CAPÍTULO 60

El sistema nervioso autónomo y la médula suprarrenal

Sistema Nervioso Autónomo (SNA)

CONTROLA FUNCIONES VISCERALES

FUNCIONA INCONSCIENTEMENTE

Suele operar por reflejos viscerales

Interviene en la regulación de:

* P/A
* Motilidad digestiva
* Secreciones gastrointestinales
* Vaciamiento de la vejiga urinaria
* Sudoración
* Temperatura corporal

Tiene dos componentes:

* Sistema Nervioso Simpático (SNS)
* Sistema Nervioso Parasimpático (SNP)

Se activa a partir de centros situados en:

* Médula
* Tronco encefálico
* Hipotálamo
* Corteza límbica (que envía señales a centros inferiores y de este modo influye en el control del SNA)

Sistema nervioso simpático

Sus fibras nacen en la médula espinal junto a nervios raquídeos entre los segmentos medulares T1 Y L2

Las fibras pasan primero a la cadena simpática y luego a los tejidos y órganos.

Su vía está compuesta por una neurona preganglionar y una posganglionar.

Los somas de neuronas preganglionares se sitúan en el asta intermediolateral de la médula y sus fibras van por la raíz anterior hasta llegar al nervio raquídeo. Después se separan del nervio raquídeo y a través de un ramo comunicante blanco llega hacia ganglios de la cadena simpática.

Las neuronas posganglionares se originan en ganglios de la cadena simpática o ganglios simpáticos periféricos. Desde estos ganglios las fibras viaan hacia diversos órganos.

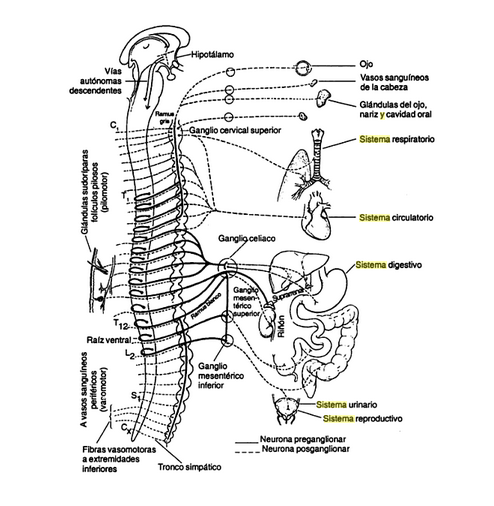
Algunas fibras posganglionares vuelven desde la cadena simpática a los nervios raquídeos, estas fibras son de tipo C y se encargan de controlar vasos sanguíneos, glándulas sudoríparas y músculos piloerectores.

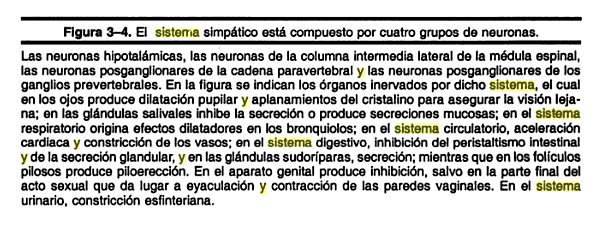
Las fibras nerviosas simpáticas según su segmento medular tienen la siguiente distribución:

* T1🡪acaban en la cabeza
* T2🡪acaban en el cuello
* T3 a T6🡪acaban en el tórax
* T7 a T11🡪acaban en el abdomen
* T12,L1,L2🡪acaban en las piernas

Fibras preganglionares del SNS recorren toda la cadena simpática, después por los nervios esplácnicos y finalmente hasta la médula suprarrenal.

Las fibras que acaban en la médula suprarrenal actúan sobre células neuronales modificadas que segregan adrenalina y noradrenalina.





Sistema Nervioso Parasimpático

Sus fibras salen del sistema nervioso central a través de los pares craneales

* III🡪sus fibras terminan en esfínter de la pupila y músculo ciliar
* VII🡪fibras terminan en glándulas lagrimal, nasal y submandibular
* IX🡪fibras terminan en glándula parótida
* X 🡪fibras terminan en corazón, pulmones, esófago, estómago, intestino delgado, mitad proximal del colon, hígado, vesícula biliar, páncreas, riñones y porciones superiores de uréteres.
* S2 y S3🡪fibras se distribuyen por colon descendente, recto, vejiga urinaria y porciones infreriores de los uréteres.

75% de las fibras parasimpáticas PROVIENEN DEL NERVIO VAGO (X)

Posee neuronas preganglionares y neuronas posganglionares.

Fibras preganglionares recorren sin interrupción hasta el órgano que controlaran.

Neuronas posganglionares se encuentran en la pared de los órganos.

Neurotransmisores del SNA

Existen dos tipos de fibras, las colinérgicas que segregan acetilcolina y las adrenérgicas que secretan noradrenalina.

TODAS LAS NEURONAS PREGANGLIONARES SON COLINÉRGICAS

Neuronas posganglionares del SNP🡪COLINÉRGICAS

Neuronas posganglionares del SNS🡪ADRENÉRGICAS (excepto las que se dirigen a glándulas sudoríparas, músculos piloerectores y algunos vasos sanguíneos que son COLINÉRGICAS)

NORADRENALINA

* Llamado neurotransmisor SIMPÁTICO
* Se sintetiza dentro de las vesículas secretoras
* Su síntesis necesita de:
  + Hidroxilación de tirosina para formar dopa
  + Descarboxilación de dopa para formar dopamina
  + Transporte de dopamina hacia las vesículas
  + Hidroxilación de dopamina
* La noradrenalina se elimina de su punto de salida por tres vías:
  + Por recaptación por las terminaciones adrenérgicas mediante transporte activo.
  + Por difusión desde terminaciones hacia líquidos corporales contiguos y luego a la sangre
  + Por destrucción por parte de monoaminooxidasa y catecol-O-metiltransferasa.
* Actúa por unos pocos segundos cuando es segregada directamente a los tejidos
* Actúa por 1 o varios minutos cuando se segrega a la sangre.

ACETILCOLINA:

* Llamado neurotransmisor PARASIMPÁTICO
* Se sintetiza en terminaciones finales y varicosidades de fibras colinérgicas
* Se forma a partir de Acetil CoA y colina con la intervención de la acetiltransferasa de colina.
* Actúa por unos pocos segundos.
* Se esciende por la acetilcolinesterasa en ion acetato y colina.

Tanto la acetilcolina como la noradrenalina se segregan cuando un potencial de acción se propaga hacia las fibras terminales, lo cual despolariza la membrana y aumenta su permeabilidad al Ca y como consecuencia del aumento de calcio las varicosidades o terminales segregan los neurotransmisores.

Acetilcolina, noradrenalina y adrenalina pueden estimular un órgano efector pero antes deben unirse a receptores específicos que se encuentran en el exterior de la membrana celular, su unión provoca cambios de configuración que alteran la permeabilidad de la membrana o activan y desactivan enzimas para excitar o inhibir la célula.

Receptores muscarínicos y nicotínicos

ACTIVADOS POR ACETILCOLINA

Muscarínicos🡪presentes en todas las células efectoras que son estimuladas por neuronas colinérgicas posganglionares del SNP y SNS.

Nicotínicos🡪presentes en sinapsis entre neuronas preganglionares y posganglionares del SNP y SNS. También en uniones neuromusculares

Receptores adrenérgicos

Existen dos tipos, los alfa y los beta

ACTIVADOS POR NORADRENALINA Y ADRENALINA

Receptores alfa (α):

* Se dividen en α1 y α2
* Son estimulados por NORADRENALINA Y ADRENALINA
* Se encargan de:
  + Vasoconstricción
  + Midriasis (dilatación de pupila)
  + Relajación intestinal
  + Contracción de esfínteres intestinales
  + Contracción pilomotora
  + Contracción de esfínter de vejiga urinaria
  + Inhibición de liberación de neurotransmisores (α2)

Receptores beta (β):

* Se dividen en β1, β2 y β3
* Estimulados por ADRENALINA
* En menor grado estimulados por Noradrenalina
* Se encargan de:
  + Vasodilatación (β2)
  + Aceleración cardiaca (β1)
  + Lipólisis (β1)
  + Aumento de fuerza de contracción miocárdica (β1)
  + Relajación intestinal (β2)
  + Relajación uterina (β2)
  + Broncodilatación (β2)
  + Calorigenia (β2)
  + Glucogenólisis (β2)
  + Relajación de la vejiga urinaria (β2)
  + Termogenia (β3)

Los receptores α y β no están asociados a excitación o inhibición, sino a la afinidad de la hormona por el receptor en un órgano efector determinado.

Acciones excitadoras e inhibidoras de la estimulación simpática y parasimpática

En ocasiones cuando la estimulación simpática excita un órgano concreto, a veces la estimulación parasimpática lo inhibe, por lo cual actúan recíprocamente en dichas ocasiones.

VER TABLA 60-2

Efectos de la estimulación simpática y parasimpática sobre órganos concretos

Ojos:

Parasimpático🡪contrae musculo ciliar (genera visión de cerca), Miosis (contracción pupilar)

Simpático🡪Midriasis (relajación pupilar), relajación de musculo ciliar (visión lejana)

Glándulas corporales:

* Nasales

Estimulación PARASIMPÁTICA AUMENTA SECRECIÓN ACUOSA

* Lagrimales
* Salivales
* Gastrointestinales

Estimulación simpática🡪provoca formación de secreción concentrada con elevado porcentaje de enzimas y moco en GLÁNDULAS DIGESTIVAS, pero a la vez causa vasoconstricción en vasos que irrigan estas glándulas lo cual lleva a REDUCIR SUS TASAS DE SECRECIÓN.

Glándulas sudoríparas:

Producen gran cantidad de sudor cuando el simpático se activa

Fibras simpáticas que llegan a ellas son COLINÉRGICAS

La SUDORACIÓN es considerada FUNCIÓN PARASIMPÁTICA, porque está controlada por núcleos hipotalámicos que son considerados centros parasimpáticos, pero es de CONTROL SIMPÁTICO, ya que se controla por fibras de distribución anatómica que pertenecen al SNS.

GLANDULAS DIGESTIVAS:

MAYOR SECRECIÓN🡪PARASIMPÁTICO

MENOR SECRECIÓN🡪SIMPÁTICO

GLÁNDULAS SUDORÍPARAS:

ACTIVACIÓN🡪SIMPÁTICO

NINGÚN EFECTO🡪PARASIMPÁTICO

Sistema Nervioso Entérico del aparato digestivo:

Parasimpático🡪aumenta grado de actividad global, favorece peristaltismo y relajación de esfínteres.

Simpático🡪inhibe peristaltismo y eleva tono de esfínteres.

Corazón:

Simpático🡪 aumenta actividad global del corazón, aumenta FC y fuerza de contracción

Parasimpático🡪disminuye FC y fuerza de contracción

Vasos sanguíneos:

Simpático🡪vasoconstricción y su actividad β causa dilatación.

Parasimpático🡪dilatación en zonas como región del rubor facial.

Presión arterial:

Simpático🡪ascenso de P/A debido a que aumenta propulsión cardíaca y resistencia al flujo.

Parasimpático🡪pequeño descenso en P/A ya que reduce bombeo cardíaco pero carece de efecto sobre la resistencia vascular. Estimulación intensa puede detener el corazón

Funciones corporales:

Simpárico🡪INHIBE acción de conductos hepáticos, vesícula biliar, uréter, vejiga urinaria y bronquios.

Parasimpático🡪 EXCITA conductos hepáticos, vesícula biliar, uréter, vejiga urinaria y bronquios.

FUNCIÓN DE LA MÉDULA SUPRERRENAL

PERMITE ESTIMULACIÓN SIMPÁTICA INDIRECTA A LOS ÓRGANOS EFECTORES DEBIDO A LA SECRECIÓN DE ADRENALINA Y NORADRENALINA AL TORRENTE SANGUÍNEO.

Genera estimulación simpática en estructuras que no están inervadas por fibras simpáticas.

Genera estimulación simpática más duradera (de 2 a 4 min) debido a la liberación de noradrenalina y adrenalina en la circulación sanguínea.

Secreta 80% de adrenalina

Secreta 20% de noradrenalina

Adrenalina produce una moyor activación cardíaca que la noradrenalina, debido a que activa receptores β.

Adrenalina causa débil contracción de vasos sanguíneos a nivel de los músculos en comparación con la noradrenalina que provoca contracción mucho más potente.

Noradrenalina aumenta resistencia periférica total y presión arterial

Adrenalina aumenta gasto cardíaco pero eleva en menor magnitud la presión arterial. Además tiene efecto metabólico mayor que la noradrenalina.

El SNS posee un mecanismo doble ya que tiene estimulación directa e indirecta, las cuales aportan un factor de seguridad en caso de que alguno falle.

Tono simpático y parasimpático

Se dice que el SNS Y SNP tienen un tono porque están constantemente activos.

Permite que un solo sistema nervioso aumente o disminuya la actividad de un órgano estimulado.

El tono simpático se mantiene por la estimulación simpática directa y por la secreción basal de noradrenalina y adrenalina.

Reflejos autónomos

Regulan muchas funciones viscerales del cuerpo.

Reflejo barorreceptor🡪se activa por el estiramiento de los barorreceptores (ubicados en arteria carótida interna y cayado de la aorta), luego de detectar el estiramiento de estos receptores se envían señales al tronco del encéfalo para inhibir los impulsos simpáticos y activar los parasimpáticos. De esa manera se logra el descenso de la P/A.

Reflejos autónomos digestivos:

En primer lugar se conoce el reflejo que es causado por el olor de un alimento o por la presencia de alimento en la cavidad oral. Esto hace que se envíen señales desde la nariz y boca hasta los núcleos salivales, glosofaríngeo y vagal en el tronco encefálico, dichas señales estimulan la actividad parasimpática y esto finalmente conlleva la producción de jugos gástricos.

El segundo de los reflejos digestivos es el que causa defecación. Cuando las heces llenan el recto en el extremo opuesto del conducto digestivo, el estiramiento de este órgano envía señales hasta la porción sacra de la médula. La porción sacra devuelve señales reflejas de carácter parasimpático y se lleva a cabo la defecación.

Vaciamiento de la vejiga🡪el estiramiento de la vejiga envía señales a la porción sacra de la médula, a su vez la porción sacra genera contracción refleja de la vejiga y la relajación de esfínteres urinarios para originar la micción.

Reflejos sexuales🡪se originan por la estimulación psíquica o de los órganos sexuales, los impulsos de éstos llegan a la porción sacra de la médula y excitan al SNS Y SNP. En el hombre el SNP causa ERECCIÓN y el SNS causa EYACULACIÓN.

Descarga masiva(SNS)

Es causada por la descarga de casi todos los componentes del SNS

Se da cuando el hipotálamo es activado ante situaciones de miedo, temor o un dolor intenso

Desencadena la respuesta de alarma o stress

En la regulación térmica permite controlar sudoración y flujo sanguíneo de la piel sin influir sobre otros órganos.

También genera respuestas reflejas de carácter muy localizado debido a la participación de fibras aferentes sensitivas que viajan por nervios periféricos y llegan a los ganglios simpáticos y médula.

Regula la actividad motora o secretora del sistema digestivo ya que muchos reflejos simpáticos que controlan las funciones digestivas pasan directamente desde los intestinos hacia los ganglios paravertebrales y luego vuelven al intestino.

EL SISTEMA NERVIOSO PARASIMPÁTICO PRODUCE RESPUESTAS LOCALIZADAS YA QUE GENERA ACTIVACIÓN EN DIFERENTES ÓRGANOS DE FORMA INDEPENDIENTE, SIN EMBARGO PUEDE ACTIVAR VARIOS ÓRGANOS SIMULTÁNEAMENTE PERO SIEMPRE DE FORMA INDEPENDIENTE.

Respuesta de alarma o estrés

Es causada por respuesta masiva del SNS

Sus efectos son:

* Aumento de presión arterial
* Aumento de flujo sanguíneo para activar los músculos y disminución de flujo sanguíneo en órganos como tubo digestivo y riñones.
* Aumento de la tasa de metabolismo celular por todo el cuerpo
* Aumento de concentración de glucosa en la sangre
* Aumento de glucólisis hepática y muscular
* Aumento de fuerza muscular
* Aumento de actividad mental
* Aumento de la velocidad de coagulación sanguínea

La estimulación hipotalámica puede causar una reacción de alarma, lucha o huida ya que al estimularse el hipotálamo debido a la ira las señales descienden por la formación reticular y la médula causando una respuesta simpática masiva.

Control pontino, bulbar y mesencefálico del SNA

Muchas regiones neuronales pertenecientes a la formación reticular del tronco encefálico y situadas a lo largo del trayecto del tracto solitario en el bulbo raquídeo, protuberancia y mesencéfalo regulan funciones autónomas como P/A, FC, secreciones glandulares en el tubo digestivo, peristaltismo gastrointestinal y grado de contracción de la vejiga urinaria.

Las señales procedentes del hipotálamo y cerebro tienen la capacidad de influir sobre la actividad de casi todos los centros de control autónomos situados en el tronco encefálico.

Los centros autónomos del tronco del encéfalo actúan como estaciones de relevo para controlar las actividades iniciadas en niveles más altos del encéfalo, sobre todo hipotálamo.

FARMACOLOGÍA DEL SNA

Fármacos simpaticomiméticos🡪que actúan sobre órganos efectores adrenérgicos. Algunos de estos fármacos son NORADRENALINA, ADRENALINA, METOXAMINA, FENILEFRINA (receptores α), ISOPRENALINA O ISOPROTERENOL (receptores β) y SALBUTAMOL (receptores β2).

Fármacos simpaticomiméticos🡪que provocan liberación de noradrenalina, eso hace que tengan acción simpaticomimética indirecta. Algunos son EFEDRINA, TIRAMINA Y ANFETAMINA.

Fármacos que bloquean actividad adrenérgica🡪pueden bloquear diversos puntos del proceso estimulador de la actividad arenérgica, por ejemplo:

* RESERPINA🡪evita síntesis y almacenamiento de noradrenalina en terminaciones nerviosas simpáticas.
* GUANETIDINA🡪impide liberación de noradrenalina desde terminaciones simpáticas.
* FENOXIBENZAMINA Y FENTOLAMINA🡪bloquean receptores simpáticos α
* PROPANOLOS🡪bloquea receptores α1 y β2
* METOPROLOL🡪bloquea receptores β1
* HEXAMETONIO🡪suprime transmisión de impulsos nerviosos a través de ganglios autónomos y bloquea transmisión simpática y parasimpática.

Fármacos parasimpáticomiméticos🡪actúan sobre órganos efectores colinérgicos. Algunos son PILOCARPINA Y METACOLINA (actúan sobre receptores muscarínicos).

Fármacos anticolinesterásicos🡪potnecian las acciones de la acetilcolina de origen natural sobre las terminaciones parasimpáticas. Algunos son NEOSTIGMINA, PIRIDOSTIGMINA Y AMBENONIO (inhiben la acetilcolinesterasa).

Fármacos antimuscarínicos🡪bloquean la actividad colinérgica en los órganos efectores. Algunos de estos son ATROPINA, HOMATROPINA Y ECOPOLAMINA (bloquean la acción de la acetilcolina sobre órganos efectores colinérgicos de tipo muscarínico)

Fármacos nicotínicos🡪 estimulan neuronas posganglionares autónoma s. Algunos son ACETILCOLINA INYECTADA puede estimular neuronas posganglionares simpáticas y parasimpáticas. NICOTINA, METACOLINA (acción muscarínica y nicotínica) Y PILOCARPINA (acción muscarínica).

Farmacos bloqueantes ganglionares🡪bloquean la transmisión de impulsos desde neuronas autónomas preganglionares hasta neuronas posganglionares. Algunos son ION TETRAETILAMONIO, ION HEXAMETONIO Y PENTOLINIO (obstaculizan estimulación de neuronas posganglionares por acetilcolina en SNS y SNP simultáneamente)