

El sistema nervioso simpático

Indice

1. Introducción

2. Sistema Nervioso Periférico

3. Sistema nervioso vegetativo o sistema nervioso autónomo

4. Sistema Nervioso Simpático

5. Funciones de la sección simpática

1. **Introducción**

El sistema nervioso y junto con el sistema endocrino es quien desempeña las mayorías de las funciones del organismo tendiendo a mantener el equilibrio del medio interno (homeostasis).

En general este sistema controla las actividades rápidas del cuerpo como contracciones musculares, m fenómenos viscerales que evolucionan rápidamente que incluso las secreciones de algunas glándulas endocrinas.

Su división se realiza según:

- La estructura
- La dirección del flujo de dirección
- El control de los efectores (ver gráfico n° 1)

Según la estructura se divide en:

Sistema Nervioso Central

Se integra por medula y encéfalo (comprendiendo únicamente solo las células que comienzan y terminan dentro de estos). Es el centro estructural y funcional de todo sistema nervioso. Allí se integran las piezas aferentes de información sensitivas, se evalúa la información y se inicia una respuesta aferente.

2. Sistema Nervioso Periférico

Esta formado por los nervios situados o región externa del sistema nervioso, estos pueden ser craneales (originados en el encéfalo) o raquídeos (espinales originados en la medula). Estos nervios cumplen función sensitivas y motoras, los nervios motores a su vez se dividen en somáticos que llevan información a los músculos estriados y el autónomo que lleva información al músculo liso, cardíaco y glándulas.

Según la dirección del flujo de información (ver cuadro nº 2)

Divisiones aferentes y eferentes

Los tejidos del sistema nervioso central y periférico están constituidos por células nerviosas que forman vías de información centrípetas y vías centrifugas. Por este motivo, suele ser conveniente clasificar las vías nerviosas según la dirección en que llevan la información. La división aferente del sistema nervioso está formada por todas las vías centrípetas sensitivas o aferentes. La división eferente consta de todas las vías centrifugas motrices o eferentes. Los significados literales de los términos aferentes (que traen) y eferente (que lleva) ayudan a distinguir con más facilidad estas dos secciones del sistema nervioso.

Según el control de los efectores

Es decir los órganos efectores que tiene a su cargo, esta división pertenece a las fibras motoras del sistema nervioso periférico y se realiza en:

Somático: Tienen vías motoras (llevan información a los órganos somáticos – músculo esquelético), fibras sensitivas (que dan una retroalimentación desde los efectores somáticos) y centros integradores que reciben la información de las vías sensitivas y generan señales motoras.

Autónomo: es independiente del control voluntario aunque la mente consciente influye sobre este.

Lleva información a los efectores autónomos viscerales que son los músculos lisos, cardíaco y las glándulas. Las vías eferentes del sistema autónomo pueden dividirse en simpático y parasimpático. La división simpática consta de vías que salen de las porciones medias de la médula espinal y prepara al cuerpo para resolver amenazas inmediatas al medio interno. Produce la respuesta "lucha o huida". Las vías parasimpáticas salen del encéfalo o las porciones bajas de la médula espinal y coordinan las actividades normales del cuerpo en reposo.

Las vías aferentes del sistema nervioso autónomo pertenecen a la división sensitiva visceral, que llevan información a los centros integradores autónomos del sistema nervioso central.

Células del sistema nervioso

Dos tipos principales de células forman el sistema nervioso, las

neuronas y la neuralgia. Las neuronas son células excitables que conducen los impulsos que hacen posible todas las **funciones** del sistema nervioso. En otras palabras, forman el "alambrado" de los **circuitos** de información del sistema nervioso. Por otra parte, la neuroglia o **célula** neurogliales no conducen **información** ellas mismas, pero apoyan de diversas maneras la **función** de las neuronas. En las secciones siguientes se describen algunos tipos de neuronas y neuralgias.

Neuroglia

El número de células de neuroglia excede cualquier cálculo. Una estimación sitúa la cifra en unos impresionantes novecientos billones, inueve veces el número estimado de astros en nuestra galaxia!. A diferencia de las neuronas, las células neurogliales conservan su capacidad de división celular durante toda la madurez. Aunque esta característica las capacita para reemplazarse así mismas, también las hace susceptibles a anomalías en la división celular, por ejemplo, **el cáncer**. Casi todos los tumores benignos y malignos localizados en el sistema nervioso se originan en células neurogliales.

Las células neurogliales son:

Astrocitos que constituyen el tipo de neuroglia mayor y más numeroso. Telas de astrocitos forman vainas ceñidas en **torno** a los capilares sanguíneos del encéfalo. Estas vainas y las estrechas uniones entre las células endoteliales que forman las paredes capilares encefálicas constituyen la denominada barrera hematoencefálica (BHE).

Microglia: ingieren y destruyen microbios y restos celulares

Células ependimarias: forman capas finas que resten cavidades llenas de líquido encéfalo y médula espinal.

Los oligodendrocitos: son menores que los astrocitos y tienen prolongaciones mantienen unidas las fibras nerviosas y producen la banda de mielina.

Células de Schwann: solo se encuentran en el sistema nervioso periférico en el que constituyen el equivalente funcional de los oligodendrocitos soportando las fibras nerviosas y formando la banda de mielina a su alrededor.

3. Sistema nervioso vegetativo o sistema nervioso autónomo

Denominado también sistema neurovegetativo, o nervioso autónomo, o involuntario, o visceral, o gran simpático, es aquella parte del sistema nervioso que regula las funciones vitales fundamentales que son en gran parte independientes de la **conciencia** y relativamente autónomas, es decir, las funciones vegetativas (aparato cardiorrespiratorio, glándulas endocrinas, musculatura lisa, aparato pilo sebáceo y sudoríparo, etc.).

Embriogenesis

En el curso de la quinta semana del **desarrollo** del embrión algunas células **derivadas** de la porción torácica de la cresta neural emigran a cada lado hacia la región colocada inmediatamente por detrás de la aorta. Estas células, denominadas neuroblastos simpáticos o simpatoblastos, van a constituir los dos cordones simpáticos primitivos. Algunos elementos de estos cordones emigran luego hacia el punto de reunión de las raíces dorsal y ventral de los nervios espinales, donde se forman los cordones simpáticos secundarios, de los cuales se originan las cadenas de los ganglios del simpático torácico. Los cordones simpáticos primitivos forman, por el contrario, los ganglios prevertebrales y preaórticos o periaórticos, los cuales se desplazan de su posición original para tener por detrás a los esbozos de la localización de las vísceras a las cuales deberán dar inervación. De una sucesiva prolongación hacia arriba y hacia abajo se originan, respectivamente, los cordones del simpático cervical y la porción lumbosacra, con los respectivos ganglios. Por lo que concierne al para simpático, los ganglios situados a lo largo de los nervios oculomotor, facial, glossofaríngeo y vago derivan de las células emigradas del sistema nervioso central o de neuroblastos diferenciados en los ganglios sensitivos del V, VII, y IX par de los nervios craneales.

El S.N.A. está estrechamente unido con el sistema nervioso relación, con el cual tiene en común **estructuras** centrales y periféricas. Tiene un significado particular y una gran importancia las relaciones que éste posee con el aparato endocrino.

Morfología: Para la **descripción** anatómica, el sistema nervioso vegetativo se subdivide en tres partes, estrechamente unidas entre sí por numerosas fibras aferentes y eferentes:

- Diecefalocortical
- Mecencefalo - bulbo – espinal

- Perifericos

Centros Neurovegetativos Superiores (diecefalocortical)

Sistema Neurovegetativo Cortical

En ellos se encuentra la **integración** más elevada de las actividades vegetativas. En zonas determinadas de la corteza cerebral, de las cuales las más importantes son la parte del lóbulo frontal, y el sistema límbico. La primera regula las funciones vegetativas (vasomotoras, sudorales, etc.) que acompañan a la actividad motora de los músculos esqueléticos y toma parte incluso en los **procesos de integración** recíproca entre actividad vegetativa y psíquica. En el sistema límbico tiene lugar una integración entre **el estado** emocional y las determinadas funciones vegetativas (motilidad gástrica, emisión de orina y heces, constancia en la **presión** arterial, etc.).

Sistema Neurovegetativo Diencefálico

En el diencéfalo se encuentran numerosos núcleos hipotalámicos, en relación con determinadas funciones metabólicas con el sistema endocrino, y con algunas manifestaciones fundamentales de la vida, como el sueño, la vigilia, el hambre y la sed.

Centros neurovegetativos intermedio mesencefalo-bulbo-espinal y periféricos

Comprende tanto centros nerviosos vegetativos situados en el eje cerebroespinal como fibras nerviosas aferentes y eferentes en relación con ellos. Entre ambos **sistemas**, simpático y parasimpático las fibras eferentes son sustancialmente de dos tipos: preganglionares, que se originan a nivel de la sustancia gris del tronco cerebral o de la médula y terminan en un ganglio, y postganglionares, que se originan de las neuronas ganglionares en contacto sináptico con las primeras y alcanzan al órgano efector. Ya que la **distribución** anatómica de los ganglios **periféricos** es notablemente diferente en los dos **sistemas**, las fibras pre y postganglionares simpáticas y respectivamente parasimpáticas, tienen diferentes longitudes. Los ganglios parasimpáticos están, de hecho, situados en las cercanías del órgano efector o, por añadidura, en el espesor de la pared de este último: las fibras parasimpáticas preganglionares son, por lo tanto, mucho más largas y las postganglionares mucho más cortas. Los ganglios simpáticos, por el

contrario, constituyen una doble cadena (cadena del simpático) que se extiende en posición laterovertebral, desde la base del cráneo hasta el cóccix: las fibras preganglionares tienen, pues, un curso muy corto y las postganglionares muy largo.

4. Sistema Nervioso Simpático

Anatomía fisiológica del sistema nervioso simpático

La figura 3 muestra la organización general de las porciones periféricas del sistema nervioso simpático, que incluye una de las dos cadenas de ganglios simpáticos paravertebrales situados a ambos lados de la columna vertebral, dos ganglios prevertebrales (el ganglio celíaco y el hipogástrico), y los nervios que se extienden desde los ganglios a los diferentes órganos internos. Los nervios simpáticos se originan en la medula espinal entre los segmentos D1 y L2, y desde allí se dirigen primero a la cadena simpática, y luego a los tejidos y órganos que son estimulados por los nervios simpáticos.

Sistema Ortosimpático

El sistema simpático u ortosimpático está compuesto, en los dos lados del cuerpo, por una cadena de ganglios, ganglios simpáticos vertebrales, reunidos entre sí por cordones longitudinales intermedios de fibras nerviosas, formando dos troncos (cadena del simpático) que tienen su curso desde la base del cráneo hasta el cóccix, disponiéndose antero – lateralmente respecto a la columna vertebral. Los ganglios vertebrales, con relación a su localización, se distinguen en cervicales, torácicos, lumbares, sacros y coccígeos. Para cada lado, los ganglios cervicales son tres (de los cuales el superior es mucho más grueso), los torácicos once, los lumbares cinco y los sacros cuatro. Sus dimensiones varían, oscilando, por lo general, alrededor de un cm de diámetro; tienen aspecto fusiforme u ovoidal; son consistentes y aparecen de un color gris rosáceo. También los cordones intermedios que unen los ganglios vertebrales entre sí, tienen un color gris rosáceo, siendo, por lo demás, simples, a veces dobles, y estando constituidos principalmente por fibras nerviosas amielínicas. Todos los ganglios vertebrales están en conexión con los nervios espinales mediante las ramas comunicantes, que se originan del tronco del nervio espinal apenas constituido o de la rama anterior del mismo. Las ramas comunicantes con los nervios torácicos y con los primeros dos o tres nervios lumbares dan como resultado una rama comunicante

blanca, formada esencialmente por fibras mielínicas, y una rama comunicante gris, formada preferentemente por fibras amielínicas; las cervicales, las últimas dos o tres lumbares y los nervios sacro y coccígeo poseen ramas comunicantes grises solamente. De los troncos del simpático se originan las ramas periféricas, constituidas preferentemente por fibras amielínicas, la mayor parte de las cuales siguen el curso de los vasos arteriales. Antes de distribuirse por los órganos, muchas ramas se ponen en relación con los ganglios situados por delante de la aorta torácica y abdominal (ganglios preaórticos o prevertebrales) y luego, en su curso último, se disponen en forma de plexo alrededor de los vasos arteriales terminales, siguiéndolos en su **distribución** entre los órganos. A lo largo de estos plexos se encuentran ganglios **periféricos** y terminales, que a veces, especialmente en la cercanía de los órganos, pueden estar representados sólo por células aisladas (metasimpáticos).

Las ramas periféricas del simpático contienen fibras eferentes y aferentes:

Las fibras eferentes preganglionares se originan de las células de pequeñas dimensiones y de aspecto estrellado que se sitúa en la sustancia gris del asta lateral de la médula espinal en el tramo comprendido entre el primer segmento torácico y el segundo o tercer segmento lumbar (células radicales viscerales). Los axones de estas células (fibras preganglionares mielínicas) salen de la médula con las fibras somatomotoras, es decir, con las raíces anteriores de los respectivos nervios periféricos torácicos y lumbares, pasando al respectivo ramo comunicante blanco y alcanzando el tronco del simpático, y terminan en un ganglio vertebral, que puede ser aquel del nivel correspondiente, o superior (hasta el ganglio cervical), o inferior (hasta el ganglio coccígeo); a la vez, atravesando el tronco del simpático, o recorriendo en un ramo periférico que emana del tronco, se sitúan más lejos, hasta llegar a un ganglio prevertebral o paraórtico o a un ganglio todavía más distal. En este caso la rama periférica que él contiene debe ser considerada como la continuación de la rama comunicante, alargándose considerablemente: los nervios esplácnicos son el ejemplo más significativo. Las fibras preganglionares llegan al ganglio simpático, arborizándose alrededor de las células, originándose de estas arborizaciones las fibras postganglionares, generalmente amielínicas, destinadas a los

órganos periféricos. Algunas de estas fibras, a través del ramo comunicante gris, pasan a los nervios espinales y se distribuyen a la musculatura lisa, a las glándulas de la piel y a los vasos de los miembros, de la pared del dorso, de las meninges y del raquis; las otras, que pueden nacer también de ganglios más periféricos, siguen el curso de los vasos sanguíneos, innervando las vísceras del tórax y del abdomen y diferentes estructuras de la cabeza. Reciben fibras de los nervios periféricos del simpático al ojo, los vasos y las glándulas endocrinas, el corazón, los pulmones, el aparato digestivo y las glándulas anexas y el aparato urogenital.

Las fibras aferentes o sensitivas se originan de una célula en T situada en los ganglios espinales, no diferenciable histológicamente de las neuronas sensitivas de los nervios cerebroespinales. La prolongación periférica de esta célula se inicia en una terminación nerviosa situada periféricamente o en los músculos lisos, o en las paredes de los vasos, o en un órgano periférico del sentido, y corre por los troncos nerviosos junto con las fibras eferentes y las fibras somáticas. Las prolongaciones del cuerpo y de los miembros llegan a la médula, pasando directamente al nervio correspondiente raíz posterior. Los que, por el contrario, derivan de los órganos viscerales torácicos y abdominales y de las paredes de los vasos recorren en las ramas periféricas del simpático, alcanzando un ganglio de la cadena y de allí, pasan a la raíz posterior del nervio espinal. Las prolongaciones próximas de la célula en T penetran en la médula de la raíz posterior, poniéndose en relación, directamente o mediante neuronas asociativas, con las células de origen de las fibras preganglionares, e integran así los arcos reflejos del sistema autónomo y de los centros vegetativos superior, Diencefálico y cortical.

Las dos cadenas del simpático, compuestas, por los ganglios vertebrales y por los cordones intermedios que les unen, están extendidas en toda la longitud de la columna vertebral, desde la base del cráneo hasta el cóccix, de manera continua. Las dividiremos en cuatro segmentos: cervical – torácico – lumbar – pélvico:

Simpático Cervical

Esta formación nerviosa se apoya sobre la aponeurosis prevertebral, que la separa de los músculos largos del cuello y largo de la cabeza, por delante de las apófisis transversas de las vértebras cervicales. En

su curso descendente se encuentra colocada por detrás e internamente al fascículo vasculonervioso del cuello, más exactamente por detrás de la vena yugular interna: cerca de la apertura superior del tórax se desplaza lateralmente y cruza la cara posterior de la arteria subclavia, en las cercanías del origen de la arteria vertebral. Las neuronas preganglionares están en el segmento torácico y cervical de la médula, de donde las fibras preganglionares salen por la vía de los ramos comunicantes blancos torácicos, para unirse con las neuronas postganglionares de los ganglios cervicales; de hecho, estos últimos están unidos a los nervios espinales por ramos comunicantes grises, que no contienen fibras preganglionares, sino blancas. A lo largo del tronco simpático cervical se intercalan tres ganglios, en parte fusionados entre sí: cervical superior, cervical medio y cervical inferior. El ganglio cervical superior, que es el más voluminoso, se encuentra a la altura de la apófisis transversa de la II y III vértebras cervicales y está en relación con el fascículo neurovascular del cuello y con los nervios glosofaríngeo, hipogloso y vago, con los cuales también tiene anastomosis. Recibe fibras preganglionares de los primeros cuatro nervios torácicos. De las fibras postganglionares algunas pasan a través de los ramos comunes grises y alcanzan los primeros tres o cuatro nervios cervicales para inervar los vasos, folículos pilíferos y glándulas sudoríparas de las regiones correspondientes; otras se unen con los ganglios situados en las cercanías; otras, por último, van a constituir las ramas periféricas. De éstas, algunas revisten particular importancia:

El nervio carotídeo interno, que se desplaza de la extremidad superior y se coloca por arriba con la arteria carótida interna, alrededor de la cual forma primero, a la altura del canal carotídeo, el plexo pericarotídeo (del cual derivan los nervios carotidotimpánicos), y, a la altura del seno cavernoso, el plexo cavernoso. Este último da lugar a otros plexos alrededor de las ramas que salen de la carótida interna, como el plexo oftálmico y los plexos de la arteria cerebral anterior y media; se une además, mediante el nervio petroso profundo, con el ganglio esfenopalatino; da ramas que, a través del ganglio ciliar, se distribuyen en el iris, y otras para los músculos del ojo, hipófisis y meninges.

El nervio cardíaco superior

Las ramas vasculares viscerales que van a constituir los plexos carotídeos común, carotídeo externo, tiroideo superior, submaxilar, faringe, laringe, etc.

El ganglio cervical medio, situado a la altura de la V – VI vértebras cervicales, es el más pequeño e inconstante; da fibras a través de los ramos comunicantes grises al V y a veces también al IV y al VI nervios cervicales, ramas para las arterias tiroideas y da origen al nervio cardíaco medio.

El ganglio cervical inferior, situado a la altura de la primera costilla, a veces se fusiona con el primer ganglio torácico, constituyendo el ganglio estrellado o cervicotóraco. Está unido, a través de los ramos comunicantes grises, con los últimos nervios cervicales y con el primer torácico; da ramas vasculares que forman los plexos subclavio, tiroideo inferior, mamario interno y vértebra; de él se origina el nervio cardíaco inferior.

Simpático Torácico

En la región torácica el tronco simpático desciende verticalmente sobre cada lado de la columna vertebral, por delante de las **articulaciones** costovertebrales; pasa delante, cruzando los vasos y nervios intercostales y está cubierto por la pleura parietal. El de la derecha recorre desde la IV hasta la X vértebras, por detrás de la vena ácigos, y el de la izquierda, en la parte más alta, corre por detrás del arco y la porción descendente de la aorta; atraviesa el diafragma por una fisura colocada entre el pilar anterior y el intermedio, alcanzando así la cavidad abdominal. Por lo general, los ganglios torácicos son doce, pero suelen, de hecho, ser once, ya que el primero está unido al último cervical, formando el ganglio estrellado. Tienen una disposición aproximadamente segmentaria y, en general, son de pequeño **volumen**. Cada ganglio torácico está unido con el respectivo nervio espinal torácico por medio de los ramos comunicantes blancos (a través de los cuales pasan las fibras preganglionares y las fibras aferentes viscerales) y por los ramos comunicantes grises (a través de los cuales pasan las fibras preganglionares y las fibras aferentes viscerales) y por los ramos comunicantes grises (a través de los cuales pasan las fibras postganglionares, que alcanzan así las raíces posteriores). De las ramas periféricas que parten de los ganglios, algunas se distribuyen

a lo largo de las arterias intercostales; la mayor parte, por el contrario, tiene una distribución diferente, según que deriven de los ganglios superiores o de los inferiores. Las superiores provienen de los primeros cinco o seis ganglios torácicos, permaneciendo en la cavidad torácica, constituyendo los plexos pulmonares, aorticotorácico y esofágico. Los inferiores, formados todos ellos por fibras preganglionares, no paran en los ganglios vertebrales, constituyendo los nervios espláncnicos. El nervio espláncnico mayor se forma a la altura de la XI vértebra torácica, por la unión de las ramas que se desplazan del VI al IX – X ganglios torácicos; atraviesa el diafragma, en general junto al interior del nervio espláncnico menor, entre el pilar anterior y el intermedio, y tiene su curso en el abdomen, cubierto por el peritoneo, entre la aorta, en su lado interno, y la suprarrenal, en su lado externo. A la derecha, tiene por delante, y lateralmente, la vena cava inferior; llega al correspondiente ganglio celíaco a nivel de la arteria celíaca. Las ramas que provienen del 10 – 12º ganglios torácicos se unen en las proximidades del diafragma, constituyendo el nervio espláncnico menor (que se abre en dos ramas, el espláncnico mínimo), y que da ramas superiores al ganglio celíaco y ramas inferiores al plexo renal.

Simpático Lumbar

La parte lumbar del tronco simpático corre sobre la superficie anterolateral simpático corre sobre la superficie anterolateral de la columna lumbar, medialmente en los orígenes del músculo psoas mayor; a la derecha está la vena cava inferior, que lo recubre durante toda su extensión; a la izquierda está la aorta, que lo recubre parcialmente. Esta sección contiene, en general, cinco ganglios, a veces cuatro, unidos entre sí por cordones intermedios y con los nervios espinales mediante los ramos comunicantes. De ellos se originan fibras nerviosas que se ramifican a lo largo de las arterias lumbares y ramas directas que van al plexo celíaco y al plexo aorticoabdominal.

El Plexo Celíaco o Solar es un plexo de gran importancia, dependiente principalmente de la parte torácica y lumbar del simpático y del vago. Es un plexo impar, situado en la parte profunda de la región epigástrica, por delante de la aorta abdominal y de los pilares del diafragma, y por encima del páncreas, bajo la bolsa del omento, alrededor del origen de la arteria celíaca y de la

arteria mesentérica superior. En su parte superior, a través del orificio aórtico del diafragma, se continúa con el plexo aorticotorácico; en su parte inferior se extiende hasta las glándulas suprarrenales y hasta el origen de las arterias renales. Está formado por algunos ganglios y por un fino entrecruzado de fibras aferentes y eferentes. Las ramas aferentes están formadas a su vez por nervios esplácnicos, por fibras del simpático lumbar, por ramas celíacas del vago derecho y ramas musculares que provienen de los nervios frénicos. Las ramas eferentes se ramifican en diferentes direcciones y participan en la formación del plexo celíaco y de los plexos secundarios. Los ganglios principales del plexo celíaco, ganglios celíacos, son, por lo general, dos, del **volumen** de una habichuela, situados sobre cada lado de la aorta abdominal, sobre los pilares del diafragma, por encima del páncreas e internamente de las suprarrenales. Por su forma han sido denominados también ganglios semilunares. El de la derecha recibe en su extremo lateral al nervio esplácnico mayor y en su extremo interno las ramas celíacas del nervio vago; estos nervios se unen entre sí con el intermedio del ganglio, formando el asa memorable de Wrisberg. El de la izquierda, unido al de la derecha por ramas que se entrecruzan alrededor del origen de la arteria celíaca, recibe ramas del esplácnico mayor, del esplácnico menor y del frénico, sin por ello entrar en conexión en correspondencia con el vago. Junto a estos dos ganglios principales, unidos a ellos y entre ellos, se encuentran los dos ganglios aórtico renales, a nivel del origen de la arteria renal, y los dos ganglios mesentéricos superiores, en las proximidades del origen de la arteria mesentérica superior. Del plexo celíaco se originan los plexos secundarios, a veces provistos de pequeños ganglios, que siguen, por lo general, las arterias y que se pueden distinguir en plexos pares (frénico, suprarrenal, renal, espermático o útero-ovárico en **la mujer**) y plexos impares (esplénico o lineal, hepático, gástrico superior, mesentérico superior, aórtico abdominal, hipogástrico, pancreático e iliaco).

El plexo aorticoabdominal representa la continuación inferior del plexo celíaco y se extiende por delante de la aorta hasta su bifurcación. Está constituido esencialmente por dos cordones, uno por cada lado, unidos por filamentos transversales. Da varias ramas,

entre las cuales las más importantes son aquellas que forman el plexo mesentérico inferior.

Simpático Pélvico

La parte pélvica del simpático, que continúa la parte lumbar, corre sobre la cara anterior del sacro, internamente a los orificios sacros, por detrás y lateralmente al recto. A la altura de la I vértebra coccígea las dos cadenas se unen mediante una simple asa o con la interposición de un pequeño ganglio mediano, el ganglio coccígeo. Los ganglios pélvicos o sacros son generalmente cuatro; de ellos parten ramas mediales anteriores que siguen el curso de las arterias y entran principalmente en la formación de los dos plexos pélvicos, situados medialmente a la arteria hipogástrica, a los lados del recto y de la vejiga. El plexo pélvico es el más conspicuo de los plexos que da el simpático y tiene una gran analogía con el plexo celíaco, y con éste recibe fibras parasimpáticas, exactamente del parasimpático sacro. De los plexos pélvicos salen numerosos plexos secundarios: hemorroidal medio, vesical, deferencial, prostático, cavernoso del pene, útero-vaginal y cavernoso del clítoris.

Neurotransmisores y receptores autónomos

Los terminales axónicos de las neuronas autónomas liberan uno de los siguientes neurotransmisores: noradrenalina o acetilcolina.

Los axones que liberan acetilcolina se llaman fibras colinérgicas.

Fibras autónomas colinérgicas son los axones de neuronas preganglionares simpáticas y de neuronas pre y postganglionares parasimpáticas. Ello

Deja a los axones de las neuronas posganglionares simpáticas como las únicas fibras autonómicas adrenérgicas. Los axones simpáticos posganglionares de las glándulas sudoríparas y de algunos vasos sanguíneos son fibras colinérgicas.

Noradrenalina y sus receptores

La noradrenalina actúa sobre los efectores viscerales, fijándose primero a los receptores adrenérgicos de sus membranas plasmáticas. Los receptores adrenérgicos son de dos tipos principales, receptores alfa y receptores beta. Los diferentes subtipos de receptores alfa y beta, como alfa 1 y alfa 2 o beta 1 y beta 2, se encuentran en las células que poseen receptores adrenérgicos.

La fijación de noradrenalina a los receptores alfa del músculo liso de los vasos sanguíneos tiene un efecto estimulante del músculo que

hace contraerse a los vasos. La fijación de noradrenalina a los receptores beta del músculo liso produce efectos opuestos, inhibe el músculo, haciendo que se dilate el vaso. No obstante la fijación de noradrenalina a los receptores beta del músculo cardiaco tiene un efecto estimulante que se traduce en un latido cardiaco mas fuerte. La adrenalina liberada por las células simpáticas posganglionares de la medula suprarrenal también estimula los receptores adrenérgicos, incrementando y prolongando los efectos de la estimulación simpática. Como la adrenalina tiene mayor efecto sobre los receptores beta que la noradrenalina, los efectores con una proporción grande de receptores beta es más sensibles a la adrenalina. Todos estos **datos** señalan un importante principio sobre regulación nerviosa: el efecto de un neurotransmisor sobre una célula postsináptica esta determinado por la **característica** del receptor y no las del neurotransmisor.

Las **acciones** de la adrenalina y la noradrenalina finalizan de dos maneras. La mayoría de las moléculas del neurotransmisor son captadas de nuevo por los botones sinápticos de las neuronas posganglionares en donde son degradadas por enzima monoaminooxidasa (mao). Las restantes moléculas de neurotransmisor acaban por ser degradadas por otra enzima, la catecol - O – metil transferasa (COMT). Ambos mecanismos son muy lentos en comparación con la rápida desactivación de la acetilcolina por la acetilcolinesterasa. Este hecho explica por que los efectos adrenérgicos suelen persistir algún **tiempo** despues de que cese la estimulación

Acetilcolina y sus receptores

La acetilcolina se fija a receptores colinérgicos. Hay dos tipos principales de receptores colinérgicos: receptores nicotínicos (N) y receptores muscarínicos (M) (ver figura nº4). Los receptores nicotínicos deben su nombre al hecho de que se descubrieron cuando se demostró que la nicotina lo fijaba.

Los receptores muscarínicos se denominan así porque su descubrimiento se produjo cuando se demostró que la muscarina los fijaba.

Como los receptores adrenérgicos los receptores colinérgicos presentan subtipos como nicotínico-1 y nicotínico-2 o muscarénico-1, muscarénico-2 y muscarénico-3.

En los ganglios de las dos secciones autónomas como la acetilcolina se fija a los receptores nicotínicos de las membranas de las células posganglionares. La acetilcolina, liberada por todas las células parasimpáticas posganglionares y por las escasas células simpáticas posganglionares que son colinérgicas se fija a los receptores muscarínicos de las membranas de las células efectoras. Como se mencionó anteriormente la acetilcolina cesa rápidamente al ser hidrolizada por la enzima acetilcolinesterasa.

La figura nº 4 **muestra** la compleja manera en que pueden funcionar los neurotransmisores y los receptores en una sinapsis con una célula efectora autónoma con doble inervación.

La noradrenalina liberada de una fibra adrenérgica simpática se une a receptores alfa (o beta) de **la célula** efectora originando efectos adrenérgicos (simpáticos). Como muestra la figura, la noradrenalina también puede unirse a receptores alfa en la membrana presináptica de una fibra colinérgica (parasimpática) cercana, inhibiendo la liberación de su neurotransmisor antagonista, la acetilcolina.

Además la acetilcolina liberada de fibras colinérgicas puede unirse en las membranas presinápticas de fibras adrenérgicas próximas e inhibir, por tanto la liberación del antagonista de la acetilcolina, la noradrenalina.

Debido a este complejo funcionamiento, la célula efectora puede controlarse con gran precisión equilibrando de diferentes maneras los efectos de la estimulación simpática y parasimpática.

5. Funciones de la sección simpática

En condiciones normales de reposo el simpático puede mantener el normal funcionamiento de los efectores autónomos doblemente inervados. Lo hace oponiéndose a los efectos de los impulsos parasimpáticos a estas **estructuras**. Por ejemplo, contra restando los impulsos parasimpáticos que tienden a retardar el **corazón** y debilitar su latido, los impulsos simpáticos funcionan para mantener la frecuencia y la **fuerza** normales del latido cardiaco. La sección simpática también suele ejercer otra **función** importante. Dado que solo las fibras simpáticas inervan el músculo liso de las paredes de los vasos sanguíneos, los impulsos simpáticos mantienen el tono normal de este músculo. Haciéndolo, el **sistema** simpático desempeña un **papel** crucial en el **mantenimiento** de la **presión** arterial en las condiciones normales. Si embargo, la principal

función de la sección simpática es que sirve como **sistema** de "urgencia". Cuando nos damos cuenta de que la **homeostasis** del cuerpo esta amenazada, es decir, cuando estamos bajo **estrés** físico o psicológico, aumentan significativamente las señales que salen del simpático. En realidad uno de los primerísimos pasos del complejo mecanismo de defensa del cuerpo contra el **estrés** es un repentino y marcado aumento de la actividad simpática, ello produce un **grupo** de respuestas que parten todas al mismo **tiempo** y que juntas colocan al cuerpo en disposición de gastar un máximo de energía para afrontar el máximo de ejercicio muscular necesario para resolver la amenaza percibida, por ejemplo, corriendo o luchando. Walter b. Cannon acuño la descriptiva y ahora famosa definición, la reacción de lucha o huida para denominar este **grupo** de respuestas simpáticas. En la siguiente tabla encontrara muchas de las reacciones fisiológicas de lucha o huida. Algunos de los cambios importantes de máximo gasto de energía por parte de los músculos esqueléticos consiste en latidos cardiacos más rápidos y fuertes, vasos sanguíneos dilatados en los músculos esqueléticos, bronquios dilatados y aumento de glucemia por estimulación de la glucogenolisis (conversión del glucógeno en glucosa). Los impulsos simpáticos a la medula de cada glándula suprarrenal también estimulan le secreción de adrenalina y de alguna noradrenalina. Estas **hormonas** refuerzan y prolongan los efectos de la noradrenalina liberada por las fibras simpáticas posganglionales. La reacción de lucha o huida es una respuesta normal en tiempos de estrés. Sin estas respuestas no podríamos defendernos o escapar de algo que amenace nuestro bienestar. No obstante, la **exposición** crónica al estrés puede ocasionar la disfunción de los efectores simpáticos, y tal vez incluso la disfunción del mismo **sistema nervioso** autónomo.

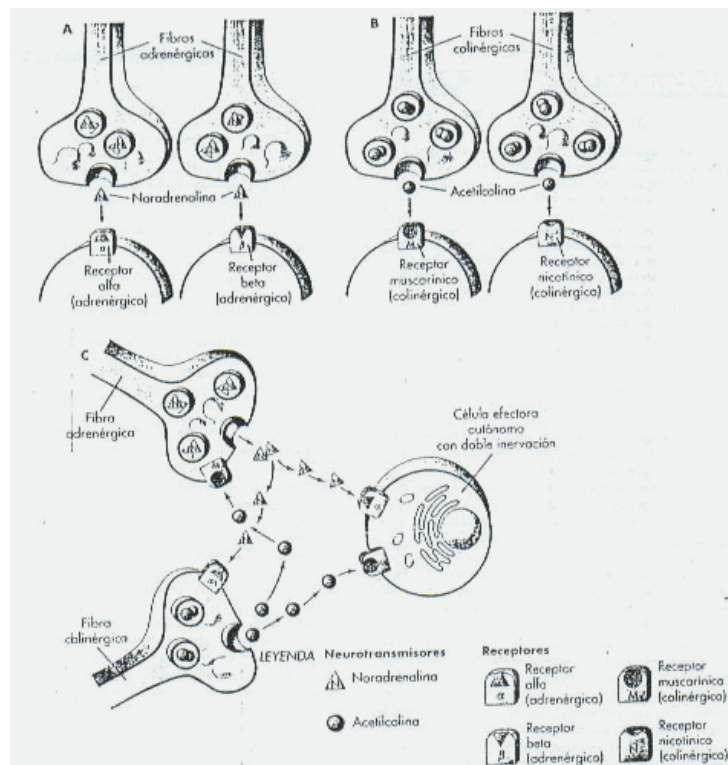
S I S T E	S	E	CEREBRO	
	I	C	TRONCO ENCEFALICO	Pedúnculos cerebrales Tubérculos cuadrig. Protuberancia Bulbo raquídeo
	S	E		
	T	F		
	M	A		

M A N E R V I O S O	A N E R V I S O C E N T R A L	L O	CEREBELO	
		M E S D P U I L N A A L		
	S I S T E M A N E R V I S O P	S E N S O R I A L		
		M O T O R	Somático (hacia los músculos esqueléticos)	Nervios Raquídeos 31 pares
		Autónomo	Simpático	Nervios Craneales 12 pares

	E R I F E R I C O	(hacia el músculo liso, músculo	parasimpático
--	---	---------------------------------------	---------------

Cuadro nº 1

El **diagrama** resume el esquema que utiliza la mayoría de los biólogos para estudiar el **sistema nervioso**. Tanto el sistema nervioso somático (SNS) como el autónomo (SNA) incluye componentes del SNC y del SNP. Las vías sensitivas somáticas conducen la **información** hacia los centros integradores presentes en el SNC y las vías motoras somáticas lo hacen hacia los efectores somáticos. En el SNA las vías sensitivas viscerales conducen la **información** hacia los centros integradores del SNC, en tanto que las vías simpáticas y parasimpáticas la llevan hacia los efectores autónomo.



Funciones de los neurotransmisores y los receptores autónomos.

- A. La noradrenalina liberada por las fibras adrenérgicas se une a receptores adrenérgicos alfa o beta, según el **modelo** de cerradura y llave, para originar efectos reguladores en **la célula** postsináptica.
- B. La acetilcolina liberada por las fibras colinérgicas se une de forma similar a receptores colinérgicos, muscarínicos o nicotínicos, para generar efectos reguladores postsinápticos.
- C. La compleja manera en que los neurotransmisores y los receptores regulan doblemente las **células** efectoras inervadas **muestra** que se puede producir una suma de los efectos sobre los receptores presinápticos y postsinápticos.

Por ejemplo, la noradrenalina liberada por una fibra adrenergica puede unirse a receptores postsinápticos alfa (o beta) para influir en **la célula** efectora y también puede unirse a receptores presinápticos alfa de una fibra colinérgica para inhibir la liberación de acetilcolina, un posible antagonista de la noradrenalina.

Resumen de la reacción simpática de lucha o huida

Repuesta	Función de la producción del uso de energía por los músculos esqueléticos
Aumento de la frecuencia cardiaca	Aumento de la velocidad de la corriente sanguínea que incrementa la oferta de Oxígeno y glucosa a los músculos
Aumento de fuerza de la contracción muscular del músculo cardiaco	Aumento de velocidad de la corriente sanguínea que incrementa la oferta de oxígeno y glucosa a los músculos
Dilatación de los vasos coronarios del corazón	Aumento de la oferta de oxígeno y nutrientes a los músculos cardiacos para mantener el aumento de frecuencia y de fuerza de las contracciones cardiacas
Dilatación de los vasos sanguíneos de los músculos esqueléticos	Aumento de la oferta de oxígeno y nutrientes a los músculos esqueléticos
Contricción de los vasos sanguíneos de los órganos digestivos y otros	Derivación de sangre a los músculos esqueléticos para aumentar la oferta de oxígeno y glucógeno
Contracción del bazo y otros	Más sangre vertida en la circulación general

depósitos de sangre	causando aumento de la oferta de oxígeno y glucosa a los músculos esqueléticos
Dilatación de vías respiratorias	Aumento de la carga de oxígeno de la sangre
Aumento de frecuencia y profundidad de la respiración	Aumento de la carga de oxígeno de la sangre
Aumento de la sudoración	Aumento de la disipación del calor generado por la actividad del músculo esquelético
Aumento de la conversión del glucógeno en glucosa	Aumento de la cantidad de glucosa disponible en el músculo esquelético

Trabajo enviado por:

javier

tarjec@arnet.com.ar