

Sistema nervioso autónomo desde la perspectiva inmunológica y del estrés Autonomic nervous system from an immunological and stress perspective

Carlos Cecilio Bratt¹ 

RESUMEN

El presente trabajo constituye una revisión bibliográfica acerca de la relación morfo funcional que guardan el sistema nervioso autónomo, inmunológico y el estrés. Para ello, se partió de un artículo de revisión narrativa en el que se recopila, analiza, sintetiza y discute la información publicada sobre el tema, es decir, plantea un examen crítico del estado de los conocimientos reportados en la literatura. En la revisión sistemática se extrajo información que fue clasificada, analizada e interpretada, concluyéndose que el sistema nervioso autónomo se encarga fundamentalmente de mantener el equilibrio del medio interno y el externo del organismo, conjugando las repuestas de lucha y huida mediante el sistema nervioso simpático, y la conservación de la energía usando los periodos de relación postprandial, sueño, entre otros, que lo constituye el sistema parasimpático. El núcleo supraquiasmático juega un papel de control de los ritmos circadianos coordinado con los genes reloj; además, funciona controlando a modular las situaciones del estrés en varias de sus formas agudo, crónico. Asimismo, modula la relación con el sistema inmunológico, estimulándolo o inhibiendo su actividad inmunológica adquirida por medio de la actividad nerviosa neural o adrenal por estímulos de las funciones Th1 o Th2

Palabras clave: Sistema nervioso autónomo, inmunología, estrés.

ABSTRACT

The present work is a bibliographic review about the morpho-functional relationship between the autonomic nervous system, the immune system and stress. To do this, we started with a narrative review article in which the information published on the subject is collected, analyzed, synthesized and discussed, that is, it raises a critical examination of the state of knowledge reported in the literature. In the systematic review, information was extracted that was classified, analyzed and interpreted, concluding that the autonomic nervous system is fundamentally responsible for maintaining the balance of the internal and external environment of the organism, combining the fight and flight responses through the sympathetic nervous system. and the conservation of energy using the periods of postprandial relationship, sleep, among others, which is constituted by the parasympathetic system. The suprachiasmatic nucleus plays a role in controlling circadian rhythms coordinated with clock genes; Furthermore, it works by controlling to modulate stress situations in several of its acute, chronic forms. Likewise, it modulates the relationship with the immune system, stimulating or inhibiting its acquired immune activity through neural or adrenal nerve activity by stimulation of the Th1 or Th2 functions.

Keywords: Autonomous Nervous System, immunology, stress.

DOI: <https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v8i4.150>

Recibido: 03/11/2020. Aceptado: 01/12/2020

* Autor para correspondencia

INTRODUCCIÓN

Considerando lo expuesto por Fernández et al (2020), el sistema nervioso autónomo (SNA) es un componente fundamental del sistema nervioso, cuya función es mantener la homeostasis y reaccionar de forma adaptativa a los cambios en el medio externo e interno. El SNA inerva el corazón, el músculo liso en todos los órganos, las vísceras abdominales, las glándulas exocrinas y endocrinas y el sistema inmunológico. Refiere el autor precitado, que el SNA participa en la regulación de la respiración, la circulación, la digestión, el metabolismo y el medio interno, la secreción exocrina y endocrina, las respuestas inmunes, la temperatura corporal y la reproducción. Desafortunadamente, tal importancia está soslayada en muchos textos médicos, en los que el tema ocupa mucho menos espacio que el que se concede, por ejemplo, a las funciones somatosensoriales.

Conceptualmente, Craig (2013), plantea que el nombre de SNA es engañoso porque ningún componente muestra "autonomía" en un cuerpo integrado donde todos los sistemas del cuerpo son dependientes y afectados por la acción de otros en una organización multicelular. Estas relaciones dinámicas son el núcleo de la homeostasis, un concepto clave en fisiología. Hoy en día se utiliza el término homeostasis para definir no sólo las estrategias que permiten al cuerpo responder adecuadamente a los cambios del entorno (homeostasis reactiva), sino también los mecanismos temporales notablemente desarrollados que permiten al cuerpo predecir el momento de aparición de estímulos perturbadores ambientales (homeostasis predictiva, basada en los ritmos biológicos) (Oakes et al., 2016).

Superando el concepto clásico de sistema puramente eferente, se acepta hoy que el SNA se compone de aferentes viscerales, centros de integración, particularmente en el tronco encefálico, hipotálamo y corteza límbica, y eferentes viscerales simpáticos y parasimpáticos que integran la función de órganos y sistemas, de modo que el SNA se extiende tanto en el sistema nervioso central como en la periferia. Este concepto de un SNA anatómicamente ampliado y temporalmente sincronizado, permite un abordaje fisiológico comprensivo bio-psico-social-ecológico de la salud y la enfermedad. En este orden, Oakes et al. (2016), enfatizan que el profesional médico debe conocer en profundidad la realidad individual de la persona que intenta curar y nada lo describe mejor que su perfil autonómico altamente dependiente de la historia individual

Considerando lo anterior, este artículo de revisión narrativa analiza la relación morfo funcional que guardan el sistema nervioso autónomo, inmunológico y el estrés, considerando que en los últimos años, ha habido un notable desarrollo que ha generado nuevos descubrimientos con respecto al sistema nervioso, el sistema inmunológico y el estrés, lo que ha desarrollado una nueva disciplina en el área de las ciencias de la salud, la Psiconeuroinmunología, que estudia las interrelaciones entre los sistemas nervioso y el inmune.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo constituye un artículo de revisión narrativa en el que se recopila, analiza, sintetiza y discute la información publicada sobre el Sistema Nervioso Autónomo y su relación con el Sistema Inmunológico y el Estrés, es decir, plantea un examen crítico del estado de los conocimientos reportados en la literatura. El método empleado para la realización del trabajo fue la búsqueda bibliográfica actualizada y sistemática, realizada en bases de datos como ScienceDirect, Scielo, entre otras, identificando y clasificando los artículos más relevantes en el tema, los cuales fueron seleccionados según su relación y relevancia y para complementar la búsqueda en algunos temas más específicos, se realizó una búsqueda narrativa. No se limitaron los años de búsqueda, pero si se limitó la lengua de los estudios realizados ya que tenían que estar en inglés o español.

El resultado de la información analizada se estructuró en seis (6) subtítulos: (a) El Sistema Nervioso Autónomo; (b) Estructura del Sistema Nervioso Autónomo; (c) Sistema Nervioso Autónomo y Estrés; (d) El Modelo de Fuad Lechín, (e) Ciclos Circadianos, y; (f) El Núcleo Supraquiasmático. En la revisión sistemática se extrajo información sobre autoría, año, finalidad, fuentes de información, y conclusiones referentes al tema de investigación.

RESULTADOS

El Sistema Nervioso Autónomo

El sistema nervioso posee una parte vinculada con las reacciones somáticas frente al mundo exterior y cuya acción es predominantemente extrafactiva, denominada ecotropa o de la vida de relación. Hay otra parte del sistema nervioso íntimamente relacionada con la vida orgánica, de acción intrafactiva y que ha sido denominada idiotropa, o de la vida orgánica. Tanto las porciones somáticas, como la visceral, están unidas estrechamente y obviamente, no pueden existir de forma independiente. Por ello, el término de sistema nervioso autónomo, introducido por Langley (1921), a pesar de haberse empleado extensamente, es rechazado por muchos autores.

Considerando lo anterior, el sistema nervioso autónomo es un componente fundamental del sistema nervioso, cuya función es mantener la homeostasis y reaccionar de forma adaptativa a los cambios en el medio externo e interno. Participa en la regulación de la respiración, la circulación la digestión, el metabolismo y el medio interno, la secreción exocrina y endocrina, las respuestas inmunes, la temperatura corporal y la reproducción. Esta parte del sistema nervioso ha sido también llamada involuntaria o vegetativa. Este sistema inerva los órganos viscerales, los músculos lisos, el corazón y las glándulas del organismo (Oakes et al., 2016).

Así, el sistema nervioso autónomo transmite impulsos nerviosos desde el sistema nervioso central hasta la periferia, estimulando los aparatos y sistema orgánicos periféricos. La mayoría de las acciones que controla son involuntarias, aunque algunas, como la respiración, actúan junto con acciones conscientes. Refieren Cooke y Bliss (2006), que el mal funcionamiento de este sistema puede provocar diversos síntomas, que se agrupan bajo el nombre genérico de disautonomía. Lo anterior indica, que al contrario del sistema nervioso somático y central, es involuntario y responde principalmente por impulsos nerviosos en la médula espinal, tallo cerebral e hipotálamo.

En este orden, Cannon (1929), plantea que la acción del sistema nervioso autónomo ha sido mejor evidenciada en condiciones de estrés emocional, dolor y lesión corporal. De esta manera, para Tortora y Derrickson (2016), las relaciones entre el sistema nervioso autónomo y la porción medular de la glándula suprarrenal, han sido estudiadas intensamente, demostrándose la mediación química entre el sistema nervioso autónomo y los órganos periféricos inervados por éste.

Estructura del Sistema Nervioso Autónomo

El sistema nervioso autónomo, atendiendo a razones morfológicas y bioquímicas, ha sido dividido en sistema simpático y sistema parasimpático. Existe un consenso general, de que el sistema simpático está organizado para reacciones generalizadas y se plantea que se caracteriza por gastar la energía acumulada en el organismo, mientras que el parasimpático produce generalmente acciones más localizadas y su principal papel es el de protección y conservación de las reservas orgánicas. Precisa Keller (1981), que, desde el punto de vista anatómico, los núcleos motores del sistema parasimpático se encuentran ubicados en el tronco encefálico y en las astas laterales de la médula sacra a partir del segundo segmento. El sistema simpático tiene sus núcleos motores en las astas laterales, entre los segmentos T-1 y L-2 de la médula espinal.

En ambos sistemas, se puede definir, a diferencia de la inervación somática, una cadena formada por dos neuronas motoras. La primera de estas neuronas, llamadas preganglionares, está siempre ubicada en el interior del tronco encefálico o de la médula espinal, mientras que la segunda neurona se ubica en acúmulos ganglionares que pueden estar en la cadena ganglionar paravertebral o en pequeños ganglios en las propias paredes de los órganos viscerales efectores (Keller, 1981).

Las fibras preganglionares parasimpáticas son generalmente mucho más largas que las simpáticas, mientras que las fibras posganglionares parasimpáticas resultan muy cortas en comparación con las simpáticas. Refieren Guyton y Hall (2006), que las fibras preganglionares simpáticas salen de la médula con las fibras de la raíz anterior, conformando el nervio raquídeo. Mediante los ramos comunicantes blancos, estas fibras llegan a la cadena ganglionar simpática, donde pueden hacer sinapsis con neuronas posganglionares, pasar a otros ganglios más rostrales o caudales y terminar en sinapsis con neuronas posganglionares a ese nivel. Muchas fibras posganglionares vuelven a penetrar en los nervios espinales

a través de los ramos comunicantes grises, distribuyéndose por todo el cuerpo junto con las fibras somáticas.

Purves et al. (2008), expresan que cerca de un 8 % de las fibras de un nervio esquelético son de este tipo. Asimismo, indican que en el sistema simpático las fibras procedentes del segmento medular T-1 inervan la cabeza, las de T-2 al cuello, las de T-3, T-4, T-5 y T-6 hacia el tórax, las de T-7, T-8, T-9, T-10 y T-11 al abdomen y las de T-12, L-1 y L-2 a las extremidades inferiores. Por su parte, 75 % de las fibras parasimpáticas para los órganos torácicos y abdominales, pasan por los nervios vagos. De aquí, su importancia. Las fibras parasimpáticas sacras inervan la totalidad de los órganos pelvianos. Entre las fibras parasimpáticas preganglionares, se pueden incluir las que se originan en los núcleos supraópticos y núcleos del hipotálamo anterior y que formando el haz supraóptico-hipofisario, van a inervar las células secretoras de la neurohipófisis (Purves et al., 2008).

En este orden, Estévez (2007), indica que las terminaciones nerviosas simpáticas y parasimpáticas secretan una de las dos sustancias neurotransmisoras: noradrenalina o acetilcolina. Las primeras se llaman adrenérgicas y las segundas colinérgicas. Tanto las fibras preganglionares simpáticas, como las parasimpáticas son colinérgicas. Las neuronas posganglionares del sistema parasimpático son también colinérgicas. La mayor parte de las fibras posganglionares simpáticas son adrenérgicas, aunque las fibras simpáticas que inervan las glándulas sudoríparas y algunos vasos sanguíneos son colinérgicas.

Es importante señalar, que los efectores autonómicos no siempre reciben una inervación dual, o sea, simpática o parasimpática. Algunos, como los músculos piloerectores, glándulas sudoríparas, vasos sanguíneos cutáneos, musculares, del hígado y del bazo, sólo reciben inervación de una de las secciones del sistema nervioso autónomo, simpática o parasimpática. En estos casos, se ha descubierto que las fibras que inervan estas estructuras se mantienen en constante actividad, emitiendo una descarga neural que mantiene el funcionamiento del órgano efector en un nivel funcional dado. La hiperfunción o hipofunción de los órganos efectores en este caso, se alcanza por incremento de la frecuencia de estimulación o por su marcada disminución (Purves et al., 2008).

Sistema Nervioso Autónomo y Estrés

Hay mucha evidencia que asocia al estrés con susceptibilidad a enfermedades infecciosas. La etapa crítica para la generación de una respuesta inmune hacia un agente infeccioso, la constituye la combinación del antígeno, la célula presentadora del antígeno y el linfocito con el receptor específico adecuado, en un microambiente que facilite la expansión clonal del linfocito. En consideración de Snell (2007), la estructura de los órganos linfoides secundarios, y la circulación de linfocitos y células presentadoras de antígeno, están diseñados para optimizar las respuestas inmunes e incrementar las posibilidades de que

se asocien el linfocito con receptor específico de antígeno y el antígeno, para el cual el receptor es específico.

Como se ha mencionado, existen múltiples vías de comunicación entre los sistemas nervioso, endocrino e inmune. Y entre estos sistemas con el psiquismo. Al respecto, Santiago (s.f.), indica que la influencia de los pensamientos y emociones en la fisiología del organismo y el papel del estrés en la salud y la enfermedad está sustentada en la existencia de la Red Psiconeuroinmunoendocrina. En ella, la actividad mental influye en los niveles nervioso, inmune y endocrino, a través de la liberación de moléculas de comunicación con actividad multidireccional. Para el autor, la modificación de alguno de sus componentes, va a producir modificaciones en toda la red y, por consiguiente, influir sobre la salud y la enfermedad.

El Modelo de Fuad Lechín

Dentro de los modelos de la Neuroinmunofarmacología (NIF), se encuentra el de Fuad Lechín, quien ha hecho reflexionar que el SNC y sus disfunciones electroquímicas expresadas en lo que puede medirse periféricamente, es decir “...los neurotransmisores, está involucrado en la etiopatogenia de prácticamente todas las enfermedades...” (Lechin, van der Dijs y Lechin, 1979). Se puede resaltar, que el investigador ha descrito con lujo de detalles la circuitería precisa desde los núcleos cerebrales, sus conexiones entre los mismos, los tipos de neurotransmisores implicados y su relación e influencia sobre el Sistema Nervioso Periférico y Autónomo, así como su influencia sobre el Sistema Inmuno-Endocrino, además de su relación con los órganos de todos los sistemas corporales, tanto en un estado normal como en las diferentes patologías, tanto agudas como crónicas.

En este sentido, la actuación con fármacos sería, en última instancia, sobre la modulación, excreción y/o liberación, acción y recaptación de los neurotransmisores tanto a nivel del SNC, así como periférico, intentando establecer el balance y equilibrio normal entre ellos, tanto en el niño, adulto y el viejo o adulto mayor, llamando a este modo de actuar Balance de Neurotransmisores (Lechin, van der Dijs y Lechin, 1979). Significativamente, sus resultados han demostrado que los perfiles neuroendocrinos y los síntomas, están modificados por tanto neurofarmacológicamente con medicamentos en dosis mucho más bajas que los habitualmente prescritos por los médicos. Por otra parte, incluso en dosis tan bajas, esta terapia se aplica solamente hasta que se normaliza el perfil neuroendocrino.

Ciclos Circadianos. Genes Reloj

Ahora bien, el organismo, a pesar de presentar una aparente continuidad, se regula siguiendo una serie de ciclos circadianos que ocurren coordinadamente entre los distintos procesos que se desarrollan en los órganos y células. Al respecto, Hernández (2010), indica que ello se hace posible gracias a la existencia de los llamados “genes reloj”, orquestados por el núcleo supraquiasmático (SCN), el cual adapta los

procesos externos como el ciclo de luz/oscuridad con los internos. Estos genes se co-expresan en la práctica totalidad de los tejidos, y sus productos interactúan recíprocamente a nivel transnacional y transcripciones para generar oscilaciones mediante una serie de ciclos de retroalimentación.

Además, plantea Harold (2013), que existen un conjunto de procesos post-traduccionales que hacen que estos ciclos circadianos sean posibles, gracias a una serie de moléculas como la nicotinamida difosfato (NAD⁺), las kinasas dependientes de AMP (AMPK) o el grupo hemos, que participan en dichos procesos interactuando de diferentes maneras con algunos de los genes reloj. Los procesos regulados por estos genes y moléculas, incluyen el mantenimiento de los niveles de macronutrientes en plasma, así como su síntesis y destrucción de manera coordinada, la bioenergética mitocondrial, la presencia de un tipo de célula inmunitaria o los síntomas de algunas enfermedades. Estima el autor precitado, que la desregulación de estos procesos, puede conllevar a una ruptura de la homeostasis en el organismo y al padecimiento de enfermedades como obesidad, aterogénesis o síndrome metabólico, y por ello, se hace de vital importancia conocer el funcionamiento de estos para evitar cualquier alteración.

El Núcleo Supraquiasmático

Los ritmos biológicos son una característica fundamental de los seres vivos, y de particular importancia son los ciclos cercanos a las 24 horas, llamados ritmos circadianos (Saper et al., 2005). En los organismos multicelulares, todos los procesos fisiológicos muestran oscilaciones a lo largo del día. A estas oscilaciones se les conoce como oscilaciones circadianas y son generadas y moduladas por el núcleo supraquiasmático (NSQ) (Aguilar et al., 1998). El núcleo supraquiasmático (NSQ) se encuentra en la parte anterior del hipotálamo (Saper et al., 2005; Moore & Eichler, 1972; Moore & Lenn, 1972).

El tercer ventrículo divide al par de núcleos supraquiasmáticos, medialmente (Moore & Lenn, 1972); se divide de una forma gruesa en dos regiones, una dorsomedial (dm), y la otra ventrolateral (vl). La región dorsomedial contiene células pequeñas, con cadenas neuronales con oposición soma-soma y es la principal zona de eferencias del NSQ (Swanson & Cowan, 1975) y la región ventrolateral principalmente es la zona retinorrecipiente de las aferencias del Tracto retinohipotalámico (TRH) (Hendrickson et al., 1972).

La aferencia más estudiada es la que se origina en la retina y forma el tracto TRH a partir de las células ganglionares de la retina (Klein & Moore, 1979). Se sabe que las proyecciones de TRH son suficientes para mantener la sincronización del NSQ a la luz, ya que lesiones de este tracto impiden que el NSQ ajuste su fase a ciclos de luz. Las vías que forman este tracto son independientes de las vías clásicas que participan en la percepción visual.

Si bien el reloj es adaptable a ciertos cambios del ambiente (como los horarios, la luz o el nivel de altura), cuando falla se presentan problemas, como fatiga, estrés, ansiedad, irritabilidad, falta de apetito,

deficiencias de memoria, incapacidad para dormir de noche, problemas digestivos, baja en el sistema inmune, se reduce el rendimiento en las actividades, e inclusive pueden presentarse paros cardiacos. Estos síntomas son resultado de alteraciones en el ritmo normal de los ciclos biológicos por cambios drásticos y frecuentes en los tiempos de sueño o de comidas.

DISCUSIÓN

Hasta hace poco tiempo se pensaba, que el sistema nervioso central (SNC) y el sistema inmune actuaban en forma independiente. Sin embargo, numerosas investigaciones muestran que esta creencia debe ser abandonada. Esta aseveración extraída del análisis de la documentación revisada, está en consonancia con lo expresado por Ramos, Rivero, Piqueras, García y Oblitas (2008), quienes plantean que “cuando se trata de amenazas, el sistema nervioso central tiene que decidir qué sistema se pone en marcha, el sistema de estrés como energía para el ataque o la huida, el sistema inmune para neutralizar el antígeno o ambos” (p. 116).

En este orden, según Kelley (2004), de estos sistemas, el inmune ha sido considerado hasta no hace mucho tiempo como un sistema de defensa esencialmente autónomo; sin embargo, a la vista de las más recientes investigaciones, han tenido que tenerse en cuenta las relaciones con los otros dos sistemas (neuroendocrino y nervioso), así como con el reticuloendotelial y el hematopoyético. Por ello, la modulación recíproca entre los inmunocitos, las hormonas y las vías nerviosas, así como los efectos del estrés y otras variables psicológicas sobre los parámetros inmunológicos, ha hecho postular que esa autonomía sea más aparente que real (Infante y Peran, 1998).

Considerando lo anterior, las alteraciones en el cerebro inducidas por el estrés llevan a la activación de vías de comunicación hacia la periferia, controladas por el cerebro, como lo son la vía hipotalámica-pituitaria adrenal y el sistema nervioso simpático (SNS). Las hormonas y transmisores liberados por estas vías de comunicación, se unen a receptores expresados en las células del sistema inmune (leucocitos), alterando dramáticamente sus funciones. Así, los sistemas nervioso y endocrino regulan al sistema inmune.

Además, se ha demostrado que las relaciones existentes entre el sistema nervioso central y el sistema inmune son bidireccionales. Esto es, las células inmunes activadas producen citosinas y hormonas que regresan al cerebro a alterar la actividad neural; el cerebro a su vez, produce sustancias que alteran la función inmune. Esta comunicación cerebro-sistema inmune, tiene mucha relevancia en los procesos infecciosos y en el desarrollo del cáncer. En este sentido, Irwin (2008), manifiesta que ambos relacionan al organismo con el mundo externo y evalúan sus componentes como indemnes o peligrosos; así, ambas funciones sirven de defensa y adaptación homeostática, poseen memoria y aprenden por la experiencia

y contribuyen a la homeostasis. Los errores en la defensa pueden producir enfermedad, como autoinmunidad o alergias, por un lado, y fobias o pánico, por el otro.

Con base en lo expuesto, se reconoce que cuando los individuos se ven expuestos a cualquier situación que cause una alteración de la homeostasis, éstos se hallan sujetos a un estrés, lo que resulta en numerosos cambios neurofisiológicos y neuroquímicos, a los cuales los individuos deben adaptarse. A su vez, dichos cambios alteran numerosos procesos fisiológicos incluyendo aquellos involucrados en la respuesta inmune. Los sujetos reaccionan al estrés físico, emocional o biológico, mediante una serie de reacciones coordinadas que estimulan los sistemas inmune y neuroendocrino para proteger al huésped.

En este particular, Lazarus (1993), asevera que la respuesta de estrés es un mecanismo de activación fisiológica y de los procesos cognitivos que favorece una mejor percepción y posterior evaluación de las situaciones y sus demandas, un procesamiento más rápido y eficaz de la información disponible con la consiguiente búsqueda de soluciones y consecuente selección de las conductas adecuadas para hacer frente a la situación, a la vez que prepara el organismo energéticamente para actuar de forma más efectiva ante las posibles exigencias de la misma. Con base en lo expuesto, Koizumi y McBrooks (1994), expresan que dichas reacciones dependen de la naturaleza, intensidad y duración (estímulo agudo, crónico o intermitente) de éste, y del estado de salud del individuo. Si un organismo no es capaz de montar una respuesta en contra del estrés, éste puede ser un factor determinante en la patogénesis de diversas enfermedades que incluyen alteraciones de la condición mental o psiquiátrica, del sistema cardiovascular, gastrointestinal e inmune.

CONCLUSIONES

El papel del sistema nervioso autónomo (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 sistema nervioso autónomo controla muchas funciones del cuerpo, por lo tanto, las neuropatías pueden causar un buen número de síntomas y signos que pueden ser captados a través de exámenes o estudios de laboratorio. A veces, sólo se afecta un nervio del SNA; sin embargo, los médicos deben vigilar la aparición de síntomas derivados de la participación de otras áreas del SNA. Las neuropatías autónomas pueden causar una amplia variedad de síntomas clínicos. Estos síntomas dependen de que los nervios del SNA se vean afectados.

Existen fibras nerviosas que unen el sistema nervioso con el sistema inmunitario, comprobando así la relación directa entre los dos sistemas. En efecto, fibras nerviosas del sistema nervioso autónomo

conectan con células de varios órganos como la médula de los huesos, la tiroides, el bazo, entre otros. Estos nervios tienen un papel muy importante en las respuestas del cuerpo bajo estrés y en sus consecuencias sobre la salud. Estas conexiones neurológicas pueden influir en el comienzo de un cáncer, de enfermedades infecciosas, infecciones retrovirales, enfermedades autoinmunitarias y baja de inmunidad debido al envejecimiento.

Cuando una persona se coloca en una situación de amenaza, los mensajes de los nervios sensoriales se llevan a la corteza cerebral y al sistema límbico (cerebro "emocional") y también al hipotálamo. La porción anterior del hipotálamo excita el sistema nervioso simpático. El nervio vago (que tiene ambas fibras sensitivas y motoras) suministra información sensorial a estos centros a través de sus fibras aferentes. El bulbo raquídeo en sí es regulado por el hipotálamo, la corteza cerebral y el sistema límbico. Así, hay varias áreas que participan en la respuesta del cuerpo al estrés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, R., Escandón, J., Salazar, A., Caldelas, I., Granados, D. & Escobar, C. (1998). Phase relations between host and grafted scn depend on graft location in rats. *Biol. Rhythm Res.*, 29(5):521-9.
- Cannon, B. (1929). *Cambios corporales de dolor, hambre, miedo y rabia* (2ª Ed.). Ed. Appleton y compañía.
- Cooke, F. & Bliss, V. (2006). Plasticity in the human central nervous system. *Brain*. 129: pp. 1659 - 1673.
- Craig, D. (2013). Enfriamiento, dolor y otros sentimientos del cuerpo en relación con el sistema nervioso autónomo. En: Buijs R.M., Swabb D., editores. *Manual 01. Neurología clínica, sistema nervioso autónomo*. Nueva York: Elsevier. Pp. 103-9.
- Cué-Brugueras, M., Díaz, G., Díaz, A. y Valdés, M. (2008). El artículo de revisión. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662008000400011&lng=es&tlng=es.
- Estévez, M. (2007). *Visión clásica del Sistema Nervioso Autónomo*. Recuperado de http://infomed20.sld.cu/wiki/doku.php?id=librosabiertos:vision_clasica_del_sistema_nervioso_autonomo&rev=1192374032
- Fernández-Tresguerres, J. et al (2020). *Fisiología humana* (5ª Ed.). Recuperado de <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=2987§ionid=250400300>
- Guyton, C. & Hall, J. (2006). *Tratado de fisiología médica* (11ª Ed.). Barcelona, España: Elsevier.
- Harold, B. (2013). Análisis espectral de máxima entropía para ritmos circadianos: teoría, historia y práctica. *Diario de ritmos circadianos*. Enero de 2013; 11 (1): 6.

- Hendrickson, E., Wagoner, N. & Cowan, M. (1972). An autoradiographic and electron microscopic study of retino-hypothalamic connections. *Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat.*, 135(1): 1-26.
- Hernández, F. (2010). Ritmos circadianos, genes reloj y cáncer. *Archivos de Medicina*. 2010;6(23):1– 9.
- Infante, J. y Peran, F. (1998). El eje inmunoneuroendocrino. *Jano*, 55(1261), 68-70.
- Irwin, M. (2008). Cytokines, immunity and disordered sleep. En Kronfol, Z. (Ed), *Cytokines and mental health*. (pp.403-421). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Keller, E. (1981). Suppression of immunity by stress: Effect of a graded series of stressors on lymphocyte stimulation in the rat. *Science* 213, 1397-1400.
- Kelley, K. (2004). De las hormonas a la inmunidad: la fisiología de la inmunología. *Cerebro, comportamiento e inmunidad*, 18, 95-113.
- Klein, C. & Moore, Y. (1979). Pineal N-acetyltransferase and hydroxyindole-O-methyltransferase: control by the retinohypothalamic tract and the suprachiasmatic nucleus. *Brain Res.*, 174(2):245-62.
- Koizumi, K y McBrooks, C. (1994). El sistema nervioso autónomo y su papel en el control de las actividades viscerales. En: *Fisiología médica. XIII Edición* Ed. V.B. Mountcastle, el C.V. Mosby Company, vol. I, págs. 783-812.
- Langley, N. (1921). *El sistema nervioso autónomo*. Cambridge: Ed. W. Heffer and Sons.
- Lazarus, S. (1993). Coping Theory and research: Past, present and future. *Psychosomatic Medicine*, 55, 234-247.
- Lechin, F., van der Dijs, B. y Lechin, E. (1979). *El sistema nervioso autónomo. Bases fisiológicas de la terapia psicósomática*. Barcelona, España: Editorial Científico-Médica.
- Moore, R. & Eichler, B. (1972). Loss of a circadian adrenal corticosterone rhythm following suprachiasmatic lesions in the rat. *Brain Res.*, 42(1):201-6.
- Moore, R. & Lenn, A. (1972). Retinohypothalamic projection in the rat. *J. Comp. Neurol.*, 146(1):1-14.
- Oakes, C., Fisahn, C., Iwanaga, J., DiLorenzo, D., Oskouian, J. & Tubbs S. (2016). Historia del sistema nervioso autónomo. Part II: from Reil to the modern era. *Childs Nerv Syst*;32: 2309-15.
- Purves, D., Augustine, J., Fitzpatrick, D., Hall, C., LaMantia, S., McNamara, O., White, E. (2008). *Neuroscience*. Iowa, USA: Sinauer Associates.
- Ramos, V., Rivero, R., Piqueras, J.A., García-López, L.J. y Oblitas, L.A. (2008). *Psiconeuroinmunología: Conexiones entre Sistema Nervioso y Sistema Inmune*. *Suma Psicológica*, 15, 115-142.
- Santiago, J. (Sin fecha). *Psiconeuroinmunología y el enfoque clínico integrativo a través de la red sistémica psiconeuroinmunoendocrina*. Recuperado de

<https://www.ippnim.com/index.php/using-joomla/extensions/languages/86-psiconeuroinmunologia-y-el-enfoque-clinico-integrativo>

- Saper, C., Lu, J., Chou, C. & Gooley, J. (2005). The hypothalamic integrator for circadian rhythms. *Trends Neurosci.*, 28(3):152-7.
- Snell, D. (2007). Sistema nervioso autónomo. En: *Neuroanatomía clínica* (8ª Ed.). Buenos Aires: Panamericana. Pp. 449-478.
- Swanson, L. & Cowan, M. (1975). The efferent connections of the suprachiasmatic nucleus of the hypothalamus. *J. Comp. Neurol.*, 160(1):1-12.
- Tortora, J. y Derrickson, B. (2016). *Principles of Anatomy and Physiology* (15a Ed.). Hoboken: Wiley.