



# Mi Universidad

## Ensayo

*Jesús Santiago Méndez Trejo*

*Segundo parcial*

*Farmacología*

*Dagoberto Silvestre Esteban*

*Medicina humana*

*Tercer semestre, grupo "C"*

*Comitán de Domínguez, Chiapas a 13 de octubre del 2024*

### Introducción

El sistema nervioso autónomo (SNA) es una parte del sistema nervioso periférico que controla funciones involuntarias o automáticas del cuerpo, es decir, aquellas que no requieren de la intervención consciente. Regula actividades vitales como la respiración, el ritmo cardíaco, la digestión, la secreción glandular y el funcionamiento de los órganos internos.

Y lo podemos dividir en: sistema nervioso simpático, sistema nervioso parasimpático y sistema nervioso entérico.

Para fines del siguiente trabajo nos enfocaremos en el sistema nervioso simpático, este controla funciones involuntarias del cuerpo, como la respiración, el ritmo cardíaco y la digestión. El sistema simpático, específicamente, se activa en situaciones de estrés o de peligro, y es responsable de la respuesta de lucha o huida. Su función principal es preparar al cuerpo para reaccionar ante una amenaza o situación de emergencia.

Dentro de las neuronas posganglionares simpáticas (localizadas principalmente en los ganglios simpáticos), la síntesis de catecolaminas se realiza para la producción de norepinefrina (noradrenalina). Estas neuronas utilizan norepinefrina como neurotransmisor para transmitir señales a los órganos efectores, como el corazón, los vasos sanguíneos y otros órganos involucrados en la respuesta de "lucha o huida".

Otros puntos clave son los receptores adrenérgicos los cuales son proteínas ubicadas en la superficie de las células que responden a las catecolaminas, como la epinefrina (adrenalina) y la norepinefrina (noradrenalina). Así mismo tenemos a los fármacos simpaticomiméticos los cuales imitan o potencian los efectos del sistema nervioso simpático al activar los receptores adrenérgicos. Estos fármacos pueden aumentar la liberación de neurotransmisores simpáticos o actuar directamente sobre los receptores adrenérgicos para provocar una respuesta fisiológica similar a la que ocurre durante la activación simpática.

Todos los puntos antes mencionados son los siguientes a tratar durante el siguiente trabajo.

## Sistema nervioso autónomo

El sistema nervioso se divide en dos grandes componentes: el sistema nervioso central (SNC) y el sistema nervioso periférico (SNP). A su vez, cada uno de estos sistemas tiene subdivisiones que cumplen funciones específicas en el cuerpo.

### 1. Sistema Nervioso Central (SNC):

Es el principal centro de procesamiento de información en el cuerpo y está compuesto por:

**Encéfalo:** Incluye el cerebro, el cerebelo y el tronco encefálico. El cerebro es responsable de funciones cognitivas, sensoriales, emocionales y motoras; el cerebelo coordina el equilibrio y la precisión de los movimientos; y el tronco encefálico regula funciones vitales como la respiración y el ritmo cardíaco.

**Médula espinal:** Transmite señales entre el cerebro y el resto del cuerpo. También coordina los reflejos.

### 2. Sistema Nervioso Periférico (SNP):

El SNP conecta el SNC con el resto del cuerpo y está compuesto por los nervios que se extienden fuera del cerebro y la médula espinal. A su vez, se subdivide en:

#### a. Sistema nervioso somático (SNS):

- Controla las actividades voluntarias, es decir, aquellas bajo control consciente, como los movimientos musculares.
- Transmite señales sensoriales desde los órganos de los sentidos al SNC y lleva impulsos motores desde el SNC hacia los músculos esqueléticos.

#### b. Sistema nervioso autónomo (SNA):

- Regula las funciones involuntarias, como la respiración, el latido cardíaco, la digestión y la secreción glandular.
- Se subdivide en:

**Sistema nervioso simpático:** Activa la respuesta de lucha o huida ante situaciones de estrés, aumentando la frecuencia cardíaca, dilatando los bronquios, inhibiendo la digestión y movilizando reservas de energía.

**Sistema nervioso parasimpático:** Promueve el estado de reposo y digestión, reduciendo la frecuencia cardíaca, estimulando la digestión y conservando energía.

**Sistema nervioso entérico:** Se localiza en el tracto gastrointestinal y regula el funcionamiento del sistema digestivo. Aunque puede funcionar de manera autónoma, está influido por el sistema simpático y parasimpático.

El sistema nervioso simpático se divide en:

### 1. Neuronas preganglionares:

- Son neuronas que tienen su origen en la médula espinal, específicamente en la región torácica y lumbar (niveles T1 a L2). Esta porción de la médula es conocida como la columna simpática toracolumbar.

- Estas neuronas preganglionares envían axones que salen de la médula espinal a través de los nervios raquídeos y se dirigen hacia los ganglios simpáticos.

## 2. Ganglios simpáticos:

- Los ganglios son grupos de cuerpos neuronales que actúan como estaciones de relevo. El sistema simpático incluye dos tipos de ganglios:
  - **Cadena simpática paravertebral:** Es una serie de ganglios que se encuentran a lo largo de ambos lados de la columna vertebral, formando lo que se llama el tronco simpático o cadena simpática. Estos ganglios están conectados entre sí por fibras nerviosas que permiten una coordinación rápida de la respuesta simpática.
  - **Ganglios prevertebrales (colaterales):** Son ganglios situados frente a la columna vertebral, en el abdomen. Incluyen el ganglio celíaco, el ganglio mesentérico superior y el ganglio mesentérico inferior. Estos ganglios reciben señales de las neuronas preganglionares y envían proyecciones hacia los órganos del tracto gastrointestinal y otros órganos internos.

## 3. Neuronas posganglionares:

- Desde los ganglios simpáticos, las neuronas posganglionares llevan la señal hacia los órganos diana (como el corazón, los pulmones, los vasos sanguíneos, el hígado, el tracto digestivo, los músculos, etc.).
- Estas neuronas posganglionares liberan norepinefrina (noradrenalina) como principal neurotransmisor, el cual interactúa con los receptores adrenérgicos en los órganos diana.

## 4. Neurotransmisores:

- El principal neurotransmisor de las neuronas preganglionares es la acetilcolina, que se libera en los ganglios simpáticos y activa a las neuronas posganglionares.
- Las neuronas posganglionares liberan principalmente norepinefrina (noradrenalina), que se une a los receptores adrenérgicos ( $\alpha$  y  $\beta$ ) en los órganos efectores. En algunos casos, como en las glándulas sudoríparas, la neurona posganglionar también puede liberar acetilcolina.

## 5. Receptores adrenérgicos:

- Los efectos de la activación simpática son mediados por los receptores adrenérgicos que se encuentran en los órganos diana. Estos se dividen en:
  - **Receptores alfa ( $\alpha 1$  y  $\alpha 2$ ):** Involucrados en la vasoconstricción, aumento de la presión arterial y regulación del flujo sanguíneo.
  - **Receptores beta ( $\beta 1$ ,  $\beta 2$  y  $\beta 3$ ):** Relacionados con el aumento de la frecuencia cardíaca, la dilatación bronquial y la movilización de energía.

## 6. Médula suprarrenal:

- La médula suprarrenal, parte interna de las glándulas suprarrenales situadas sobre los riñones, actúa como una extensión del sistema simpático.
- Recibe señales directamente de las neuronas preganglionares simpáticas, lo que provoca la liberación de epinefrina (adrenalina) y norepinefrina al torrente sanguíneo. Estas hormonas refuerzan y amplifican los efectos del sistema simpático en todo el cuerpo.

### Síntesis de catecolaminas

La síntesis de catecolaminas es el proceso bioquímico mediante el cual se producen neurotransmisores como la dopamina, la norepinefrina (noradrenalina) y la epinefrina (adrenalina), que son fundamentales para la respuesta del sistema nervioso simpático. Estas sustancias son conocidas como catecolaminas debido a su estructura química basada en un grupo catecol y una amina.

El proceso de síntesis de catecolaminas ocurre principalmente en las neuronas simpáticas y en la médula suprarrenal, y sigue una secuencia de pasos bien definidos:

#### 1. L-tirosina → L-DOPA

- La síntesis comienza con el aminoácido L-tirosina.
- La enzima tirosina hidroxilasa convierte la L-tirosina en L-3,4-dihidroxifenilalanina (L-DOPA).
- Este paso es el más importante y es considerado el paso limitante de la velocidad en la producción de catecolaminas.

#### 2. L-DOPA → Dopamina

- La L-DOPA se convierte en dopamina por la acción de la enzima DOPA descarboxilasa (también conocida como aminoácido aromático descarboxilasa).

#### 3. Dopamina → Norepinefrina (Noradrenalina)

- La dopamina es transportada a vesículas sinápticas, donde la enzima dopamina  $\beta$ -hidroxilasa convierte la dopamina en norepinefrina (noradrenalina).

#### 4. Norepinefrina → Epinefrina (Adrenalina)

- En las células de la médula suprarrenal, la feniletanolamina N-metiltransferasa (PNMT) añade un grupo metilo a la norepinefrina, convirtiéndola en epinefrina (adrenalina).

## Receptores Alfa ( $\alpha$ -adrenérgicos)

### 1. Receptores $\alpha_1$ :

- **Ubicación:**
  - Vasos sanguíneos (músculo liso vascular): Principalmente en las arterias y arteriolas de la piel, los riñones, el tracto gastrointestinal y otros órganos.
  - Músculo radial del iris: Responsable de la midriasis (dilatación de las pupilas).
  - Músculo liso del tracto urinario: En el esfínter uretral interno, lo que contribuye a la retención urinaria.
  - Glándulas salivales: Influye en la secreción.
  - Hígado: Contribuye a la movilización de glucosa.
- **Función:**
  - Vasoconstricción: Contrae los vasos sanguíneos, lo que aumenta la presión arterial.
  - Midriasis: Dilatación de las pupilas.
  - Contracción del esfínter urinario: Ayuda a retener la orina.
  - Glucogenólisis: Estimula la liberación de glucosa desde el hígado.

### 2. Receptores $\alpha_2$ :

- **Ubicación:**
  - Terminaciones nerviosas presinápticas: En las neuronas simpáticas, donde modulan la liberación de norepinefrina.
  - Células del páncreas: En las células beta, donde influyen en la secreción de insulina.
  - Sistema nervioso central (SNC): En el cerebro, donde intervienen en la regulación de la actividad simpática.
  - Vasos sanguíneos (músculo liso): Aunque en menor cantidad que los  $\alpha_1$ , también contribuyen a la vasoconstricción.
- **Función:**
  - Inhibición de la liberación de norepinefrina: Actúan como un mecanismo de retroalimentación negativa para regular la respuesta simpática.
  - Inhibición de la secreción de insulina: Disminuyen la liberación de insulina.
  - Vasoconstricción menor: Contribuyen a aumentar la resistencia vascular.

## Receptores Beta ( $\beta$ -adrenérgicos)

### Receptores $\beta_1$ :

- **Ubicación:**
  - Corazón: En los miocitos (células musculares del corazón) y el nodo sinoauricular y auriculoventricular.
  - Riñones: En el aparato yuxtaglomerular, que regula la secreción de renina.
- **Función:**
  - Aumento de la frecuencia cardíaca (cronotropismo positivo).
  - Aumento de la contractilidad cardíaca (inotropismo positivo).
  - Aumento de la velocidad de conducción del impulso cardíaco (dromotropismo positivo).
  - Secreción de renina: Activa el sistema renina-angiotensina-aldosterona, lo que aumenta la presión arterial.

### Receptores $\beta_2$ :

- **Ubicación:**
  - Músculo liso de los bronquios: Principalmente en los pulmones, donde permiten la dilatación de las vías respiratorias.
  - Vasos sanguíneos: En las arterias que suministran sangre al músculo esquelético.
  - Hígado: Involucrados en la glucogenólisis.
  - Útero: Participan en la relajación del músculo liso uterino.
  - Músculo esquelético: Aumentan la captación de potasio y la glucogenólisis.
- **Función:**
  - Broncodilatación: Relajan el músculo liso de los bronquios, lo que facilita la respiración.
  - Vasodilatación: Dilatan los vasos sanguíneos que irrigan los músculos esqueléticos, lo que mejora el flujo sanguíneo durante la actividad física.
  - Glucogenólisis y gluconeogénesis: Estimulan la liberación de glucosa desde el hígado.
  - Relajación uterina: Previenen las contracciones prematuras del útero durante el embarazo.

### Receptores $\beta_3$ :

- **Ubicación:**

- Tejido adiposo: Principalmente en el tejido graso.
- Músculo liso de la vejiga: Ayuda a relajar la vejiga.
- **Función:**
  - Lipólisis: Estimulan la descomposición de triglicéridos en el tejido adiposo para liberar ácidos grasos, que se utilizan como fuente de energía.
  - Relajación del músculo liso de la vejiga: Mejora la capacidad de la vejiga para almacenar orina.

## Fármacos simpaticomiméticos

Los fármacos simpaticomiméticos son medicamentos que imitan o potencian los efectos del sistema nervioso simpático al activar los receptores adrenérgicos (alfa y beta) en diversos órganos y tejidos. Estos fármacos pueden actuar de diferentes maneras, ya sea estimulando directamente los receptores adrenérgicos o incrementando la liberación de neurotransmisores simpáticos

Clasificación de los fármacos simpaticomiméticos

### 1. Simpaticomiméticos de acción directa:

Estos fármacos se unen y activan directamente los receptores adrenérgicos ( $\alpha$  y  $\beta$ ), lo que desencadena una respuesta fisiológica similar a la estimulación simpática.

- Ejemplos:
  - Epinefrina (adrenalina): Estimula los receptores  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta_1$  y  $\beta_2$ . Se utiliza en situaciones de emergencia, como el shock anafiláctico o la reanimación cardiopulmonar. Incrementa la frecuencia cardíaca, la fuerza de contracción del corazón, dilata los bronquios y eleva la presión arterial.
  - Norepinefrina (noradrenalina): Actúa principalmente sobre los receptores  $\alpha_1$  y  $\beta_1$ , provocando vasoconstricción y aumentando la presión arterial, siendo útil en el shock séptico o hipovolémico.
  - Fenilefrina: Un agonista selectivo de los receptores  $\alpha_1$ , utilizado como descongestionante nasal y para elevar la presión arterial en casos de hipotensión.
  - Salbutamol (albuterol): Actúa sobre los receptores  $\beta_2$ , provocando broncodilatación y es utilizado en el tratamiento del asma y la EPOC.
  - Dobutamina: Un agonista selectivo de  $\beta_1$ , utilizado para mejorar la contractilidad cardíaca en pacientes con insuficiencia cardíaca.

### 2. Simpaticomiméticos de acción indirecta:

Estos fármacos no actúan directamente sobre los receptores, sino que aumentan la liberación de norepinefrina en las terminaciones nerviosas o inhiben su recaptación, lo que aumenta las concentraciones de catecolaminas disponibles en las sinapsis.

- Ejemplos:
  - Anfetaminas: Aumentan la liberación de norepinefrina y dopamina en el sistema nervioso central, y son utilizadas en el tratamiento del trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) y la narcolepsia.
  - Cocaína: Bloquea la recaptación de norepinefrina, dopamina y serotonina, lo que aumenta sus concentraciones en las sinapsis. Ha sido utilizada como anestésico local en algunos procedimientos médicos, aunque también tiene un potente efecto estimulante.
  - Tiramina: Un compuesto que se encuentra en ciertos alimentos y que promueve la liberación de norepinefrina, aunque generalmente no se utiliza clínicamente.

### 3. Simpaticomiméticos de acción mixta:

Estos fármacos actúan tanto directamente sobre los receptores adrenérgicos como indirectamente, aumentando la liberación de norepinefrina en las terminaciones nerviosas.

- Ejemplo:
  - Efedrina: Tiene un mecanismo mixto, ya que puede actuar directamente sobre los receptores  $\alpha$  y  $\beta$  y también aumentar la liberación de norepinefrina. Se ha utilizado como descongestionante nasal y broncodilatador en el tratamiento del asma.

## Fármacos simpaticolíticos

Los fármacos simpaticolíticos son medicamentos que inhiben o bloquean los efectos del sistema nervioso simpático. Actúan principalmente como antagonistas de los receptores adrenérgicos, lo que resulta en una disminución de la actividad simpática. Estos fármacos son utilizados en diversas condiciones médicas, especialmente aquellas relacionadas con la hipertensión y trastornos cardiovasculares.

### Clasificación de los fármacos simpaticolíticos

#### 1. Antagonistas de los receptores alfa ( $\alpha$ )

Estos fármacos bloquean los receptores alfa, lo que resulta en vasodilatación y reducción de la presión arterial.

- Ejemplos:
  - Prazosina: Antagonista selectivo de los receptores  $\alpha_1$ , utilizado para tratar la hipertensión y los síntomas de la hiperplasia prostática benigna (HPB).
  - Doxazosina: Similar a la prazosina, se utiliza también en el tratamiento de la hipertensión y la HPB.

- Terazosina: Otro antagonista  $\alpha_1$ , utilizado para la hipertensión y la HPB.
- Fenoxibenzamina: Antagonista no selectivo de los receptores  $\alpha$ , utilizado en el tratamiento de la crisis hipertensiva asociada con feocromocitomas.

## 2. Antagonistas de los receptores beta ( $\beta$ )

Estos fármacos bloquean los receptores beta, lo que provoca una reducción en la frecuencia cardíaca, la contractilidad y la presión arterial.

- Ejemplos:
  - Propranolol: Un antagonista no selectivo de los receptores  $\beta_1$  y  $\beta_2$ , utilizado en el tratamiento de la hipertensión, angina, arritmias y como profiláctico en la migraña.
  - Atenolol: Antagonista selectivo de los receptores  $\beta_1$ , utilizado para tratar la hipertensión y la angina.
  - Metoprolol: Otro antagonista selectivo  $\beta_1$ , utilizado en el tratamiento de la hipertensión, insuficiencia cardíaca y postinfarto.
  - Carvedilol: Un antagonista no selectivo de los receptores  $\beta$  y también de los receptores  $\alpha_1$ , utilizado en la insuficiencia cardíaca y la hipertensión.

## Conclusión

La importancia de los fármacos simpaticolíticos y simpaticomiméticos radica en su capacidad para regular y manipular las funciones del sistema nervioso simpático, permitiendo el tratamiento eficaz de una variedad de condiciones médicas. Su uso adecuado en la práctica clínica puede conducir a resultados terapéuticos significativos y a una mejor calidad de vida para los pacientes.

## Referencias bibliográficas

- National Institute of Child Health and Human Development. (n.d.). *Partes del sistema nervioso*. <https://espanol.nichd.nih.gov/salud/temas/neuro/informacion/partes#:~:text=El%20sistema%20nervioso%20transmite%20se%C3%B1ales,%2C%20ver%2C%20pensar%20y%20m%C3%A1s.&text=La%20unidad%20b%C3%A1sica%20del%20sistema,una%20c%C3%A9lula%20nerviosa%2C%20o%20neurona>
- Merck & Co., Inc. (n.d.). *Generalidades sobre el sistema nervioso autónomo*. <https://www.msdmanuals.com/es/professional/trastornos-neuro%C3%B3gicos/sistema-nervioso-aut%C3%B3nomo/generalidades-sobre-el-sistema-nervioso-aut%C3%B3nomo>
- Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México. (n.d.). *Farmacología especial*. <https://farma.facmed.unam.mx/wp/?p=174>
- Bouchard, D., & Rojas, A. (2008). Agentes simpaticomiméticos: Potentes herramientas terapéuticas. *La Presse Médicale*, 37(8), 1197-1206. <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2008.03.016>
- Universidad de Guanajuato. (n.d.). *Unidad didáctica 5A: Farmacología especial*. <https://blogs.ugto.mx/enfermeriaenlinea/unidad-didactica-5a-farmacologia-especial/>