

TEMA 3. FISIOLÓGÍA SENSORIAL.

VÍAS SENSORIALES AFERENTES.

Las vías sensoriales constituyen el camino por el que la información sensorial va a ser proyectada a las zonas del sistema nervioso donde pueda ser procesada e integrada, precisamente para realizar la percepción sensorial y poder dar respuestas. La mayor parte de las vías atraviesan el tálamo en su trayectoria a la corteza cerebral. Existen dos vías sensoriales principales:

- Sistema Columna Dorsal o Lemniscal.
- Sistema anterolateral.

Un aspecto importante es que cada tipo de modalidad o cualidad sensorial específica va a tener un procedimiento específico a través de una de estas vías sensoriales (Principio de la vía determinada). La organización general de las vías aferentes es:

1. Transmisión información periférica.
2. Entrada a Médula: a través de los nervios raquídeos. Las aferencias entran por la raíz dorsal.
3. Ascenso de la información.
4. Tálamo y corteza.

Sin embargo, hay una excepción; el sistema trigeminal, que se encarga de recoger la información sensorial del área craneofacial a través del nervio trigeminal, está conectado directamente con el encéfalo.

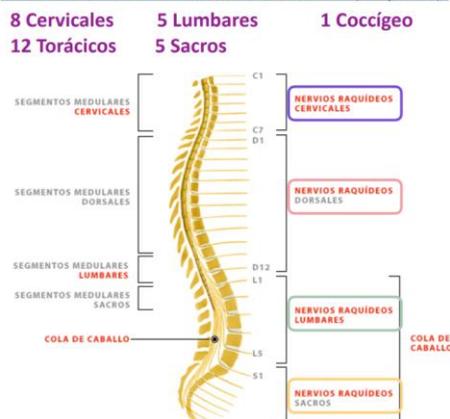
NERVIOS RAQUÍDEOS.

Los nervios raquídeos son los encargados de recoger todas las sensaciones y percepciones registradas a lo largo del cuerpo y enviarlas al encéfalo. Cada nervio raquídeo es un nervio mixto:

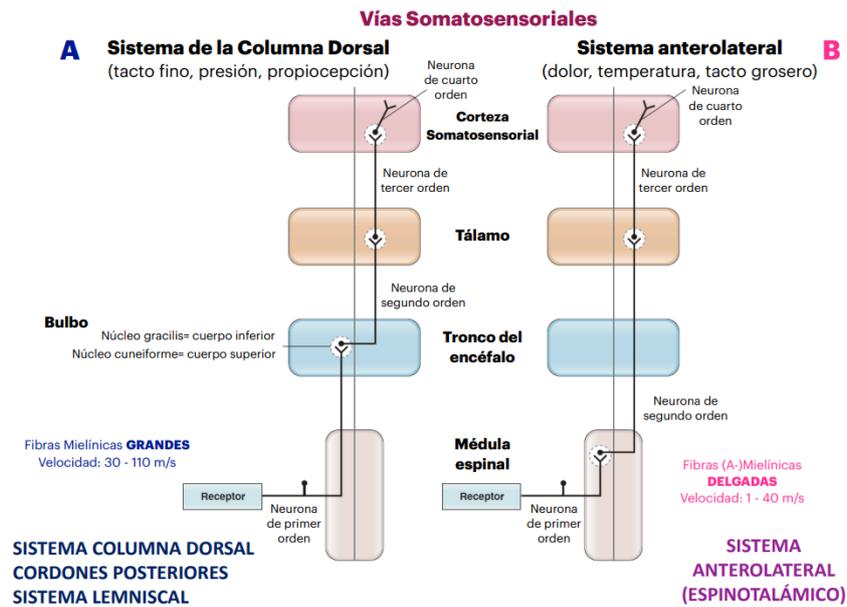
- Raíz dorsal: contiene los nervios sensoriales aferentes. Las fibras aferentes atraviesan la sustancia blanca para posteriormente dirigirse a la sustancia gris.
- Raíz ventral: contiene los nervios motores eferentes. Llevan información motora procedente del cerebro.

Dermatomo: es el área de la piel cuyos nervios sensitivos provienen todos de un único nervio raquídeo y su ganglio espinal.

ORGANIZACIÓN NERVIOS RAQUÍDEOS (31 pares):



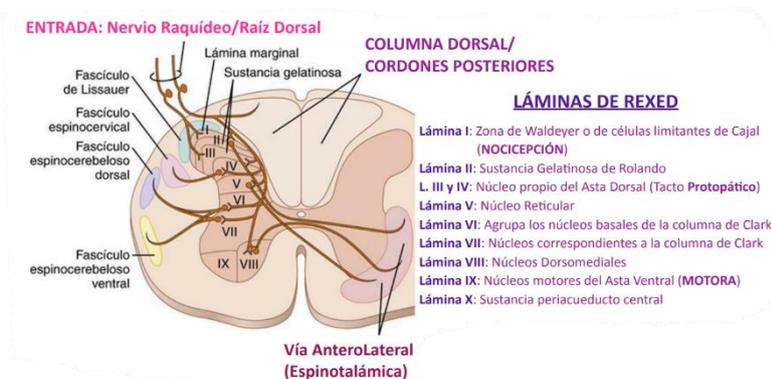
DOS GRANDES SISTEMAS ASCENDENTES.



La información sensorial entra por la raíz dorsal y llega a la sustancia blanca de la médula espinal, aquí pueden pasar dos cosas:

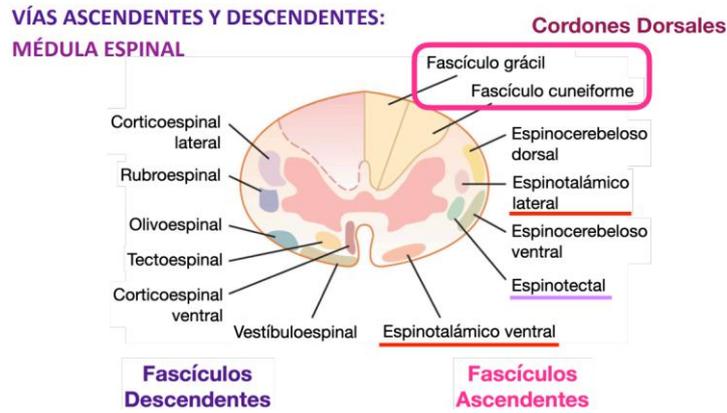
- **Sistema de la columna dorsal:** La información que entra no hace contacto sináptico en la médula, sube por la parte posterior (por la columna dorsal) hasta llegar al bulbo raquídeo, donde hace sinapsis en los núcleos de la columna dorsal (núcleo grácil y cuneiforme). Desde aquí, las neuronas de segundo orden decusan de inmediato hacia el lado opuesto del tronco del encéfalo y continúan ascendiendo a través de los lemniscos mediales hasta el tálamo, donde hacen relevo en la zona del complejo ventrobasal. Desde este punto, las fibras nerviosas de tercer orden proyectan a la corteza somato sensitiva.
- **Sistema anterolateral:** La información entra en la sustancia gris y hace contacto sináptico, lo que hace que se procese en la propia médula espinal (normalmente da lugar a respuestas reflejas), y además decusa al lado contrario. No todas las fibras decusan en el mismo segmento de la médula, pero sí antes de alcanzar el bulbo raquídeo. De ahí se proyectan a los núcleos del tálamo y de ahí a la corteza.

→ **Principio jerarquía:** A medida que subimos de forma ascendente en la vía, las neuronas existentes son capaces de procesar estímulos de mayor complejidad y especificidad (TÁLAMO / CORTEZA SOMATOSENSORIAL).



Somatotopía:

correspondencia punto por punto de un área del cuerpo con un área del SNC. De esta forma dos estímulos independientes se procesan de forma diferente. Cuanto menor es el número de sinapsis, mayor somatotopía.



Características diferenciales.

→ **Propiedades diferenciales:** Cada vía está compuesta por un tipo de fibras característico, así como una ordenación espacial diferencial que va a determinar el tipo de estímulo que va a transmitir. Por ejemplo, el sistema de la columna dorsal/lemniscal posee fibras capaces de transmitir a gran velocidad con un alto grado de orientación espacial lo que le permite transmitir sensaciones táctiles bien localizadas (alta somatotopía). Por el contrario, el sistema anterolateral está integrado por fibras con una velocidad menor y poca resolución espacial (baja somatotopía), lo que capacita para la transmisión de señales táctiles poco localizadas o sensaciones de dolor.

1. Organización de Relevos Sinápticos:

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • COLUMNA DORSAL/LEMNISCAL
Relevo sináptico y decusación contralateral en tronco encefálico, a nivel del bulbo raquídeo | <ul style="list-style-type: none"> • ANTEROLATERAL
Relevo sináptico y decusación a nivel medular (astas dorsales de la sustancia gris) |
|--|--|

2. Tipos de Fibras / Velocidad Conducción:

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • COLUMNA DORSAL/LEMNISCAL
Fibras Mielínicas GRANDES
Velocidad: 30 - 110 m/s | <ul style="list-style-type: none"> • ANTEROLATERAL
Fibras (A-)Mielínicas - MÁS DELGADAS
Velocidad: 1 - 40 m/s |
|---|---|

3. SOMATOTOPÍA: Correspondencia punto por punto de un área del cuerpo con un área específica del sistema nervioso central.

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • COLUMNA DORSAL/LEMNISCAL
Alta conservación espacial de las fibras procedentes de los receptores
ALTA SOMATOTOPÍA | <ul style="list-style-type: none"> • ANTEROLATERAL
Baja conservación espacial
Convergencia Sináptica
BAJA SOMATOTOPIA |
|--|--|

4. Tipos de Sensaciones:

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • COLUMNA DORSAL/LEMNISCAL
Tacto Epicrítico
Presión Discriminativa
Sensaciones Fásicas (Vibración)
Propiocepción | <ul style="list-style-type: none"> • ANTEROLATERAL
Dolor
Sensaciones Térmicas
Tacto Grasero - Protópático
Cosquilleo/Prurito
Sensaciones Sexuales |
|---|---|

Estas características van a determinar el tipo de estímulo transmitido por cada una de estas dos vías. La información que deba transmitirse de una forma rápida y con una alta fidelidad temporal y espacial recurrirá al sistema lemniscal y la que no requiera este grado de especificidad espaciotemporal y de rapidez será transmitida por el sistema anterolateral.

Organización.

En el tálamo, las fibras que atraviesan el lemnisco medial hacen relevo sináptico en el complejo ventrobasal talámico. Desde aquí, neuronas de tercer orden proyectan a las áreas sensitivas de

la corteza (áreas somatosensitivas I y II). En estas áreas están representadas las distintas regiones del cuerpo.

Características anatómicas y funcionales.

- Transmite información que no requiere una localización muy diferenciada ni una discriminación fina de intensidades (dolor, calor, tacto protopático...).
- Tras entrar a la médula, la mayoría de las fibras anterolaterales realizan un relevo sináptico en las láminas I, IV, V y VI de la asta dorsal en la sustancia gris. • Tras realizar el relevo, cruzan al contralateral de la médula (decusación) y ascienden por los haces espinotalámicos anterior y lateral.
- Las fibras que ascienden por el haz espino cervical son una excepción, ya que tras realizar el relevo sináptico en la médula no cruzan al otro lateral, sino que ascienden paralelas a la columna dorsal y cambian de lateral justo antes de llegar al bulbo raquídeo. Estas fibras suelen transmitir el dolor agudo y suelen tener un mayor grado de discriminación espacial (somatotopía).
- En el tálamo transmiten de nuevo la información a un nuevo orden de neuronas a nivel de los núcleos ventrobasales e intralaminares que dirigirán la información a la corteza.

Nomenclatura.

Existen otras vías que complementan al sistema anterolateral o espinotalámico:

- Haz neoespinotalámico / Haz espinotalámico lateral.
- Haz paleoespinotalámico / Haz espinotalámico medial.
- Haz espinotectal / Haz espinocervical.

El haz neoespinotalámico y el espino cervical son los más recientes evolutivamente. Tienen un bajo nº de sinapsis, por tanto, tienen mayor proyección somatotópica. Son paralelos al lemnisco medial. Características:

- Más reciente evolutivamente.
- Bajo nº Sinapsis.
- Paralelos a Lemnisco Medial.
- Proyección más somatotópica.

El haz paleoespinotalámico y el espinotectal son más antiguos y tienen un alto nº de sinapsis (convergencia), por tanto, poseen una proyección menos somatotópica. Características:

- Alto nº Sinapsis → Convergencia.
- Proyección menos somatotópica.

Proyecciones.

En **tálamo**:

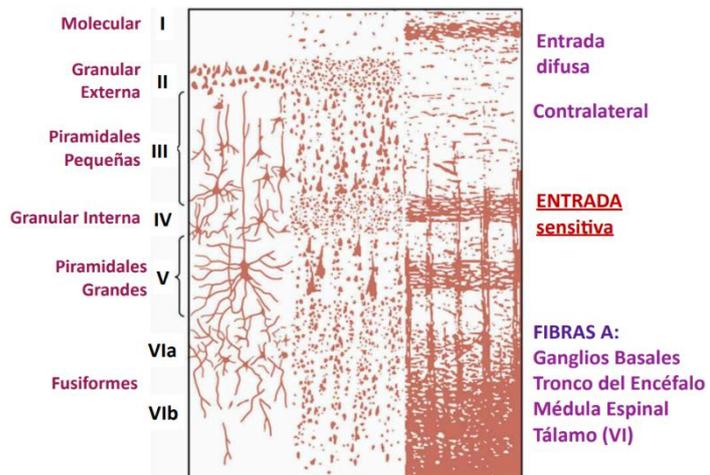
- Sistema columna dorsal: complejo ventrobasal. Núcleos Ventral/Posterior/Lateral. Alta Somatotopía.
- Sistema anterolateral: núcleos intralaminares. (Tb. Complejo Ventrobasal). Menor Somatotopía.

En **corteza somatosensitiva**:

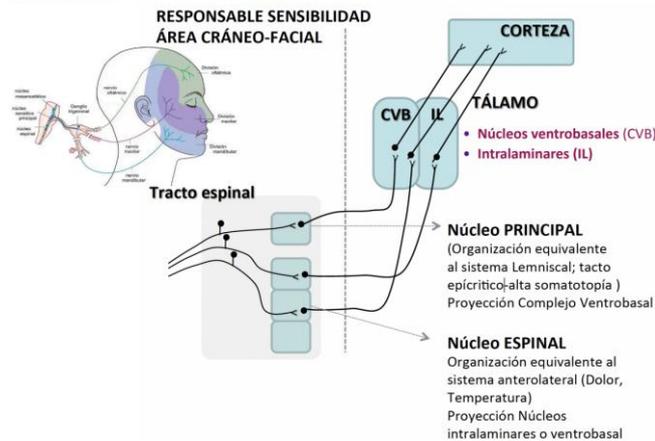
- Área Somatosensitiva-I: Homúnculo sensitivo: representación topográfica del cuerpo. Las áreas de sensibilidad más fina tienen una mayor representación (por ejemplo: las manos y la cara). Circunvolución Postcentral, detrás del surco o cisura central (Brodmann 1,2,3).
- Área Somatosensitiva-II: Corteza Parietal Lateral (Brodmann 5,7,40) Á. Asociación Input: SS-I, complejo ventrobasal e intralaminares del tálamo, y Corteza Visual/auditiva.

Capas de la corteza somatosensitiva.

- La señal sensitiva entrante excita en primer lugar la capa neuronal IV; a continuación, se propaga hacia la superficie de la corteza y también hacia otras capas más profundas.
- Las capas I y II reciben señales de entrada difusa inespecíficas procedentes de los centros inferiores del encéfalo, que facilitan regiones corticales específicas.
- Las neuronas de las capas II y III envían axones hacia las porciones emparentadas entre sí de la corteza en el lado opuesto del cerebro a través del cuerpo calloso.
- Las neuronas de la capa V son mayores y proyectan hacia zonas más alejadas como los ganglios basales, el tronco del encéfalo y la médula espinal, donde controlan la transmisión de la señal. La capa VI interactúa con el tálamo.



Excepción: Sistema Trigeminal (área cráneo-facial)



Sistema lemniscal: circuito básico.

Existen circuitos divergentes en cada relevo sináptico desde que se produce el estímulo hasta que llega a la corteza.

Un estímulo débil sólo estimulará las neuronas más centrales mientras que uno intenso producirá la descarga muchas más, aunque las centrales lo harán a mayor frecuencia.

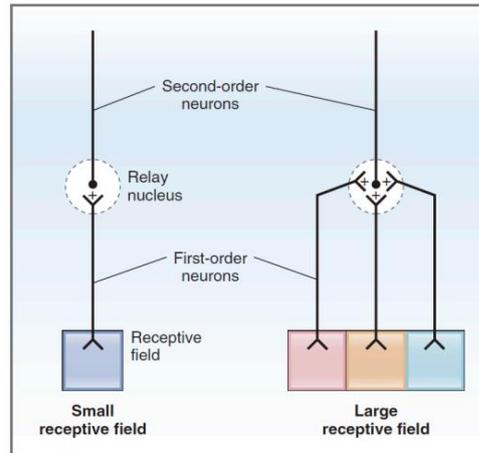
Tacto epicrítico: discriminación.

→ Ejemplo ilustrativo que podría explicar la diferencias entre el sistema lemniscal y anterolateral en la capacidad de discriminación espacial de un estímulo.

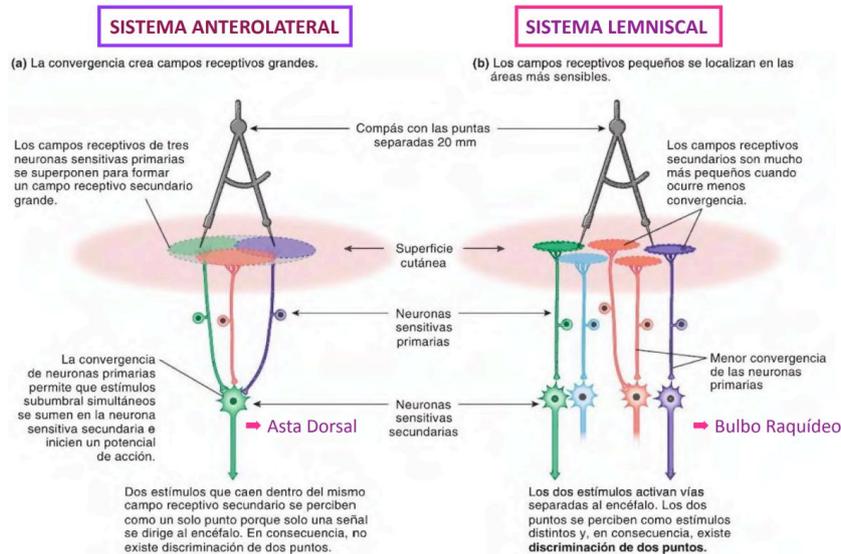
→ En el caso del sistema lemniscal, la estimulación de un campo receptor transmite la señal directa a una neurona de segundo orden (bulbo raquídeo).

→ En el sistema anterolateral, señales procedentes de distintos campos receptores pueden converger en una misma neurona de segundo orden lo que no permite una discriminación espacial clara.

SISTEMA LEMNISCAL SISTEMA ANTEROLATERAL



TACTO EPICRÍTICO: DISCRIMINACIÓN ESPACIAL



Modulación transmisión de información sensorial.

→ Ejemplo de nocicepción: Además de los campos receptores excitatorios, existen también campos receptores inhibitorios. Esto va a permitir una localización más precisa del estímulo ya que delimita las fronteras de la señal. En este caso, las zonas de inhibición intervienen en un fenómeno llamado inhibición lateral y ayudan a la localización exacta del estímulo mediante la definición de sus límites y proporcionando un borde de contraste.

→ Inhibición lateral: En cuanto a la discriminación, para tener una mayor precisión es necesaria la inhibición lateral, la cual aumenta el contraste y facilita la percepción del estímulo. Las respuestas de las neuronas sensitivas primarias A, B y C son proporcionales a la intensidad del estímulo en cada campo receptivo. La neurona sensitiva B inhibe a las neuronas sensitivas secundarias A y C, lo que crea un mayor contraste entre B y sus zonas vecinas.