



## EL SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO: UNA HERRAMIENTA ESENCIAL EN LA FORMACIÓN MÉDICA

The Autonomic Nervous System: an essential tool for medical training

**Autores:** Isabel Cristina Martel Cabrera<sup>1</sup>, Carlos Rafael Ruiz González<sup>2</sup>, Eduardo Adiel Landrove Escalona<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Medicina, Segundo Año. Alumna ayudante en Angiología. Universidad Ciencias Médicas Cienfuegos (CUBA). Correo electrónico: [isabelmartelcabrera@gmail.com](mailto:isabelmartelcabrera@gmail.com). +52583944. <https://orcid.org/0000-0002-9322-7399>.

<sup>2</sup> Medicina, Segundo Año. . Universidad Ciencias Médicas Cienfuegos (CUBA). Correo electrónico: [carlosrafael2000@nauta.cu](mailto:carlosrafael2000@nauta.cu). +54786265. <https://orcid.org/0000-0002-5492-0115>.

<sup>3</sup> Medicina, Primer año. Universidad de Ciencias Médicas de Las Tunas (Cuba). Correo: [eduarditolandrove2001@gmail.com](mailto:eduarditolandrove2001@gmail.com). +5358707711. <https://orcid.org/0000-0003-42615719>.

### Correspondencia:

Isabel Cristina Martel Cabrera

Correo electrónico: [isabelmartelcabrera@gmail.com](mailto:isabelmartelcabrera@gmail.com). +52583944

### RESUMEN

El Sistema Nervioso Autónomo es la división del sistema nervioso encargada del control involuntario de una parte importante de las funciones del organismo y resulta imprescindible para el correcto y armónico equilibrio del medio interno. El presente artículo tuvo como objetivo describir el sistema nervioso autónomo desde el punto de vista morfo-funcional, así como su correlación con la clínica. Para ello se consultó un total de 15 fuentes bibliográficas, entre ellas libros y artículos de revista accedidos mediante los principales gestores de la red informática. Se concluyó que el conocimiento de este sistema y de sus funciones tiene una amplia aplicación en la clínica a través de maniobras, reflejos y fármacos que emplean como principio fundamental la acción a nivel de algunas estructuras de la vía de conducción autónoma.

**Palabras Claves:** Sistema nervioso autónomo, simpático, parasimpático, neurotransmisor, receptor.

### Abstract

The Autonomous Nervous System is the division of the nervous system responsible for the involuntary control of an important part of the body's functions and is essential



for the correct and harmonious balance of the internal environment. The present article aimed to describe the autonomic nervous system from a morpho-functional point of view, as well as its correlation with the clinical picture. For this, a total of 15 bibliographic sources, including books and journal articles accessed through the main computer network managers. It was concluded that the knowledge of this system and its functions has a wide application in the clinic through maneuvers, reflexes and drugs that use as a fundamental principle the action at the level of some structures of the autonomous conduction pathway.

**Keywords:** Autonomic nervous system, sympathetic, parasympathetic, neurotransmitter, receptor.

## INTRODUCCIÓN

En la transición de los siglos XIX al XX los estudios de John N. Langley llegaron a aclarar varios aspectos de estas supuestas "dos vidas". Hoy sabemos que el sistema nervioso autónomo es un sistema motor que regula el músculo liso, el músculo cardíaco y las glándulas. Este sistema no es susceptible de un control voluntario directo, sino que funciona de una manera automática a través de los reflejos autónomos y de un control central. Su función principal es la homeóstasis o el mantenimiento del medio interno en un estado óptimo. Otra función es la realización de las correcciones precisas en el tono del músculo liso, en la actividad del músculo cardíaco y en la secreción glandular para llevar a cabo los distintos comportamientos. El principal tema de trabajo de Langley fue la influencia de los venenos y fármacos sobre las funciones nerviosas. Investigó la acción de la pilocarpina, descubrió la acción bloqueadora de la nicotina sobre las sinapsis, describió el reflejo axónico, el papel de la adrenalina en la estimulación de las células simpáticas, la inervación de las glándulas salivales, etc. A él se debe el concepto del "sistema nervioso autónomo" y la designación del "parasimpático".<sup>1</sup>

El sistema nervioso autónomo comienza en el cerebro, e incluye parte de la corteza cerebral de la ínsula, del cíngulo, de la amígdala y del tronco cerebral; éste último incluye la región periacueductal, el hipotálamo, el núcleo parabraquial de la protuberancia, el núcleo del tracto solitario y la región ventrolateral de la médula, la que es muy importante en el control de la presión arterial. Existen proyecciones aferentes a distintas partes del cerebro y también conexiones desde centros altos a centros más bajos, al tronco cerebral, y a la médula espinal. El sistema simpático tiende a ser de distribución toracolumbar, y el parasimpático, craneal y sacral. Hay ciertos grupos nucleares responsables del sistema parasimpático: el III, VII, IX, X; y en lo que respecta a la espina sacra esa es el área que controla la vejiga y la vulva. Hay algunas diferencias anatómicas: en el sistema simpático el centro tiende a ser el hipotálamo; en cambio, en el parasimpático son los nervios craneales III, VII, IX, X. En términos de la médula espinal, el sistema simpático es toracolumbar y el



parasimpático, sacral. La organización y fisiología de ambos también difiere: el sistema simpático regula algunas funciones más globales y difusas, en cambio, el parasimpático provee de controles más finos. Para satisfacer esas necesidades, el sistema simpático preganglionar sinapta lejos del órgano blanco, cerca de la médula espinal o cerebro, posee una sinapsis preganglionar corta y tiene largas conexiones postganglionares, mientras que el parasimpático lo hace cerca del órgano blanco, ejerciendo un control mucho más fino.<sup>2</sup>

La variabilidad de la frecuencia cardíaca puede proporcionar información sobre varios factores relacionados con la salud cardiovascular o el estrés mental, y también puede revelar el estado y el nivel de relajación y sueño de una persona. Este intervalo latido a latido ha sido el centro de un número creciente de estudios, ya que se ha encontrado una VFC reducida en grupos de pacientes con problemas de salud como enfermedades coronarias, fibromialgia, diabetes e incluso depresión.<sup>3</sup>

### **Problema Científico:**

¿Qué importancia tiene el estudio y conocimiento del Sistema Nervioso Autónomo para la formación del médico general?

### **Justificación de la Investigación:**

Dada la amplia gama de funciones que son reguladas por el sistema nervioso autónomo, así como su estrecho vínculo con la práctica clínica diaria se hace necesaria la realización del presente trabajo. El conocimiento de sus aplicaciones es de capital importancia pues a través de determinadas maniobras se puede explorar su integridad, su aplicación tiene uso en la terapéutica en algunas enfermedades, además de que innumerables grupos farmacológicos tienen como mecanismo de acción el estímulo o el bloqueo de algunas áreas del SNA, por lo que su dominio ayuda a un mejor empleo del método clínico.

### **OBJETIVO**

◆ Describir el sistema nervioso autónomo desde el punto de vista morfo-funcional, así como su correlación con la clínica.

### **DESARROLLO**

El sistema nervioso autónomo (SNA) es la división involuntaria del sistema nervioso. Se compone de neuronas autonómicas que conducen los impulsos desde el sistema nervioso central (cerebro y / o médula espinal) a las glándulas, musculatura lisa y músculo cardíaco. Las neuronas del SNA son responsables de regular las secreciones de ciertas glándulas (por ejemplo, las glándulas salivales) o de la regulación de la frecuencia cardíaca, así como el peristaltismo (contracción del músculo liso en el tracto digestivo), entre otras funciones. El papel de la SNA es el de constantemente



ajustar el funcionamiento de los órganos y sistemas de órganos de acuerdo con estímulos tanto internos como externos. El SNA ayuda a mantener la homeostasis (estabilidad interna y equilibrio) a través de la coordinación de diversas actividades tales como la secreción hormonal, la circulación, la respiración, la digestión y la excreción. El SNA se divide en dos subsistemas, el SNS (sistema nervioso simpático) y el SNP (sistema nervioso parasimpático), además de presentar el sistema nervioso entérico.<sup>4</sup>

### **Sistema Nervioso Entérico.**

El sistema nervioso entérico (SNE) constituye el conjunto más grande de neuronas fuera de la médula espinal y el cerebro. Las células se organizan en dos redes compuestas por: 1- grupo de nervios llamados ganglios y 2- interneuronas que conectan éstos grupos entre sí. Estos plexos se ubican en la submucosa (plexo submucoso) y entre la capa muscular circular y la longitudinal del intestino (plexo mientérico).<sup>5</sup>

### **Anatomía del sistema nervioso simpático**

Es la parte más extensa de las dos divisiones del SNA. Se encuentra distribuido por todo el organismo, innervando el corazón, los pulmones, el músculo de las paredes de los vasos sanguíneos, folículos pilosos, glándulas sudoríparas y algunas vísceras abdomino-pélvicas.<sup>6</sup>

La primera neurona o componente central de este sistema se sitúa en la médula espinal a nivel de la columna intermediolateral de todos los segmentos dorsales y dos primeros lumbares. Los axones mielínicos salen de la médula por las raíces anteriores, siguen por los ramos comunicantes blancos (fibras mielínicas), formando las fibras preganglionares y alcanzan la cadena simpática paravertebral, que está compuesta por ganglios y fibras a cada lado de la columna vertebral.<sup>7</sup>

Cuando las fibras preganglionares llegan a esta cadena pueden hacer sinapsis con el ganglio del mismo nivel, con el de otros niveles o con los ganglios vecinos a las vísceras, es decir, pueden seguir los siguientes destinos:

◆Hacer sinapsis con una neurona excitadora en el ganglio del mismo nivel, de tal forma que los axones amielínicos postganglionares dejan el ganglio para dirigirse a los nervios dorsales espinales como ramos comunicantes grises (fibras amielínicas), distribuyéndose en las ramas de los nervios espinales e innervando el músculo liso de los vasos sanguíneos, glándulas sudoríparas y músculos erectores de los pelos de la piel. De esta forma se consigue vasoconstricción, secreción sudoral y de la piloerección.

◆Hacer sinapsis en los ganglios de la región cervical dirigiéndose hacia arriba en el tronco simpático, para unirse con los nervios cervicales espinales a través de los



ramos comunicantes grises o hacia abajo para llegar a los ganglios de las regiones lumbar inferior y sacra, saliendo también por los ramos comunicantes grises y unirse a los nervios espinales lumbares, sacros y coccígeos.

♦ Pueden atravesar los ganglios del tronco simpático pero sin hacer sinapsis, que son las fibras mielínicas que forman los nervios espláncnicos mayor, menor e inferior.<sup>6</sup>

### **Anatomía del sistema nervioso parasimpático**

Las células nerviosas pertenecientes a esta división se encuentran en el tronco encefálico y los segmentos sacros de la médula espinal, cuya anatomía se detalla a continuación:

- Las células del TRONCO ENCEFÁLICO forman los núcleos de los pares craneales III, VII, IX y XI. Las neuronas preganglionares del III par craneal asientan en el núcleo de Edinger-Westphal, las del VII o facial en el núcleo salival superior y núcleo lacrimal, las del IX o glossofaríngeo en el núcleo dorsal del vago. Los axones (fibras preganglionares) de todas estas células nerviosas o núcleos son mielínicos y salen del encéfalo dentro de los pares craneales respectivos.<sup>6,7,8</sup>

- Las fibras preganglionares del núcleo de Edinger Westphal van por el nervio oculomotor hasta el ganglio ciliar de la órbita, con el que hacen sinapsis para inervar el músculo ciliar y el esfínter de la pupila.

- Las fibras preganglionares del núcleo salival superior entran en el nervio facial, forman el nervio petroso superficial mayor y llegan así hasta el ganglio esfenopalatino para terminar inervando la glándula lacrimal. Otras fibras del nervio facial terminarán inervando a las glándulas submaxilar y sublingual.

- Las fibras preganglionares derivadas del núcleo motor dorsal del vago entran en el nervio vago y terminan en los ganglios que están en las paredes de vísceras torácicas y abdominales.

- Las células nerviosas de SEGMENTOS SACROS MEDULARES se encuentran en la sustancia gris o células del asta lateral del segundo, tercero y cuarto segmento sacro de la médula espinal. Salen por las raíces anteriores de los nervios espinales correspondientes y dejan los nervios sacros formando los nervios espláncnicos pelvianos.<sup>6</sup>

Las fibras eferentes craneosacras son preganglionares y, a través de los nervios sacros, hacen sinapsis en los ganglios situados cerca de las vísceras que inervan, como el colon, la vejiga y otros órganos pélvicos. Desde estas vísceras salen las fibras aferentes mielínicas y se dirigen hacia los ganglios sensitivos de los nervios craneales o hacia los ganglios de las raíces posteriores de los nervios sacros. De ahí van al



sistema nervioso central para formar parte del arco reflejo local o se dirigen a centros superiores como el hipotálamo.<sup>6</sup>

### **Dos neurotransmisores importantes del sistema nervioso autónomo son**

Acetilcolina: las fibras que secretan acetilcolina (fibras colinérgicas) incluyen todas las fibras preganglionares, todas las fibras parasimpáticas posganglionares y algunas fibras simpáticas posganglionares (las que inervan los músculos piloerectores, las glándulas sudoríparas y los vasos sanguíneos).

Noradrenalina: las fibras que secretan noradrenalina (fibras adrenérgicas) incluyen a la mayoría de las fibras simpáticas posganglionares. Las glándulas sudoríparas de las palmas y las plantas también responden en cierta medida a la estimulación adrenérgica.<sup>9</sup>

### **Receptores del SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO**

#### **Receptores colinérgicos**

La AC actúa como primer mensajero en la transmisión de impulsos en el sistema nervioso parasimpático, ganglios del sistema nervioso simpático y en la unión neuromuscular estriada. Los receptores sobre los que actúa la acetilcolina, se conocen como colinérgicos. Los receptores colinérgicos, se diferencian en dos tipos: los muscarínicos y los nicotínicos, según su afinidad selectiva para la muscarina o la nicotina. Los receptores muscarínicos se encuentran en los órganos efectores estimulados por las neuronas postganglionares del sistema nervioso parasimpático, como el corazón y el músculo liso de todo el organismo. Pertenecen a una superfamilia de receptores unidos a una proteína G y se han identificado 5 tipos diferentes (M1-M5). Los M1 se localizan fundamentalmente en el sistema nervioso y median efectos excitatorios. Los M2 predominan en el miocardio, aunque también se encuentran a nivel presináptico donde son responsables del "feed-back" negativo. Los M3 y M4 están localizados en las glándulas secretoras y en el músculo liso y son responsables de todos los demás efectos de la estimulación parasimpática. La estimulación de los receptores muscarínicos produce bradicardia, disminución del inotropismo, broncoconstricción, miosis, salivación, hipermotilidad gastrointestinal y aumento de la secreción de ácido gástrico. Estos receptores pueden bloquearse con atropina sin que se produzcan efectos sobre los receptores nicotínicos.<sup>10</sup>

En la membrana presináptica de las terminaciones nerviosas simpáticas del miocardio, coronarias y vasos periféricos también encontramos receptores muscarínicos que se conocen como receptores muscarínicos adrenérgicos por su localización, pero que se estimulan por acción de la AC; inhiben la liberación de NA de manera similar a la estimulación de los receptores adrenérgicos presinápticos. En estas localizaciones existen plexos del sistema nervioso autónomo donde las



terminaciones simpáticas y parasimpáticas están estrechamente asociadas de tal manera que aquí, la AC liberada por el parasimpático, puede inhibir también la liberación de NA. El bloqueo muscarínico eliminará este efecto inhibitorio sobre la liberación de NA, aumentando la actividad simpática; así, la atropina, además del bloqueo vagal puede aumentar la actividad simpaticomimética. La taquicardia provocada por algunos relajantes musculares podría explicarse por este mismo mecanismo. Los fármacos agonistas muscarínicos directos son: 1/ ésteres de colina: acetilcolina, metacolina, betanecol, carbamilcolina y 2/ alcaloides: muscarina, pilocarpina, arecolina. Los fármacos agonistas muscarínicos indirectos son anticolinesterásicos que producen un aumento de la AC en la hendidura sináptica al inhibir el metabolismo de la misma por la acetilcolinesterasa y son la fisostigmina, neostigmina, piridostigmina, edrofonio y ecotiopato. Los fármacos antagonistas muscarínicos son la atropina, escopolamina, glicopirrolato e ipatropio. Los receptores nicotínicos se localizan en las uniones sinápticas de las neuronas pre y postganglionares tanto del simpático (ganglios simpáticos) como del parasimpático; así el estímulo nicotínico produce efectos excitatorios en ambos sistemas, pero el efecto final es predominantemente simpático con hipertensión y taquicardia a través de la liberación de adrenalina y NA de la médula suprarrenal. Los receptores de la unión neuromuscular estriada son también nicotínicos, pero de un tipo diferente a los autonómicos.<sup>10</sup>

### **Receptores Adrenérgicos:**

Existen 2 grandes grupos de receptores adrenérgicos, los alfa ( $\alpha$ ) y la beta ( $\beta$ ), que a vez se subdividen en alfa1, alfa2, beta 1 y beta2, aunque se conocen más subdivisiones. A "grosso modo" los alfa1 serían los postsinápticos, los alfa2 presinápticos, los beta1 cardíacos y los beta2 no cardíacos. Los adrenorreceptores se localizan tanto en la neurona presináptica como en la postsináptica, así como también en localizaciones extrasinápticas. Se localizan tanto a nivel post como presináptico, y también pueden ser extrasinápticos. Los receptores alfa se estimulan sobre todo por la acción de la noradrenalina, mientras que los receptores beta se estimulan sobre todo con el isoproterenol. Existe, además, otro receptor periférico adrenérgico específico para la dopamina, el receptor dopaminérgico (DA). Los receptores presinápticos se consideran inervados ya que se encuentran muy próximos a la liberación del NT. Los postsinápticos pueden considerarse inervados o no dependiendo de su proximidad a la hendidura sináptica, de manera que los que están en la misma membrana postsináptica se consideran inervados y los extrasinápticos se denominan no inervados.<sup>11</sup>

### **Receptores alfa-adrenérgicos**

Los receptores alfa1 son postsinápticos y se localizan fundamentalmente en la musculatura lisa de los vasos periféricos y arterias coronarias, útero, trigono vesical



y piel (músculo piloerector). La prazosina es el antagonista más potente de estos receptores. Su activación comporta un aumento o una disminución del tono muscular dependiendo del órgano efector produciendo constricción del músculo liso, excepto en el sistema gastrointestinal donde provoca relajación. Los receptores alfa1 tienen subtipos bien identificados: alfa1A, alfa1B, alfa1D; esta subdivisión tiene relevancia clínica y no solamente teórica; el desarrollo de nuevos agonistas y antagonistas con relativa actividad selectiva por los receptores permite, por ejemplo, la terapia con antagonistas selectivos 1A para el tratamiento de la hipertrofia benigna de próstata (los receptores alfa de la próstata son predominantemente del subtipo A), evitando la hipotensión ortostática que ocurría con otros antagonistas no selectivos.<sup>11</sup>

Los receptores alfa2, son presinápticos y postsinápticos y se encuentran en una gran variedad de órganos y tejidos como el SNC y periférico, plaquetas, hígado, riñones, tejido adiposo y páncreas. La mayoría de los postsinápticos son extrasinápticos y su importancia clínica radica en el hecho de que están más influenciados por las hormonas catecolamínicas que por los neurotransmisores y la interacción agonista-receptor tiene un inicio más lento y una duración más larga.

Estos receptores extrasinápticos parece ser que estarían menos influenciados por los factores determinantes de la regulación al alza o a la baja del receptor. Los receptores alfa2 presinápticos inhiben la liberación de NA en la hendidura sináptica, actuando como un mecanismo de feed-back negativo.<sup>12</sup>

En el SNC reducen el estímulo simpático con un incremento concomitante del tono parasimpático y en consecuencia disminuirán las resistencias vasculares sistémicas y el gasto cardíaco. Se le atribuyen efectos sedantes, ansiolíticos, analgésicos e hipnóticos (ej.: clonidina, dexmedetomidina). La NA interacciona tanto con los alfa1 como con los alfa2. Así, por un lado, produce vasoconstricción y por el otro inhibe su propia liberación. A los alfa2 postsinápticos periféricos se les atribuyen múltiples acciones: arterio y venoconstricción (su distribución, sin embargo, es más importante en el territorio venoso), agregación plaquetaria, inhibición de la liberación de insulina, inhibición de la lipólisis e inhibición de la liberación de renina. Las funciones del receptor postsináptico en el SNC no son del todo conocidas; se les atribuye la estimulación de la liberación de hormona de crecimiento y la inhibición de la liberación de hormona antidiurética (ADH), así como efectos sedantes, analgésicos e hipnóticos. En las vías colinérgicas también podemos encontrar receptores alfa2, los cuales pueden modular de forma significativa la actividad parasimpática.<sup>12</sup>

### **Receptores beta-adrenérgicos**

Se han descrito 3 subtipos: beta1, beta 2 y beta3. Los receptores beta1 son postsinápticos y no se han identificado en la membrana presináptica. Se consideran receptores inervados. Predominan en el miocardio, nodo sinusal y en el sistema de





conducción ventricular. También se han identificado en el tejido adiposo. Son sensibles a la adrenalina y a la NA, hecho que los diferencia de los beta2 que son más sensibles a la adrenalina. Su efecto en el corazón es aumentar el inotropismo y el cronotropismo y en el tejido adiposo estimulan la lipólisis. Los receptores beta2 son pre y postsinápticos. El estímulo de los receptores beta2 presinápticos tiene un efecto opuesto al de los alfa2 presinápticos, aumentando la liberación de NA endógena en la sinapsis, funcionando como un mecanismo de "feed-back" positivo.

Su antagonismo producirá efectos similares a la estimulación de los alfa2 presinápticos. Los receptores beta2 postsinápticos se consideran no inervados y responden principalmente a la adrenalina circulante. Se encuentran en el músculo liso de los vasos sanguíneos, piel, bronquios, útero, gastrointestinal, vejiga y páncreas. Son más sensibles a la adrenalina que a la noradrenalina. La estimulación de estos receptores provoca relajación del músculo liso con vasodilatación, broncodilatación, relajación uterina, etc. Se encuentran también en el páncreas endocrino estimulando la secreción de insulina, y en el hígado donde estimulan la glicogenólisis y la gluconeogénesis; en las glándulas salivares aumentan la secreción de amilasa. A nivel renal están presentes los dos tipos de receptores, predominando los beta1.<sup>10,11</sup>

El efecto de la estimulación de estos receptores es el aumento de liberación de renina (los betabloqueantes inhiben esta liberación). Los beta2 parecen tener un papel en la regulación del flujo sanguíneo renal y su estimulación ocasiona una respuesta vasodilatadora. Los receptores beta3 se han caracterizado fundamentalmente en la grasa parda donde jugarían un papel importante en la termogénesis. El papel de estos receptores en el tejido adiposo normal humano no está bien establecido. También se ha descrito su localización en el miocardio donde antagonizarían los efectos de la estimulación beta1 y beta2.<sup>10,12</sup>

### **Receptores dopaminérgicos (DA)**

Los receptores dopaminérgicos se localizan en el SNC y en los vasos sanguíneos y nervios simpáticos postganglionares. Se dividen en dos tipos principales: DA1 y DA2. Se ha sugerido que la dopamina podría ser un regulador intrínseco de la función renal, ya que la zona glomerular del córtex renal tiene receptores DA2 que inhiben la liberación de aldosterona. La dopamina no solo estimula los receptores dopaminérgicos, estimulando también los receptores alfa y beta de forma dosisdependiente. Dosis altas de dopamina pueden producir vasoconstricción actuando sobre los receptores alfa1 y alfa2 postsinápticos. Este efecto es relativamente débil ya que la acción de la dopamina sobre estos receptores es 35 veces menos potente que la de la adrenalina y cincuenta menos que la NA. El estímulo de los receptores beta incrementa el gasto cardíaco (aumenta el inotropismo y el cronotropismo). Receptores DA1: son postsinápticos y se localizan sobretodo en el



músculo liso de los vasos mesentéricos y renales, aunque también se encuentran en otros sistemas arteriales como el coronario, cerebral y cutáneo. La activación de estos receptores provoca vasodilatación y aumento del flujo sanguíneo. El estímulo concomitante de los DA<sub>2</sub> presinápticos (inhibidores de la liberación de NA) también contribuyen a la vasodilatación. A nivel esofágico, gástrico y del intestino delgado están implicados en el aumento de la secreción y disminución de la **motilidad** (de aquí la utilización de la metoclopramida como antiemético y estimulador del vaciado gástrico).<sup>11,12</sup>

En el SNC están relacionados con la liberación de prolactina a nivel hipotalámico, con la coordinación de la actividad motora a nivel de los ganglios basales (la degeneración de estos ganglios es la base de la enfermedad de Parkinson) y con el estímulo de la zona "trigger" quimiorreceptora del bulbo provocando náuseas y vómitos (los antagonistas dopaminérgicos como el haloperidol y el droperidol tienen una actividad antiemética potente). En el riñón, los receptores dopaminérgicos se localizan en los túbulos renales, inhibiendo la reabsorción de sodio y aumentando de este modo la natriuresis y la diuresis. La natriuresis puede ser el resultado de la combinación de un aumento del gasto cardíaco, de la acción tubular de los receptores y de la vasodilatación renal. Las células yuxtaglomerulares tienen receptores DA<sub>1</sub> que aumentan la liberación de renina. Al causar vasodilatación renal y mesentérica disminuyen la poscarga cardíaca. Receptores DA<sub>2</sub> Se encuentran a nivel pre y postsinápticos. Los presinápticos tienen un efecto similar a los  $\alpha_2$ , con inhibición de la liberación de noradrenalina y un efecto vasodilatador. Los postsinápticos, posiblemente tengan un efecto vasoconstrictor.<sup>13</sup>

### **Interacción Neurotransmisor-receptor**

Los receptores se localizan en la cara externa de la membrana celular unido a una proteína que atraviesa la membrana. Cuando se une al NT, el receptor experimenta un cambio de conformación, ya sea por una alteración de la permeabilidad de la membrana o bien por un cambio en la actividad de una enzima acoplada al receptor. En el primer caso, el efecto del cambio de conformación llevará a una apertura o cierre de canales iónicos, permitiendo el movimiento de iones que llevarán a la despolarización de la membrana.<sup>13</sup>

### **Función de la médula suprarrenal**

El estímulo de los nervios simpáticos que llega a la suprarrenal, tiene como consecuencia la liberación masiva de NA y A hacia la circulación sistémica que actuarán en todos los órganos del organismo. Aproximadamente el 20% de la secreción de la suprarrenal es noradrenalina y el 80% adrenalina. Sus acciones son las mismas que las producidas por el estímulo simpático directo, pero el efecto de estas hormonas circulantes, es mucho más largo (5-10 minutos). La NA y la A de la médula suprarrenal son liberadas a la vez que los diferentes sistemas son



estimulados directamente por las terminaciones nerviosas simpáticas, de manera que los diferentes órganos reciben un estímulo casi simultáneo directo y a través de las hormonas circulantes. Estos dos sistemas se complementan y pueden sustituirse mutuamente. Este mecanismo dual de estimulación constituye un sistema de seguridad. Un factor importante de las hormonas suprarrenales es su capacidad para estimular estructuras que no reciben inervación simpática directa, de tal forma que pueden aumentar la actividad de todas las células del organismo (sólo una pequeña parte de ellas tiene inervación simpática directa).

### **La adrenalina produce efectos muy similares a la NA, pero con algunas diferencias**

- ◆ Su efecto sobre la actividad cardíaca es más pronunciado, aumentando más el gasto cardíaco. Esto se debe a su efecto predominante sobre los receptores beta.
- ◆ Sólo causa una ligera vasoconstricción de los vasos sanguíneos musculares, mientras que la producida por la NA es mucho más marcada, lo que hace que el aumento de la presión arterial producido por la adrenalina sea menor.
- ◆ Tiene un efecto metabólico mucho más importante y puede aumentar el metabolismo de todo el organismo hasta un 100% del normal.<sup>13</sup>

### **Funciones del sistema nervioso simpático. (Ver Anexo.1)**

La función principal del sistema simpático es activar al organismo para facilitar la reacción a los estímulos. Para ello, activa una serie de reacciones fisiológicas que nos preparan para responder. Se ha de tener en cuenta que esta activación del sistema simpático facilita la lucha o huida de eventos amenazantes, pero su activación no se da únicamente ante este tipo de situaciones. Este sistema actúa de manera regular para mantener la homeostasis corporal y participa en múltiples procesos que requieren de activación fisiológica. Veamos a continuación algunas de las reacciones que provoca.<sup>14</sup>

#### **1. Reflejo ocular**

El sistema simpático produce a nivel ocular la midriasis o dilatación pupilar, hecho que permite una mayor capacidad visual que puede permitir ver mejor posibles peligros. Es un proceso automático e inconsciente dado que se utiliza de manera constante independientemente de la relevancia que tenga el objetivo.

#### **2. Actuación en sistema cardiovascular**

La frecuencia cardíaca aumenta ante la activación del sistema simpático, produciendo un aumento en el ritmo con el que se envían oxígeno y nutrientes a través de la sangre. Este aumento se dirige a los músculos, preparándose para la acción y



haciendo que se dediquen recursos a mantener en marcha los aspectos motores del organismo.

Además, se regula y aumenta la presión sanguínea, de manera que la sangre fluye más rápidamente por el sistema vascular y llega antes a los distintos órganos. Por supuesto, esto contribuye a que estos puedan ofrecer una respuesta rápida a las necesidades del momento, lo cual a su vez hace que otras partes del organismo también lo hagan para adaptarse a ese ritmo. De este modo se mantiene un equilibrio a pesar de que las condiciones han cambiado por orden del sistema nervioso simpático. <sup>14</sup>

### **3. Secreción de adrenalina, noradrenalina y glucosa**

El sistema simpático provoca asimismo la liberación de adrenalina y noradrenalina en la sangre a través de los riñones, con el fin de aumentar la activación física y psicológica. También se aumenta la liberación de glucosa en sangre a partir del hígado

### **4. Dilatación pulmonar**

Ante la actuación del sistema simpático los pulmones empiezan un proceso de broncodilatación con el fin de capturar un mayor nivel de oxígeno y optimizar el sistema de aprovisionamiento de este recurso.

### **5. Disminución actuación sistema gastrointestinal**

El proceso digestivo consume una gran cantidad de energía por sí mismo. Con el fin de poder conservar esa energía, el sistema parasimpático reduce y enlentece en gran medida la actividad del tubo digestivo y las glándulas que secretan enzimas digestivas. A nivel bucal también detiene la producción de saliva, motivo por el que es frecuente que se nos seque la boca en situaciones de tensión.

### **6. Detiene la excreción**

Ante un posible peligro, excretar puede suponer una situación de vulnerabilidad incompatible con la supervivencia. El sistema nervioso simpático provoca que los esfínteres se contraigan, dificultándolo. Orinar o defecar suelen ser procesos que se retrasan en situaciones de estrés o tensión, si bien no se trata de algo enteramente imposible. De este modo, toda la actividad mental se concentra en los objetivos más inmediatos, restando importancia a aquellos que son postergables justamente porque se puede satisfacer esas necesidades más tarde sin pagar un precio.<sup>14</sup>

### **Funciones del sistema nervioso parasimpático. (Ver Anexo.2)**

Sabemos que el sistema nervioso simpático media en nuestro ahorro energético. Es decir, nos ayuda a pasar de un estado de alerta a uno de calma. Sin embargo, cabe



decir que lleva a cabo más tareas, más funciones esenciales para nuestra supervivencia y que realizamos de forma inconsciente o involuntaria. Son las siguientes.<sup>15</sup>

### **Sistema cardiovascular**

Las funciones del sistema parasimpático en el sistema cardiovascular están controladas por el nervio vago. Así, su principal tarea es regular el ritmo cardíaco, tanto la frecuencia como la fuerza de la contracción. Reduce también la presión sanguínea. Así mismo, y no menos interesante, cabe decir que gracias al sistema parasimpático podemos mejorar procesos cognitivos tan importantes como la memoria, la atención, la resolución de problemas... Según un estudio publicado en la Universidad de Psicología, Ruhr Bochum, en Alemania, cuando nuestra frecuencia cardíaca se regula y el ritmo cardíaco es menos acelerado, nuestro cerebro trabaja mucho mejor.

### **Sistema digestivo**

Media en el proceso de la digestión de diversos modos: controla la pared del estómago facilitando las contracciones y la actividad peristáltica, y facilita la secreción de hormonas como la gastrina, secretina e insulina. También regula la salivación y la deglución. Por otro lado, hay un aspecto que no podemos olvidar: la digestión demanda un alto coste energético. Por ello, lo que hace el sistema nervioso parasimpático es centrar toda la energía durante este proceso en nuestro sistema digestivo.

### **Sistema excretor**

El sistema parasimpático controla y regula tanto el proceso de eliminación de los esfínteres como la coordinación de la micción.

### **Sistema genital**

Esta estructura conformada por nervios y ganglios tiene una relevancia clave en nuestra sexualidad. Gracias a este sistema se favorece la excitación sexual.

### **Sistema respiratorio**

La función de este sistema en nuestros pulmones es clave para estimular la broncoconstricción. Es decir, ese mecanismo por el cual se estrechan las vías aéreas para bloquear o disminuir el flujo de oxígeno que recibimos.

### **Sistema visual**

Cuando estamos en un estado de reposo y este sistema considera que no es necesario que capturemos más luz, contrae nuestra pupila.<sup>15</sup>



## CONCLUSIONES

El sistema nervioso autónomo se divide para su estudio en tres grandes sistemas: Simpático, Parasimpático y Entérico, cada uno de los cuales controla, de forma diferente, un determinado grupo de funciones vitales para el correcto equilibrio del organismo. El conocimiento de este sistema y de sus funciones tiene una amplia aplicación en la clínica a través de maniobras (principalmente las maniobras vagales que son las más conocidas), reflejos y fármacos que emplean como principio fundamental la acción a nivel de algunas estructuras de la vía de conducción autónoma. Es de suma importancia a su vez el conocimiento adecuado de este sistema para el correcto funcionamiento del corazón como bomba y la variabilidad de la frecuencia cardíaca indispensable para la práctica médica ya que es conocida como la variación en el tiempo que transcurre entre los intervalos RR del electrocardiograma y refleja la actividad del sistema nervioso autónomo sobre la función cardíaca.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- John Newport Langley (1852-1925)- de [historiadelamedicina.org](https://www.historiadelamedicina.org). [Internet]. New York: Langley; 2014[actualizado 1 Abr 2019; citado 8 de Sept de 2021] Disponible en <https://www.historiadelamedicina.org/langley.html>.
- 2- Fisiología del sistema nervioso autónomo. Physiology of the autonomic nervous system. [Internet]. Madrid: Sphynx; 2001[actualizado 18 Abr 2019; citado 8 de Sept de 2021] Disponible en <https://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/PuestaDia/Cursos/3347?ver=sindiseno>.
- 3- Variabilidad de la frecuencia cardíaca y Orthostatic test. [Internet]. Madrid: Sphynx; 2011[actualizado 5 Abr 2018; citado 8 de Sept de 2021] Disponible en <https://www.polar.com/blog/es/variabilidad-de-la-frecuencia-cardiaca-yorthostatic-test/>.
- 4- Sistema nervioso autónomo Introducción-VitalScan [Internet]. Buenos Aires: Sphynx; 2015[actualizado 2 Abr 2019; citado 8 de Sept de 2021]. Disponible en [http://www.vitalscan.es/dtr\\_ans\\_overview\\_sp.htm](http://www.vitalscan.es/dtr_ans_overview_sp.htm).
- 5- Cortesini C, Cianti F, Infantino AK et al. Nitric oxide synthase and VIP distribution in enteric nervous system in idiopathic chronic constipation. *Dig Dis Sci* 2018; 40:2450-2455.



- 6- Snell, RD (Ed) (2017). Sistema nervioso autónomo. En: Neuroanatomía clínica, (pp 449-478). Buenos Aires: Panamericana.
- 7- Cervera Radigales C, Massons Cirera J, Titus Albareda F, Codina-Puiggros A (2019). Sistema nervioso autónomo (S. N. vegetativo). En: CodinaPuiggros A (Ed), Tratado de neurología, (pp 667-678). Madrid: Editorial Libro del Año.
- 8- Ropper AH, Brown, RH (Eds) (2020). Trastornos del sistema nervioso vegetativo, respiración y deglución. En: Principios de Neurología de Adams y Víctor, (pp 452-471). México: McGraw-Hill Interamericana.
- 9- Generalidades sobre el SNA-trastornos neurológicos Por Phillip Low, MD, College of Medicine, Mayo Clinic. [Internet]. Buenos Aires: Sphynx; 2001[actualizado 18 Abr 2019; citado 8 de Sept de 2021] Disponible en <https://www.merckmanuals.com/es-us/professional/trastornosneurol%C3%B3gicos/sistema-nervioso-aut%C3%B3nomo/generalidadessobre-el-sistema-nervioso-aut%C3%B3nomo>.
- 10- Medical Physiology; Guyton AC, Hall JE.; 12th edition 2010.
- 11- Paul G. Barash et al. Clinical Anesthesia; Autonomic nervous system: physiology and pharmacology. 7th Ed., 2015.
- 12- Pharmacology & Physiology in Anesthetic Practice; Stoelting R., 4th Ed 2005.
- 13- Anesthesia and Co-existing diseases, Stoelting. 6th edition, 2016.
- 14- Sistema nervioso simpático: anatomía, funciones y recorrido. [Internet]. Madrid: neurociencias ; 2003[actualizado 18 Marz 2018; citado 8 de Sept de 2021] Disponible en <https://psicologiaymente.com/neurociencias/sistema-simpatico>
- 15- Sistema nervioso parasimpático: características y funciones -La mente. [Internet]. Madrid: Sphynx; 2011[actualizado 8 Abr 2019; citado 8 de Sept de 2021] Disponible en <https://lamenteesmaravillosa.com/sistema-nerviosoparasimpatico-caracteristicas/>

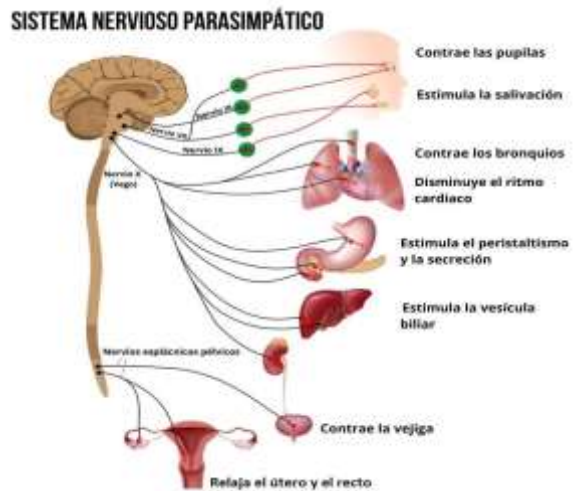


## Anexos

1



2



**Anexo.1** Funciones del sistema nervioso simpático. Fuente (Internet)

**Anexo.2** Funciones del sistema nervioso parasimpático. Fuente (Internet)

**Los autores certifican la autenticidad de la autoría declarada, así como la originalidad del texto**