia blanca y también donde comienza y donde termina. Los axones terminales se nombran en ultimo termino. Esta regularidad en la denominación permite determinar la dirección de la información.

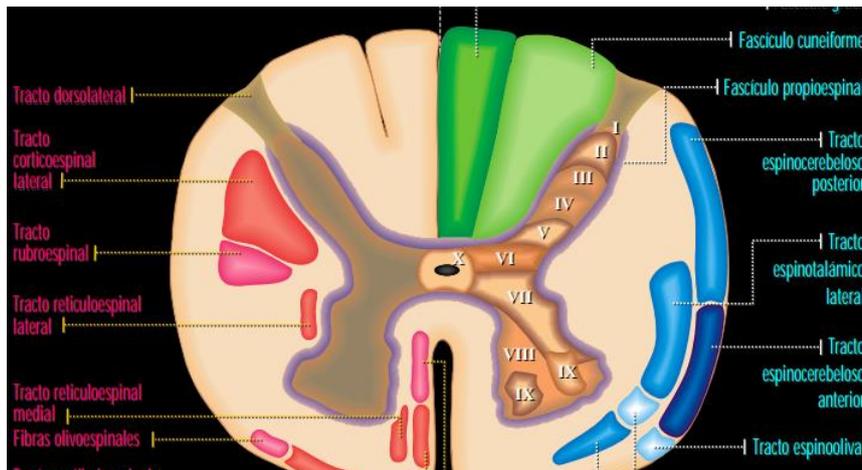


Ilustración 11 Vías ascendentes y descendentes.

<https://es.slideshare.net/marusitachang/tractos-ascendentes-y-descendentes>

A. Vías ascendentes (sensitivas)

Las vías ascendentes conducen información que pueden alcanzar o no el nivel de consciencia la información se puede dividir en información tereoceptica (que se origina fuera del cuerpo) como dolor, temperatura, y el tacto e información propioceptiva (que se origina en el interior del cuerpo) en los músculos y las articulaciones.

Organización

El pase de información de las terminaciones periféricas al SNC es mediada por una serie de neuronas que en orden son: neurona de primer orden, que se encuentra en el ganglio posterior del nervio raquídeo, una prolongación periférica conecta con una terminación receptora sensitiva y la otra prolongación penetra en la medula espinal a través de la raíz posterior del nervio raquídeo para hacer sinapsis con la neurona de segundo orden, esta se decusa es decir cruza al lado opuesto y asciende a un nivel más alto del SNC donde establece sinapsis con la neurona de tercer orden que suele ubicarse en el tálamo y da lugar a una fibra que se proyecta hasta una región sensitiva de la corteza cerebral. Las vías ascendentes pueden usar un número mayor o menor de neuronas. Algunas de estas neuronas se ramifican y envían información a la formación

reticular y así se mantiene el estado de vigilia. Otras células pasan de frente a las motoneuronas y participan en los reflejos.

Cordón blanco anterior

1. **Haz espinotalámico anterior: vías de tacto leve y de presión**

Los axones de la neurona de primer orden terminan haciendo sinapsis con las células de la sustancia gelatinosa (hasta gris posterior) y estas se dividen en ascendentes y descendentes que recorren distancias cortas y contribuyen al fascículo de Lissauer.

La neurona de segundo orden se decusa y asciende como haz espinotalámico anterior en el lado opuesto y termina haciendo sinapsis con la neurona de tercer orden ubicado en el núcleo ventral posterolateral del tálamo (es aquí donde se cree se percibe las sensaciones de tacto y presión) esta lleva una prolongación a la corteza cerebral.

2. **Fascículo espinotectal: reflejos visuales (movimientos de los ojos hacia la fuente de luz)**

Los axones de las células del ganglio posterior hacen sinapsis con un grupo de células desconocidas de la asta de la sustancia gris (neuronas de segundo orden) estas se decusan y ascienden pasan por la medula oblongada y el puente y termina en sinapsis con neuronas del cálculo superior del mesencéfalo. A nivel de la medula oblonga el haz espinotalámico anterior y lateral junto con al haz espinotectal forman el lemnisco espinal.

Cordón blanco lateral

1. **Haz espinotalámico lateral: vías de dolor y la temperatura**

Sus ramificaciones ascendentes y descendentes forman parte también del fascículo psterolateral de Lissauer. Las células de primer orden hacen sinapsis con el grupo celular de la sustancia gelatinosa (asta gris posterior) estas se decusan y ascienden hasta llegar al tálamo y la corteza cerebral de la misma forma que el haz espinotalámico anterior.

2. **Fascículo Espinoolivar: información de los órganos cutáneos y propioceptivos**

Se encuentra en la unión de los cordones anteriores y laterales. Sus neuronas de segundo orden son desconocidas, se decusan y su prolongación termina en neuronas de tercer orden el núcleo olivar de la medula oblonga cruzan nuevamente la línea media y entran al cerebelo

3. **Fascículo Espinoreticular:** información de los niveles de conciencia

La mayoría de sus fibras no se cruzan y hacen sinapsis con neuronas de la formación reticular en la medula oblonga el puente y el mesencéfalo.

4. **Fascículo cerebeloso anterior:** información articular muscular (husos musculares y órganos tendinosos) receptores articulares del tronco y miembros superiores e inferiores.

Los axones que llegan del ganglio posterior entran a la asta posterior de la sustancia gris al núcleo dorsal o de Clarke algunas se decusan y otras no, así ascienden como haz espinocerebeloso anterior del mismo lado y contralateral, llegan a la medula oblonga y al puente y penetran en el cerebelo por los pedúnculos cerebelosos, se cree que estas fibras se vuelven a cruzar dentro del cerebelo.

5. **Fascículo espino cerebeloso posterior:** información articular y muscular (para movimientos de coordinación y postura) Trayecto igual al fascículo espinocerebeloso anterior.

Cordón blanco posterior

1. **Fascículo grácil o de Goll y fascículo Cuneiforme o de Burdach:** tacto discriminativo, sentido de vibración, sensibilidad consciente muscular y articular. El axón del ganglio posterior penetra en el cordón blanco posterior esta proyecta ramas que ascienden y descienden. Las ramas descendentes bajan algunos segmentos y hacen sinapsis con neuronas internupciales del cordón anterior y así participan en los reflejos intersegmentarios

Fascículo grácil: se encuentra a lo largo de todos los segmentos medulares, recibe fibras sacras, lumbares y los seis dorsales inferiores.

Fascículo cuneiforme: se encuentra solo en los segmentos cervical y los seis dorsales superiores.

La decusación de estos fascículos se da a nivel de los núcleos grácil y cuneiforme de la medula oblonga, ascienden después como fascículo compacto o **lemnisco medial**.

B. Vías descendentes (motoras)

El impulso nervioso se inicia en niveles superiores (la corteza), y constituyen las vías motoras que van a inervar los músculos, para los movimientos voluntarios.

Organización

La vía descendente que empieza en la corteza cerebral se compone con frecuencia de tres neuronas. La neurona de primer orden tiene su cuerpo celular en la corteza cerebral, su axón desciende para hacer sinapsis con una neurona internuncial de segundo orden en la asta gris anterior de la medula espinal, el axón de la segunda neurona suele ser corto y hace sinapsis con la neurona de tercer orden situada también en la asta anterior de la medula, el axón de esta neurona inerva el músculo esquelético a través de la raíz anterior del nervio raquídeo. En algunos casos la neurona de primer orden suele hacer sinapsis directamente con la neurona de tercer orden como en los arcos reflejos.

Cordón blanco anterior

1. Fascículos corticoespinales anterior y lateral (vías piramidales)

Vías que participan en los movimientos voluntarios, aislados y especializados de las partes distales de los miembros, confieren rapidez y agilidad a los movimientos.

Nacen como axones de las células piramidales de la corteza cerebral (corteza motora primaria). Al entrar en el puente, el fascículo es separado en muchos haces por las fibras pontocerebelosas transversas. En la medula oblongada los haces se agrupan a lo largo del borde anterior para formar las tumefacciones piramidales de ahí su nombre vías piramidales. La mayoría de estas fibras cruzan la línea media en la unión de la medula oblongada y la medula espinal a esto se le llama decusación piramidal y entran en el cordón blanco lateral de la medula espinal, estas fibras que se decusan siguen su trayecto como fascículo corticoespinal lateral. Las fibras restantes que no se decusan descienden por el cordón blanco anterior, como fascículo corticoespinal anterior, estas fibras terminan cruzando la línea media y terminan en la asta gris anterior de los segmentos medulares cervical y dorsal. La mayoría de las fibras corticoespinales forman sinapsis con neuronas internunciales que a su vez forman sinapsis con motoneuronas.

Ramas: nacen en el trayecto descendente y vuelven a la corteza para la inhibición de regiones adyacentes. Otras ramas pasan a los núcleos caudado, lenticular, rojo, olivar y la formación reticular para mantener informada a las regiones subcorticales sobre la actividad motora cortical. Estas envían sus propios impulsos nerviosos a través de otras vías descendentes.

2. Fascículo tectoespinal: movimientos posturales en respuesta a reflejos visuales

Las fibras proceden de las células nerviosas del colículo superior del mesencéfalo, sus fibras cruzan la línea casi al mismo nivel de su origen y descienden por el tallo cerebral a través del cordón blanco anterior, cerca de la fisura media anterior. La mayoría de estas fibras terminan en la asta gris anterior de los segmentos cervicales superiores de la medula espinal.

3. Fascículo vestibuloespinal: conservación del equilibrio

Los núcleos vestibulares están situados en el puente y la medula oblongada debajo del cuarto ventrículo. Los núcleos vestibulares reciben fibras aferentes del oído interno a través del nervio vestibular y del cerebelo. El fascículo desciende sin cruzar a través del cordón blanco anterior, las neuronas terminan en sinapsis con neuronas internunciales de la asta gris anterior de la medula espinal.

Cordón blanco lateral

1. **Fascículo olivoespinal:** Se creía que tenían origen en el núcleo olivar inferior y descendía por el cordón blanco lateral. Pero actualmente existen dudas considerables de su existencia.
2. **Fascículo rubroespinal:** actividad de músculos flexores e inhibe la actividad de los músculos extensores antigravitatorios. Los axones salen del núcleo rojo del mesencéfalo, cruzan la línea media a nivel del núcleo y descienden como fascículo rubroespinal a lo largo del puente y la medula oblongada para entrar en el cordón blanco lateral de la medula espinal y sus fibras terminan haciendo sinapsis con las neuronas internunciales de la asta gris anterior. Las neuronas del núcleo rojo reciben impulsos aferentes de la corteza cerebral y el cerebelo.
3. **Fascículo reticuloespinal:** median los movimientos voluntarios y la actividad refleja, A través del puente y la medula oblongada hay grupos diseminados de células y fibras nerviosas que se denominan formación reticular, desde allí salen axones que en su mayoría no cruzan hacia la medula espinal y forman los fascículos reticuloespinal pontino y reticuloespinal medular. Ambas fibras descienden por los cordones blancos anterior y lateral respectivamente y terminan en la asta gris anterior de la medula espinal. Estas fibras pueden facilitar o inhibir las actividades de las motoneuronas. Por este medio influyen en los movimientos voluntarios y la actividad refleja. Según Snell en la

actualidad se cree que este fascículo posee **fibras autónomas descendentes** que proporcionan una vía mediante la cual el hipotálamo puede controlar las eferencias simpáticas y las eferencias parasimpáticas.

3. Reflejos y arcos reflejo

Otra función de la medula espinal es la de centro integrador del arco reflejos. Esto se define como una secuencia de acciones rápidas, automáticas y no pensadas que aparecen en respuesta a un estímulo determinado. Mientras que el reflejo es solo la respuesta del órgano efector. Algunos reflejos son innatos como alejar la mano cuando tocamos una superficie caliente aun antes de percibir su temperatura. Otros reflejos son aprendidos o adquiridos. Cuando la integración de la información se lleva a cabo en la sustancia gris de la medula, el reflejo se denomina reflejo espinal. Un ejemplo conocido es el reflejo rotuliano. Si la integración se produce en el tronco encefálico en lugar de la medula, el reflejo se denomina reflejo craneal. Un ejemplo son los movimientos de rastreo lentos que realizan los ojos a medida que leemos. son los reflejos somáticos que producen la contracción de la musculatura esquelética.

Los reflejos autónomos (viscerales) generalmente no se perciben de manera consciente. Están dado por la respuesta del musculo liso, el musculo cardiaco y las glándulas. Las funciones corporales, como la frecuencia cardiaca, la digestión, la micción y la defecación son controladas por el sistema nervioso autónomo, por medio de los reflejos autónomos.

A. Componentes

- 1) **Receptor sensitivo**: extremo distal de una neurona sensitiva, este responde a estímulos específicos, mediante la generación de un potencial graduado. Si este potencial generador alcanza el nivel umbral para la despolarización de la membrana, se desencadenarán uno o más impulsos nerviosos en la neurona sensitiva.

- 2) **Neurona sensitiva:** los impulsos nerviosos se propagan a partir del receptor sensitivo a lo largo del axón de la neurona sensitiva hacia los terminales axónicos que se encuentran en la sustancia gris de la medula o del tronco encefálico
- 3) **Centro integrador:** uno o más regiones de sustancia gris del SNC actúan como centro integradores. Una vía refleja que solo tiene una sinapsis en el SNC se denomina arco reflejo monosináptico. el paso de información entre más de dos neuronas se le denomina arco reflejo polisináptico.
- 4) **Neurona motora:** los impulsos desencadenantes se propagan por fuera del SNC a lo largo de una motoneurona hacia la región del cuerpo que generará la respuesta.
- 5) **Efector:** es la zona del cuerpo que responde al impulso nervioso motor, su acción se conoce como reflejo. Si el efector es un musculo esquelético esto es un reflejo somático. Si el efector es un musculo liso, cardíaco o una glándula el reflejo es visceral o autónomo.

Los reflejos somáticos nos proporcionan información sobre el estado del SNC y sus prolongaciones periféricas y estas tienen importancia para el diagnóstico presuntivo de algunas enfermedades, o de alguna lesión en cualquier punto del arco reflejo. Ya que una lesión a cualquier nivel del arco podría causar anomalía o la ausencia del reflejo. (6)

B. Reflejos somáticos espinales más importantes

- 1) **Reflejo de estiramiento:** provoca la contracción del musculo esquelético en respuesta al estiramiento del musculo. Es un arco reflejo monosináptico. La respuesta motora al estímulo sale del mismo lado por el que ingresa la información sensitiva esto se conoce como arco reflejo homolateral. La contracción de unos músculos está acompañada de la relajación de sus músculos antagonistas a esto se denomina **inervación recíproca**.

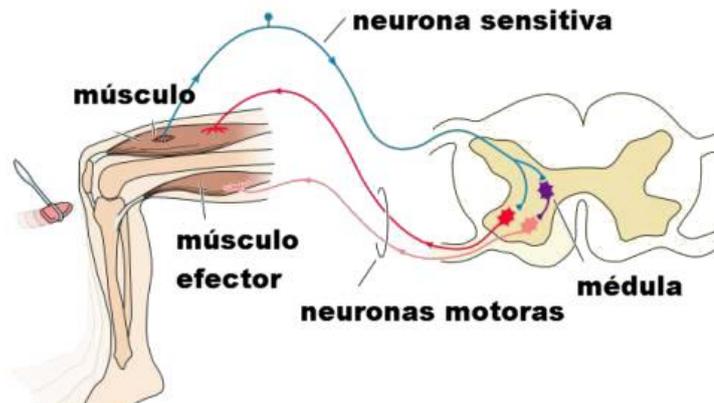


Ilustración 12 Reflejo de estiramiento.

<http://neurofisio-uceva.blogspot.pe/2010/10/reflejos-arco-reflejo.html>

- 2) **Reflejo tendinoso:** arco reflejo polisináptico, homolateral. Este se activa cuando la tensión muscular se incrementa, mediante la relajación del músculo antes que la fuerza de este llegue a provocar la rotura tendinosa. Sus receptores sensoriales son los órganos tendinosos que se encuentran en el tendón cercanos a la unión del músculo. Estos órganos tendinosos detectan los cambios de la tensión muscular provocadas por el estiramiento pasivo o la contracción del músculo. La neurona sensitiva del órgano tendinoso también hace sinapsis con interneuronas excitatorias a su vez hacen sinapsis con las neuronas motoras que controlan los músculos antagonistas.

- 3) **Reflejo flexor o de retirada:** Reflejo polisináptico, que responde a un estímulo doloroso llamado reflejo flexor o de retirada. Actúa al estímulo doloroso como tocar algo caliente, se estimulan los receptores sensitivos, se genera un impulso nervioso que llega hasta la médula por la asta posterior, aquí hacen sinapsis con varias interneuronas en varios niveles segmentarios, estas activan las neuronas motoras presentes en varios segmentos, provocando la contracción de los músculos flexores. Así una cumple función ya que en la contracción hace que el músculo se aleje de la fuente de un estímulo dañino.

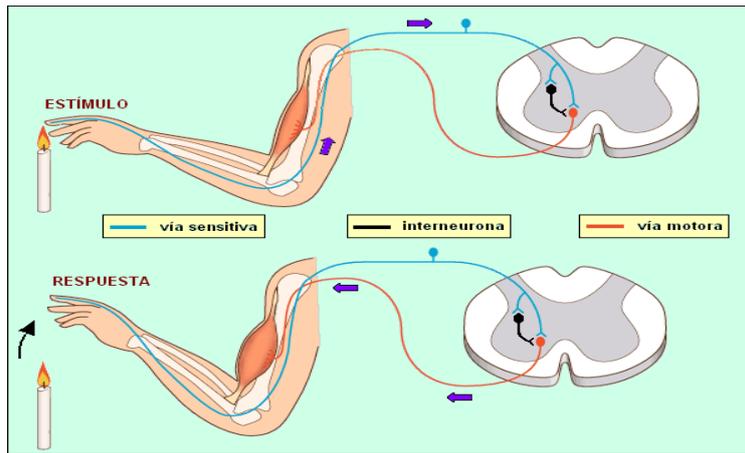


Ilustración 13 Reflejo flexor o de Retirada.

<http://hnnbiol.blogspot.pe/2008/01/tejido-nervioso.html>

- 4) **Reflejo de extensión cruzada:** Además del reflejo flexor el impulso doloroso desencadena otro reflejo, el de extensión cruzada que ayuda a mantener el equilibrio, el reflejo flexor contrae los músculos flexores por el que se inicia el estímulo doloroso y produce la extensión de los músculos de lado contralateral. Los impulsos sensitivos ingresan por un lado de la medula y los impulsos motores salen por el lado opuesto.

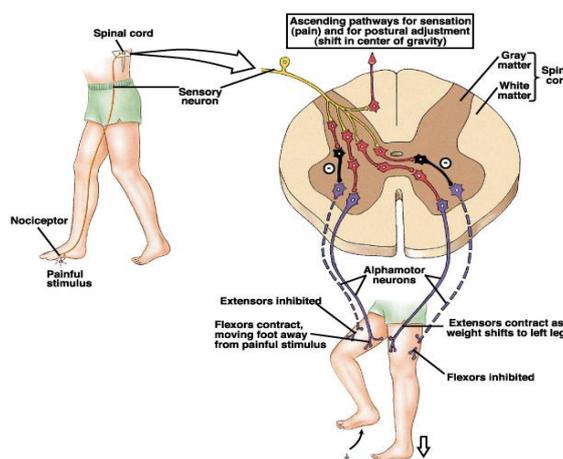


Ilustración 14 Reflejo de extensión cruzada. <http://antroporama.net/el-reflejo-de-de-retirada-y-de-extension-cruzado-otros-protectores-del-ser-humano/>

- ❖ **Inervación recíproca** se refiere a la acción en simultaneo de contracción de un grupo de músculos flexores y la relajación de los músculos antagonistas del mismo lado, para cumplir determinada función.

VII. TRANSTORNOS DE LA MEDULA ESPINAL

1. Alteraciones en la formación

Al igual que cualquier órgano la medula espinal puede sufrir algunas anomalías en el desarrollo del tubo neural y estos dan lugar a una variedad de signos y síntomas clínico.

De manera general a las alteraciones de formación de la medula espinal son clasificadas como espina bífida. Alteración en el cierre o fusión incompleta del tubo neural, es causada principalmente por la deficiencia de ácido fólico en los meses previos al embarazo o durante los tres primeros meses.

A. Espina bífida cerrada

Es un defecto de los arcos vertebrales, que está recubierto con la piel, sin que en condiciones normales afecten el tejido neural subyacente. Por lo regular se localiza en la región sacra a veces se detecta por una zona pilosa que cubre la zona afectada, afecta aproximadamente al 10% de personas por lo demás normales, no suele detectarse en el nacimiento y no causa discapacidad.

Se identifica por hallazgo radiográfico. (1)

B. Espina bífida abierta

✚ **Meningocele:** Alteración que afecta a las vértebras y meninges, estas las primeras incompletas en la zona posterior exponiendo a la segunda. Generalmente por una falta

de fusión en los segmentos lumbares y sacros. Las meninges sobresalen de la columna a través del defecto, como un saco quístico.

- ✚ **Mielomeningocele:** Alteración más grave en que la medula espinal junto con las meninges sobre salen de la columna a través del defecto.

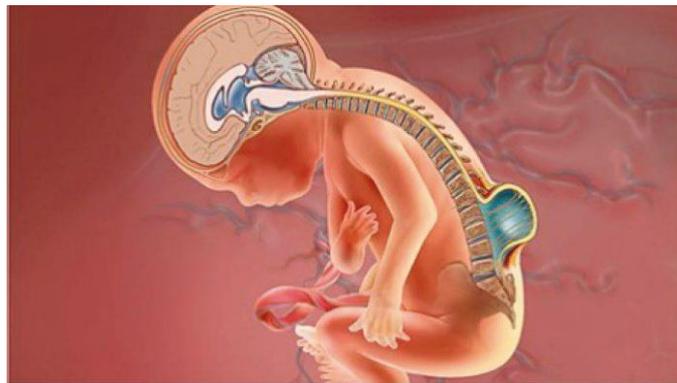


Ilustración 15 Espina bífida.

<http://columnavertebral.net/todo-lo-que-debes-saber-acerca-de-la-espina-bifida/>

2. Alteraciones adquiridas

A. traumáticas

Mena Pérez, R. Realizó un estudio sobre lesiones vertebrales por traumatismo con lesión medular o sin ella. Donde predominó el sexo masculino (86,6 %) y la edad promedio fue de 35,2 años. El segmento vertebral más afectado fue el T12-L1 y los mecanismos de producción de las lesiones predominantes fueron las caídas de altura y los accidentes automovilísticos. Se operaron en total 10 pacientes; todos fueron instrumentados y a 5 se les realizó descompresión de los elementos nerviosos. Se obtuvieron buenos resultados en 6 pacientes, regulares en 2 y malos, en otros 2 pacientes. Como complicaciones se registraron lesión de la duramadre y sepsis del sitio operatorio en un caso, y rotura de una de las varillas del Luque en otro paciente. (8)

Las lesiones pueden afectar a la médula espinal o a las raíces de los nervios espinales, las cuales pasan a través de espacios entre los huesos de la columna (vértebras). El haz de nervios que se extiende desde la médula espinal (cauda equina o cola de caballo) también se puede lesionar.

Cuadros clínicos post trauma

- Contusión o traumatismo cerrado (como una caída o una colisión)
- Desgarros parciales o completos (sección completa, hemi-sección, etc)

B. Compresivas

La médula espinal está protegida por la columna vertebral, pero ciertas lesiones y trastornos ejercen presión sobre ella (la comprimen) e interrumpen su función normal. Estas lesiones y trastornos también comprimen las raíces nerviosas espinales, o el haz de nervios que se extiende hacia abajo (La cola de caballo).

La compresión puede ser por causa variable como:

- ✚ **Vertebras:** Si las vértebras están rotas, dislocadas o crecen de forma anómala pueden comprimir la médula espinal. Las vértebras debilitadas por el cáncer o por la osteoporosis se rompen después de un leve traumatismo o incluso sin traumatismo.
- ✚ **Hematomas:** la sangre se acumula en el interior o alrededor de la médula espinal. La causa más frecuente de un hematoma medular es un traumatismo, aunque muchos otros procesos causan hematomas. Entre ellos se incluyen las conexiones anormales entre los vasos sanguíneos (malformaciones arteriovenosas), los tumores, las enfermedades hemorrágicas y la utilización de anticoagulantes (que interfieren en la coagulación de la sangre) o de trombolíticos (que rompen los coágulos de sangre).

- ✚ **Tumores:** un cáncer extendido a la columna vertebral o al espacio alrededor de la médula espinal es una causa frecuente de compresión. En raras ocasiones, la compresión se debe a un tumor en el interior de la columna. El tumor puede ser canceroso o no.
- ✚ **Abscesos:** El pus puede acumularse fuera de la médula espinal, o con menos frecuencia en ella, y puede comprimirla.
- ✚ **Hernia discal:** El núcleo pulposos sale de su ubicación dentro del disco intervertebral y comprime las raíces nerviosas espinales y en algunos casos la propia médula espinal.

C. Infecciosas

Las infecciones del encéfalo están causadas por bacterias, virus, hongos y, a veces, protozoos o parásitos, etc. estas alcanzan niveles inferiores y suelen afectar también a la médula espinal. Estas estructuras están protegidas contra las infecciones, pero cuando estas se producen, las consecuencias suelen ser muy graves.

Quintana y Sotomayor (2011) realizaron un estudio retrospectivo y descriptivo en 210 pacientes hospitalizados con lesión medular del Instituto Nacional de Rehabilitación (INR), Callao-Perú para conocer la etiología, características clínicas y socio-demográficas de los pacientes con lesiones medulares no traumáticas (LMNT). Se encontró una prevalencia de 27 % para LMNT siendo la edad promedio al inicio de la lesión 32 años; siendo varones el 50,5 %, y el 41,9 % tuvieron educación secundaria, el nivel de pobreza alcanzó el 90,5 %. Donde predominó la etiología infecciosa (viral y bacteriana) en 37,6 %, con un 11,9 % de infección por HTLVI. (9)

Las infecciones pueden causar una inflamación del encéfalo (encefalitis). Los virus son la causa más frecuente de las encefalitis. Las infecciones también pueden provocar la inflamación de las capas de tejidos que cubren el encéfalo y la médula espinal, es decir, meningitis.

Técnicamente, cuando la infección afecta el encéfalo y las meninges, el trastorno se denomina meningoencefalitis.

✚ **La poliomielitis:** Enfermedad infecciosa también llamada polio, que afecta principalmente al sistema nervioso. Es producido por el virus Poliovirus. Se transmite de persona a persona a través de secreciones respiratorias o por la ruta fecal oral. En el SNC, el poliovirus preferentemente infecta y destruye las neuronas motoras y los núcleos de los nervios craneales, lo cual causa **debilidad muscular y parálisis aguda flácida**. La polio puede conducir a la muerte por insuficiencia respiratoria si el virus invade los centros vitales del tronco encefálico. (10)

3. Alteraciones patológicas

A. Neoplasias

Los tumores intrarraquídeos son relativamente poco frecuentes encontrándose en un 15% de los tumores del sistema nervioso central. La mayoría de estos tumores se desarrollan por alteraciones del tejido neural, y pueden ubicarse dentro o fuera de la médula y van a ser clasificados de acuerdo a su relación con la médula.

Los tumores más frecuentes que podemos encontrar son los Neurilemomas, Meningioma, Ependimoma, Astrocitomas, Hemangioblastoma. Pudiendo también comprender un grupo extramedular como las Metástasis, Sarcomas, Linfomas y otros.

B. Siringomielia

Se forma un **quiste** dentro de la médula espinal, que en el tiempo se expande y alarga destruyendo el centro de la médula espinal. Este daño causa dolores, debilidad y rigidez en la espalda, los hombros, los brazos o las piernas. Puede presentarse el síndrome del cordón central. Lesión medular en forma de chal (afección de miembros superiores)

C. Esclerosis múltiple

La esclerosis múltiple (EM) es una enfermedad del sistema nervioso que afecta al cerebro y la médula espinal. Causa desmielinización en los axones de las células nerviosas, esta lesión hace que la propagación del impulso nervioso vaya más lento o bloquea los mensajes entre el cerebro y el cuerpo. Los principales síntomas son: Alteraciones de la vista, debilidad muscular, problemas con la coordinación y el equilibrio, sensaciones como entumecimiento, problemas con el pensamiento y la memoria.

4. Mecanismos de lesión medular

Ballesteros y colaboradores, "La fisiopatología del trauma raquímedular (TRM) es compleja y aún no se descrita completamente. La lesión de los cordones de la médula (sustancia blanca o gris) está determinada por procesos primarios y secundarios. La lesión primaria se debe a la transmisión de energía mecánica a la médula y las estructuras neurales durante el evento traumático. La lesión secundaria, que compromete estructuras que habían permanecido indemnes después del trauma inicial, desencadena alteraciones en: la perfusión microvascular, la liberación de radicales libres y de neurotransmisores, la peroxidación lipídica, la concentración iónica y la consecuente muerte celular tanto por necrosis como por apoptosis". (11)

Guimarás y colaboradores en su estudio sobre degeneración secundaria concluyen que la fisiopatología de las enfermedades del SNC es extremadamente compleja, pero los fenómenos histopatológicos que incluyen excitotoxicidad, inflamación y estrés oxidativo– desempeñan un papel fundamental en la DNS. Una comprensión más completa de estos fenómenos es vital para poder aplicar enfoques neuroprotectores a los trastornos neurodegenerativos en seres humanos. Además, resulta crítica la protección de las distintas regiones del SNC para la reducción del déficit funcional que subyacen en estos trastornos neuronales. Por consiguiente, la protección de las vías de la sustancia blanca del SNC es muy importante si se tiene en cuenta que la

degeneración tardía de cuerpos celulares de oligodendrocitos, de la capa de mielina y de los axones es crucial para la génesis de déficit funcionales durante los trastornos neuronales. (18)

VIII. DIAGNÒSTICO

Con frecuencia, un trastorno de la médula espinal se identifica por el patrón característico de los síntomas. Por lo que es necesario realizar una exploración física que ofrezca pistas para el diagnóstico, e indagar a que nivel se encuentra la lesión si es que la hubiera. Nos valemos de dos herramientas básicas de diagnóstico:

1. Exploración física, exploración de los reflejos ya que la respuesta de este nos indicara la instalación de alguna alteración sí que la hubiera.
2. Resonancia magnética nuclear o mielografía con tomografía computarizada, para determinar el lugar de la lesión y confirmar el diagnóstico presuntivo.

La resonancia magnética nuclear (RMN) es la prueba de imagen más precisa para los trastornos de la médula espinal. La RMN muestra la médula espinal, las anomalías que hay en los tejidos blandos que la rodean (como abscesos, hematomas, tumores y fracturas de discos intervertebrales) y en el hueso (como tumores, fracturas y espondilosis cervical). También se utiliza la mielografía con tomografía computarizada (TC) para la cual previamente se inyecta una sustancia de contraste radiopaco en el espacio que rodea la médula espinal.

Debido a la manera en que funciona y está organizada la médula espinal, con frecuencia la lesión medular produce patrones específicos de síntomas según el lugar donde se produjo el daño. Los siguientes síntomas se muestran de manera general a cualquier nivel medular:

- Debilidad
- Pérdida de sensibilidad (como por ejemplo la incapacidad de sentir un ligero toque, dolor, temperatura o vibración, o no poder notar dónde están los brazos y las piernas)
- Alteraciones en los reflejos
- Pérdida del control de la vejiga (incontinencia urinaria)
- Pérdida del control del intestino (incontinencia fecal)
- Disfunción eréctil
- Parálisis

1. Cuadros clínicos

Mediante la identificación de las funciones perdidas se determina parte interna de la médula espinal está dañada (cordones y/o astas). E identificando la localización de las áreas lesionadas por ejemplo, qué músculos están paralizados o qué partes del cuerpo han perdido sensibilidad puede determinarse con exactitud el punto de la lesión medular (es decir, el nivel segmentario de la médula espinal).

Las funciones pueden perderse de manera parcial o total. Las funciones controladas por zonas de la médula espinal situadas por encima de la lesión no resultan afectadas.

 [Sección completa](#)

La medula espinal ha sido cortada completamente por lo que se interrumpen todos los tractos sensitivos y motores. Esto resulta en la pérdida total de sensaciones y movimientos voluntarios por debajo del nivel de la lesión. Arreflexia total.

✚ Shock espinal

Sobreviene después de la sección completa o de varios grados de hemisección de la medula espinal, respuesta inmediata que se caracteriza por arreflexia temporaria (pérdida de la función refleja) esta se puede dar en las primeras horas después de la lesión y puede durar minutos hasta meses, en la que después puede haber un retorno progresivo de los reflejos. Los signos frecuentes son:

- Disminución de la frecuencia cardíaca y de la tensión arterial.
- Parálisis flácida de los músculos esqueléticos.
- Pérdida de la sensibilidad somática y disfunción de la vejiga.

✚ **El síndrome del cordón anterior:** es una lesión incompleta de la médula espinal. Por debajo de la lesión, la función motora, la sensación de dolor y la sensación de la temperatura se pierde del lado contralateral. Sin embargo el tacto, la propiocepción (sentido de la posición en el espacio), y la sensibilidad a la vibración permanecen intactos.

✚ **El síndrome del cordón posterior:** es una lesión que afecta a la sensibilidad del tacto fino y a la propiocepción homolateral. También llamada disociación tabética. Es típica de la Sífilis y de la deficiencia de vitamina B 12 que afecta a las vías largas. La afectación del cordón posterior condiciona en el paciente un tipo de marcha llamada marcha tabética o taconeante por que el paciente carece de la sensibilidad propioceptiva (desconoce la posición de sus articulaciones) es decir este paciente no puede caminar sin ayuda de la visión o en oscuridad pues no tiene conciencia de donde están sus pies.

✚ Hemisección medular (síndrome de Brown-Séquard)

Sección parcial de la medula del lado derecho o izquierdo, incidencia de 2 a 4% de las lesiones traumáticas medulares, produce tres síntomas característicos:

- daño de la columna posterior causa la pérdida de las sensaciones de propiocepción y de tacto fino, es homolateral.
- daño del tracto cortico-espinal lateral (motores) causa parálisis homolateral.
- lesión de los tractos espino-talámicos (sensitivos) causa la pérdida de sensaciones dolorosas y térmicas del lado contralateral. (12)

Cuando se produce debilidad o parálisis de forma repentina, los músculos quedan flojos (se ponen flácidos) y pierden su tono. Después de que los músculos se vuelven flácidos, el tono muscular aumenta con el tiempo y los músculos tienden a contraerse involuntariamente (lo que se denomina espasmos o espasticidad).

Los espasmos se producen debido a que las señales procedentes del cerebro no pasan a través del área dañada para ayudar a controlar algunos reflejos. En consecuencia, los reflejos se vuelven más pronunciados durante días o semanas. Entonces, los músculos controlados por el reflejo se tensan, están duros y se contraen de forma descontrolada de vez en cuando.³

Cualquier parte de la medula puede ser afectado, pero son las más frecuentes los segmentos cervicales, torácico bajo y lumbar alta. De acuerdo con la extensión y localización puede producir parálisis de los miembros superiores e inferiores. Abajo se muestra los efectos en las extremidades de los cuadros medulares:

efectos posteriores a la lesión	
Monoplejía	Parálisis de un solo miembro.
Diplejía	Parálisis de ambos miembros superiores o inferiores.

³ (5)

Hemiplejia	Parálisis del miembro superior, tronco y miembro inferior de un lado del cuerpo
Cuadriplejia	Parálisis de los cuatro miembros

IX. TRATAMIENTO

Debemos estar atentos a los síntomas precoces de una disfunción medular, si sospecha de alguna alteración por leve que esta sea (parálisis temporal o pérdida de sensibilidad) que aparecen de repente, debe acudir al médico lo más pronto posible. Debido a que la etiología de la lesión medular es diversa, de modo general el tratamiento estará dirigido a eliminar la causa en primera instancia (quistes, tumores, etc), delimitar área de lesión y estabilizarla de modo que esta no progrese a otros niveles, (antibióticos, antiinflamatorios potentes, etc) los últimos estudios en cuanto a lesión medular indican que el enfoque del tratamiento es la conservación de las áreas cercanas a la lesión, que se pueden ver afectadas de manera tardía, pues poco es lo que se hace en las áreas directamente afectadas.

Las personas afectadas por lesiones medulares están confinadas a las disfunciones sensitivas y/o motoras de uno o varios miembros, a lo que llamamos parálisis de modo general y requieren

cuidados especializados de enfermería para prevenir complicaciones, como: úlceras por presión, infecciones urinarias, neumonías, infecciones intrahospitalarias, etc.

- ✚ **La Rehabilitación:** una vez estabilizado el paciente y delimitado el área de lesión, se empiezan a poner en funcionamiento las áreas vecinas afectas leves o parciales con buen pronóstico de restablecer la función completa o parcial. Mediante actividades ejercitantes, educativas y estimulantes programadas por un equipo multidisciplinario como enfermería, nutricionistas, fisioterapeutas, psicólogos etc. Incluyendo los familiares cercanos.
- ✚ La **fisioterapia** incluye ejercicios para el fortalecimiento y el estiramiento muscular. Las personas afectas deben aprender a utilizar los equipos de asistencia, como aparatos ortopédicos, un andador o una silla de ruedas. La **terapia ocupacional** es importante para reincorporar al paciente a las actividades cotidianas y a mejorar la destreza y la coordinación, de tal manera que crean nuevas habilidades que ayudan a compensar las funciones perdidas.

Estrada y colaboradores realizaron un estudio de lesión medular y medicina regenerativa con el empleo de células madres, concluyeron que es preciso conceder mayor énfasis al estudio del microambiente característico de la ME, ya que es éste el que en última instancia dirige o inhibe la diferenciación de las CM, endógenas o trasplantadas, que se encuentren en o cerca del sitio de lesión. (13)

X. CONCLUSIONES

Después del desarrollo y análisis de toda la literatura podemos concluir lo siguiente

1. La medula espinal como órgano funcional, es importante porque representa la **vía de comunicación** entre el medio externo periférico e interno con los centros superiores de conciencia.
2. Cumple una **función protectora** por medio de los arcos reflejos, que nos aleja de forma inmediata e inconsciente de un estímulo que puede resultar nocivo o perjudicial para el organismo.
3. La prevención es básica en todos los aspectos de la vida, más aún en el inicio de la vida, la ingesta de suplementos vitamínicos y o minerales, como ácido fólico, sulfato ferroso, etc. en los tres primeros meses de vida es fundamental ya que ellos juegan un rol importante en este periodo de formación de todos los sistemas orgánicos del ser humano.
4. La mayoría de las lesiones de la médula espinal son el resultado de accidentes automovilísticos, caídas, agresiones y lesiones deportivas. Por lo que es necesario una cultura preventiva automovilística, como no conducir en estado de ebriedad, por ejemplo.
5. La pérdida de funciones corporales llega a ser devastadora, causando depresión y pérdida de autoestima. Por lo que el afrontamiento del tratamiento debe ser en conjunto

con los familiares cercanos, atendiendo las necesidades limitantes y particulares de la persona afectada.

6. Así mismo hacemos hincapié en la prevención en salud, los controles periódicos anuales o semestrales que nos ayuden a descubrir el inicio o transcurso de una enfermedad, de forma temprana para poder tratarlas sin consecuencias lamentables o fatales.

BIBLIOGRAFIA

1. Tortora GJ, Derrickson B. Principios de Anatomía y Fisiología. 13th ed. Hong Kong: Editorial Medica Panamericana; 2013.
2. Sadler TW. Embriología médica de Langman. 13th ed. Barcelona: Wolters Kluwer; 2016.
3. Moore KL, Persaud V, Torchia MG. Embriología Clínica. 9th ed. Barcelona: Elsevier; 2013.
4. Gomez de Ferraris ME, Campos Muñoz A. Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental. 3rd ed. Mexico: Editorial Medica Panamericana; 2009.
5. Snell S. NEUROANATOMIA CLINICA. 7th ed. Philadelphia: Wolters Klumer Health; 2016.
6. Guyton C, Hall JE. Tratado de Fisiología médica. 11th ed. Madrid: Elsevier S.A.; 2009.
7. Gardner Go. ANATOMIA DE GARDNER. 5th ed. D.F.: NUEVA EDITORIAL INTERAMERICANA, S.A.; 2004.

8. Mena Pérez R, Garcés Yero R, Benítez Herrera A, Garmendía García. Fracturas inestables de la columna vertebral: presentación de una serie de casos. *Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología*. 2010 enero; 24(1).
9. Quintana Gonzales A, Sotomayor Espichan R, Martínez Romero M, Kukori Garcia C. Lesiones medulares no traumáticas: etiología, demografía y clínica. *Revista Peruana de Medicina Experimental y de Salud Pública*. 2011 Diciembre; 28(4).
10. Esteban J. Poliomiелitis parálitica. Nuevos problemas: Síndrome postpolio. *Revista Española de salud Pública*. 2013.
11. Ballesteros Plaza V, Marrè Pacheco B, Martínez Aguilar C, Fleiderman Valenzuela J, Zamorano Perez JJ. Lesión de la médula espinal. Actualización bibliográfica: fisiopatología y tratamiento inicial. *Coluna/Columna*. 2012; 11(1).
12. Bonilla Rivas AE, Martínez Argueta DS, Vargas Zepeda DM, Borjas Barahona MS, Rivera Corrales LE. Herniación Cervical: Factor desencadenante inusual en el Síndrome de Brown-Sequard o de Hemisección medular. *Revista Científica Ciencia Medica*. 2014 diciembre 07; 17(2): p. 71-73.
13. Estrada Mondaca S, Carreón Rodríguez A, Parra Cid MdC, Ibarra Ponce de Leon C, Valesquillo Martínez C, Vacanti CA, et al. Lesión de médula espinal y medicina regenerativa. *Salud Pública de Mexico*. 2007; 49(6).
14. Bisso Andrade A, Candiotti Vera J. *Terapéutica Médica*. 16th ed. Lima: REP SAC; 2015.
15. Valdès Valdès A, Pérez Núñez HM, García Rodríguez RE, López Gutiérrez A. *Embriología Humana La Habana: Ciencias Médicas*; 2010.
16. García Gómez , Gutiérrez Gutiérrez , Barthelemy Mirabal MÁ, Pradere Pensado JC, Díaz Gómez E. Caracterización de pacientes con traumatismo de médula espinal. *Revista Cubana de Medicina Militar*. 2013; 42(2).
17. Rodríguez, A. R.; Domínguez, S.; Cantin, M. & Rojas, M. Embriología del sistema nervioso. *Int. J. Med. Surg. Sci*. 2015, 2(1) :385-400.

18. Guimarães J.S.; Freire, M.A.M.; Lima, R.R.; Souza-Rodríguez, R.D.; Costa, A.M.R.; dos Santos, C.D.; Picanço-Diniz, C.W.; Gomes-Leal, W. Mecanismos de degeneración secundaria en el sistema nervioso central durante los trastornos neuronales agudos y el daño en la sustancia blanca. REV NEUROL 2009; 48 (6): 304-310