

# SISTEMAS SENSORIALES

## - Sensación Somática -

TRANSDUCCION: El proceso por el cual un estímulo físico es convertido en una señal neurológica y es enviada al SNC.

- ✍ **Zona Gatillo:** El umbral del estímulo, en el receptor sensorial, donde se genera un potencial de acción. Algunos receptores sensitivos son más sensibles que otros.
- ✍ **Modalidad específica:** Algunas unidades sensoriales específicas, son más sensibles a una sola modalidad.

Existen cuatro clases amplias de estímulos sensitivos:

- ✍ Sensación táctil (presión, frío).
- ✍ Propiocepción (posición del cuerpo y movimiento).
- ✍ Sensación térmica.
- ✍ Dolor

La modalidad a la cual un receptor es sensible se llama **estímulo adecuado** para el receptor. La modalidad específica es la que gatilla al receptor al *potencial umbral mínimo*. Otras modalidades pueden también gatillar el receptor, pero a potenciales mucho más altos.

- ✍ **Frío paradójico:** es una excepción a la regla de Modalidad específica.

Algunas veces el calor puede ser percibido como frío, debido a que estimulan fibras receptoras del frío, en vez de las del calor.

Normalmente las fibras del calor son estimuladas por un alza de la temperatura, y las fibras del frío por un descenso de la temperatura.

## DIÁMETRO DE LA FIBRA Y MODALIDAD ESPECÍFICA

- ✍ **Fibras Clase II (A-beta):** *Sensación cutánea*

Las fibras terminan en *terminaciones nerviosas especializadas* como los discos de Merkel y los corpúsculos de Pacini.

ASFIXIA: Estas son las fibras más sensibles a la asfixia y al insulto físico, debido a que son las fibras sensitivas más largas.

Anestesia: Estas fibras son las *últimas* bloqueadas por la anestesia – son las fibras más largas.

- ✍ **Fibras Clase III (A-delta):** *Dolor rápido, tacto protopático, sensación de temperatura.*

Las fibras terminan en *terminaciones nerviosas libres*.

**DOLOR RÁPIDO:** dolor al pincharse con una aguja, es el primer dolor que se siente al pincharse un dedo.

- ✍ Estas fibras son sensibles a la estimulación mecánica (como la punción) y la temperatura.
- ✍ Propósito: Estas fibras causan una rápida retirada de un estímulo peligroso.

- ✍ **Fibras Clase IV (C):** *Dolor lento, tacto protopático, sensación térmica.*

Las fibras terminan en *terminaciones nerviosas libres*.

**DOLOR LENTO:** dolor latente, las que evocan las experiencias de dolor de las molestias afectivas

- ✍ Estas fibras responden a las sensaciones viscerales por un *estímulo noxal* – de preferencia mecánico, calor, o químico.
- ✍ Propósito: Estas fibras hacen que inmovilicemos la sección corporal para que se pueda curar.

ANESTESIA: *Las fibras del dolor lento son más sensibles a la anestesia local. La anestesia bloquea las fibras de pequeño diámetro antes que las largas*

Asfixia: Estas fibras son las *últimas* bloqueadas en la asfixia, por ser las fibras más cortas.

CLASE	DIÁMETRO VELOCIDAD	ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA	SENSACIÓN
<b>II (A-beta)</b>	Diámetro relativamente largo Velocidad de conducción rápida	Umbral menor Primeras en ser estimuladas	<b>Sensibilidad Cutánea</b>
<b>III (A-delta)</b>	Pequeño diámetro Velocidad de conducción lenta	Umbral medio	<b>Dolor Rápido Tacto protopático Algo de temperatura</b>
<b>IV (C)</b>	Diámetro más pequeño de fibra Velocidad de conducción más lenta	Umbral más alto Últimas en ser estimuladas	<b>Dolor Lento Tacto protopático Algo de temperatura</b>

TERMINACIONES NERVIOSAS LIBRE: Dolor y temperatura, ambos acaban en terminaciones nerviosas libres en la piel..

TERMINACIONES NERVIOSAS ESPECIALIZADAS: Median la sensación táctil: agitación u oscilación, vibraciones y presión.

✍ **CORPÚSCULOS DE MEISSNER:** Median la sensación de agitación u oscilación localizada, pequeñas vibraciones.

**Adaptación rápida, respuesta fásica:** El receptor muestra *adaptación* en la cual deja de descargar luego de que el mismo estímulo se haya presentado por un tiempo. Este “bloquea” la salida del estímulo cuando este se ha hecho repetitivo.

**Distribución Anatómica:** Se encuentra en la piel *glabrosa* (sin pelos), como la palma de las manos..

- La fibra nerviosa pierde su envoltura mielínica luego de entrar en el corpúsculo.
- Tiene el mismo propósito que el de los folículos pilosos en la piel con pelos, la sensación de oscilación.

✍ **CORPÚSCULOS DE PACINI:** Median la sensación de la vibración

**Adaptación rápida, respuesta fásica:** El receptor muestra *adaptación* en la cual deja de descargar luego de que el mismo estímulo se haya presentado por un tiempo.

**ESTRUCTURA:** Es como una **cebolla**.

- Si se remueven las capas de la cebolla, entonces el *receptor se adapta lentamente*. Las capas de la cebolla sirven, de este modo, para la adaptación – esto hace que el nervio bajo las capas solo descarge temporalmente.
- Las capas de la cebolla también *filtran las frecuencias de descarga de baja intensidad*, entonces diremos que el corpúsculo de pacini tiene una frecuencia específica para **vibraciones de alta frecuencia**

✍ **DISCOS DE MERCKEL:** Median la sensibilidad de la **presión**.

**Adaptación lenta, respuesta tónica:** El nervio continúa descargando tanto como el estímulo continúe, Así, se siente la presión tanto como dure.

ADAPTACIÓN: “Decaimiento de la respuesta neural a la estimulación sostenida.” Los corpúsculos de Meissner y Pacini muestran adaptación

✍ **RESPUESTA FÁSICA:** Se refiere al hecho de que el receptor descargará solo cuando haya un *cambio* en la estimulación.

✍ **RESPUESTA TÓNICA:** Se refiere a la descarga continua del receptor cuando un estímulo continúa presente. Un estímulo no debe cambiar para que la descarga continúe

VÍA DE LA COLUMNA DORSAL DEL LEMNISCO MEDIAL: *La Propiocepción y el tacto discriminativo* van paralelas, pero actualmente tienen vías nombradas de forma distinta.

✍ VÍAS: A través de componentes espinales, *estas fibras entran a través de las ramas mediales del cuerno dorsal.*

- TACTO DISCRIMINATIVO: Estas fibras son del **grupo II (A-beta)**

**Primer orden:** Nucleus Gracilis ( medial, S4-T5) y cuneatus (lateral, C1-T4) lleva las neuronas de 1er orden.

**Zona Talámica:** Núcleo ventral posterolateral del tálamo.

**Corteza somato sensorial:** Área 3b

- o Entonces, el área 3b recibe *neuronas de 3er orden originadas de receptores especializados, vía las fibras II.*

- PROPIOCEPCIÓN: Los receptores de la Propiocepción conciente son las del **eje 1a**

Evidencia: movimiento y posición articular pueden ser percibidas aún con anestesia en la cápsula articular o en el reemplazo con una articulación protésica. Las fibras de la Propiocepción no se encuentran dentro de la articulación

**Primer orden:** Nucleus Z (S4-T5) y cuneatus (lateral externo, C1-T4) lleva las neuronas de 1er orden.

**Zona Talámica:** Núcleo ventral posterosuperior del tálamo.

**Corteza somato sensorial:** Área 3b

- o *eje aferente IIA para las señales propioceptivas.*

✍ ORGANIZACIÓN SOMATOTÓPICA

- Médula espinal: Sacral se ubica medial y cervical es más lateral. Así como nos desplazamos arriba, los segmentos sacros entran a la médula primero, y los segmentos siguientes entran "justo encima" del segmento anterior, por ejemplo, lateral a los segmentos sacros.

- TÁLAMO: la organización somatotópica es esencialmente invertida.

- o VPM: Trigeminal, por ejemplo, la cabeza, se ubica *más medial* en el núcleo medial
- o VPL: Espinal es más lateral
- o VPS: El VPS yace sobre ambos núcleos anteriores, y mantiene la organización: cabeza = medial; sacral = lateral.

- CORTEZA SOMATOSENSORIAL: Existen aproximadamente *cuatro mapas completos* del cuerpo: 3a, 3b, 1 y 2.

- o Sacral: (cuerpo inferior) es más medial, en lo superior de la corteza somatosensorial.
- o Cervical: (cuerpo superior) es más lateral, en el polo temporal de la corteza somatosensorial.

- REPRESENTACIÓN DISTORSIONADA: Pulpejos dactiles, labios, y lengua ocupan una gran cantidad de la corteza, dado que son los órganos sensoriales más sensibles.

✍ Conexión SENSORIAL DESCENDENTE: Fibras *sensoriales* descendentes van desde la Corteza Sensorial ✍ Tálamo ✍ Núcleos de la columna dorsal. Pueden tener un rol en la adaptación o el filtrado de los estímulos, pero la función es incierta.

✍ LESIONES:

- o **Tabes Dorsal:** Secundario a sífilis; lesión de las columnas dorsales. Los pacientes muestran déficit en la Propiocepción y el tacto discriminativo, pero no al dolor o la temperatura
- o **Transección de las columnas dorsales:** Resulta en un largo incremento en la discriminación de dos-puntos.
- o **Destrucción de S1 (Corteza somatosensorial):** Da como resultado un déficit sensorial

Teoría de las líneas etiquetadas: Existen vías separadas para cada modalidad de sensación, y todas estas corren en el SNC de una forma paralela.

✍ **COLUMNAS CORTICALES:** Cada columna contiene capas que representan *distintas modalidades*, pero todas vienen desde la *misma región del cuerpo*.

- Así, neuronas en la misma “capa” o **lámina** de la corteza, exhibirán la misma modalidad específica.

**CAMPOS RECEPTORES:** Área de la piel, la cual, cuando es apropiadamente estimulada, causa una descarga neuronal..

✍ Mientras menor es el campo receptor, mayor es la habilidad sensorial, pequeños campos receptores representan mayor agudeza.

✍ *Propiocepción y tacto discriminativo; sus fibras presentan menores campos receptores que los de la temperatura y el dolor.*

✍ **UMBRAL DE DOS-PUNTOS:** La mínima distancia, en la piel, a la que dos puntos de punción pueden ser distinguidos. El más pequeño es el umbral de dos-puntos, y el mayor es el de *agudeza táctil*.

- Pulpejos de los dedos y la lengua tienen los umbrales más pequeños (~ 2 mm.), en tanto que el tronco tiene el mayor umbral (~ 60 mm)

✍ Pequeños campos receptores corresponden a **alta densidad de inervación** y desproporcionadamente alta cantidad de tejido somatosensorial en el SNC.

**SÍNDROME DEL MIEMBRO FANTASMA:** La gente a la cual se le ha amputado un miembro, mantiene la sensación de que el miembro continúa (Propiocepción), cuando otras partes del cuerpo son estimuladas, ejemplo, la cara.

Esto es debido a la **plasticidad de** las neuronas del SNC usadas para suplir la sensación del miembro amputado están cerca de la cara, así se pueden estimular al estimular la cara.

**PROCESAMIENTO JERÁRQUICO:** Al ascender por el SNC. Tipos más complejos de sensaciones son procesados.

✍ **Área 3a y 3b :** son las primeras en recibir la información sensorial

✍ **Áreas 1 y 2 :** reciben impulsos desde las áreas 3a y 3b, Ambas, 1 y 2, son las más altas en el procesamiento de la información sensitiva.

- Por ejemplo, áreas 1 y 2 pueden discriminar selectivamente el movimiento a través de la piel de un dedo , cuando el área 3 no puede.

✍ **Área 2:** es única, dado que *recibe múltiples modalidades*. Ambos, impulsos propioceptivos y táctiles pueden llegar a las mismas fibras.

- Esta convergencia de función permite al área 2 hacer **estereognosis** (identificar objetos por el tacto). **Las lesiones del área dos, resultan en severos déficits en la habilidad específica.**

**SÍNDROME DE NEGLIGENCIA:** Lesión del área temporo-parietal posterior. **Extinción** ocurre en el síndrome de negligencia. La extinción es una falla en el reconocimiento de un estímulo específico (visual, somático, y/o auditivo) de una lado del cuerpo, contralateral a la lesión.

**DOLOR:**

✍ Términos

- **Estímulo nociceptivo:** Estímulo que produce dolor.
- **Analgesia:** Condición en la que el estímulo nociceptivo no es percibido como doloroso.

- ✍ Dos componentes del dolor: *Los dos componentes del dolor pueden ser separados por drogas.*
  - La sensación de dolor en sí
  - El *componente afectivo* del dolor, en el que este es percibido como doloroso o desagradable.
  - **La Morfina** separa estos dos componentes de tal forma que los pacientes sienten el dolor pero no lo consideran desagradable o “doloroso”.
  
- ✍ **ESTIMULO PRODUCTOR DEL DOLOR (PPS):** Químicos involucrados en la transducción de las fibras de *dolor lento*.
  - **POTASIO:** Concentraciones extracelulares altas de K<sup>+</sup> son indicativas de daño de tejidos y es por tanto doloroso.
  - **BRADIQUININAS:** daño tisular ✍ enzimas proteolíticas en el tejido celular ✍ reaccionan con Gamma inmunoglobulinas para crear bradiquininas.
    - o *La bradiquinina es una de las sustancias más doloras conocida.* Activa los terminales de las fibras C
    - o Las bradiquininas causan vasodilatación.
    - o Las bradiquininas causan la producción de **Prostaglandina E2 (PGE<sub>2</sub>)**, el cual sirve para aumentar la sensibilidad de las doloras fibras C
      - La aspirina bloqueará esta síntesis de prostaglandinas.
  - **HISTAMINA: Sustancia-P**, liberada por las fibras C, causa que los mastocitos liberen Histamina.
    - o La Histamina también puede activar los terminales de las fibras C.
  
- ✍ Neurotransmisores usados en el Sistema Anterolateral:
  - GRUPO III (A-delta), NEUROTRANSMISOR: **Glutamato**
  - GRUPO IV (Fibra C), NEUROTRANSMISORES: Las fibras c tienen dos neurotransmisores, los que causan vaso dilatación cuando son liberados en los vasos sanguíneos.
    - o **Sustancia P:** Incrementa la permeabilidad capilar; vía el NO
    - o **Péptico de calcio relacionado a gen (CGRP):** Mejora los efectos vasodilatadores de la sustancia P.
  
- ✍ TRACTO DEL SISTEMA ANTEROLATERAL: Las fibras del Grupo III (Dolor rápido) y IV (dolor lento) entran a la médula a través de la *porción lateral* de la raíz dorsal sobre el **Tracto de Lissauer** ✍ asciende uno o dos segmentos ✍ sinapsa con la **sustancia gelatinosa** ✍ CRUZA ✍ Asciende en el tracto anterolateral.
  - **TRACTO NEOSPINOTALÁMICO:** Dolor rápido (III) y la sensación térmica.
    - o Neuronas de segundo orden terminan en el VPL del tálamo.
    - o Estas neuronas poseen modalidad específica, tienen altos umbrales de estimulación y tienen pequeños campos receptores – todas las cosas esperadas para un dolor definido, rápido y localizado.
    - o **ZONA MARGINAL: Lámina I y V** del cuerno dorsal. Estas son las más lejana y más cercana áreas del sistema anterolateral
      - *Dolor rápido* solo viaja a través de la zona marginal
      - Las fibras se dividen en capas en el tracto de Lissauer
  - **TRACTO PALEOESPINOTALÁMICO:** Recibe el dolor lento (IV), más algo de dolor rápido.
    - o Neuronas de segundo orden terminan en el **núcleo intralaminar** del tálamo.
      - La lesión del núcleo intralaminar aliviará el dolor crónico.
    - o Estas fibras median el dolor crónico profundo, pero no el cutáneo.
    - o **Lámina II y III** llevan las fibras de dolor lento –las capas del medio del sistema anterolateral.
  
- ✍ **Cordotomía anterolateral:** Seccionando la médula anterolateral sobre el *lado contralateral* para aliviar el dolor intratable

## ✂ **Objetivos deL Tracto anterolateral**

- **Tracto espino-reticular:** También para la modificación del dolor
- **Tracto espino-tectal:** También involucrado en el control del dolor; orienta nuestra respuesta a los estímulos dolorosos.
- **Tracto espino-talámico:** La primera vía para la transmisión del dolor al tálamo.

## REFLEJO AXÓNICO

- ✂ **Roncha:** Área localizada, solevantada resultante de la vasodilatación por la irritación local.
- ✂ **Eritema :** Área enrojecida rodeando la roncha.
  - Es un *reflejo axo-axónico* que no va a través del SNC. Fibras nociceptivas locales son estimuladas, y envían mensajes a las fibras vecinas para causar eritema por vasodilatación alrededor de la roncha original.
- ✂ **Capsaicina:** Es una sustancia picante que causa una reacción de respuesta local roncha y eritema. Aplicada continuamente, esta *desensibilizará las fibras C* a los alergenos locales y puede ser usado como analgésico tópico.
- ✂ **HIPERALGESIA:** Realze de la respuesta al dolor en la región siguiente a la reacción roncha y eritema.

**SÍNDROME TALÁMICO (DOLOR CENTRAL):** Dolor espontáneo, y respuesta exagerada al estímulo del dolor, resultante de una *lesión vascular en el tálamo*.

- ✂ Triada de síntomas
  - Dolor espontáneo.
  - Estímulo no injurioso (leve toque, movimiento) percibido como dolor.
  - Hiperalgnesia: Respuesta al dolor agravada.
- ✂ Originalmente, se creía que esto era producto solamente de una lesión talámica, pero ahora se conoce que una lesión en cualquier lugar del tracto (como una cordotomía anterolateral) puede producir estos síntomas.

Mecanismos de ANALGESIA:

- ✂ **TEORÍA DE LA COMPUERTA:** La transmisión del dolor puede ser modificada por las fibras descendentes largas del SNC. *Actividad endógena en las fibras largas del tracto puede bloquear el dolor.*
  - Después de golpearse la cabeza, sobarse puede ayudar. Cuando te sobas la cabeza estás estimulando las fibras largas de los tractos.
  - **Tractos espinotalámico y espinotectal:** Son vías ascendentes que giran para la *inhibición de la transmisión del dolor en el cuerno dorsal*. Estos tractos son vías endógenas de modulación del dolor.
    - Tracto alternativo para las vías del dolor: Estímulo nociceptivo ✂ **Sustancia gris periacueductal** del mesencéfalo y **Sustancia gris periventricular** del tálamo ✂ Núcleo del refé magno de la formación reticular.
    - **Tracto serotoninérgico:** Desde el núcleo del refé magno la señal baja al cuerno dorsal de la médula ✂ sinapsa con una interneurona en la sustancia gelatinosa a todos los niveles -> inhibe la señal del dolor *en el punto de entrada en la médula*.
    - **Tracto noradrenérgico:** Existe también un tracto noradrenérgico que tiene acción modulador en el dolor.

- *Analgesia producida por estímulo* puede ocurrir por la estimulación eléctrica de la **sustancia gris periacueductal** . Nuevamente, esta analgesia hace efecto por la inhibición de la transmisión del dolor en el cuerno dorsal.

✍ **OPIOIDES:** Administrar una pequeña dosis de morfina en uno o dos regiones del SNC para causar una profunda analgesia.

- o Sustancia gris periacueductal
- o Cuerno dorsal

- Receptores Opioides: **encefalinas** y **endorfinas** son los ligandos endógenos para estos receptores. Los Opiáceos también se ligan a ellos pero con una mayor potencia.

- o **Receptores Opioides** se encuentran en la Sustancia gris periacueductal.

- **El Naloxeno** es un antagonista de estos receptores

✍ ANALGESIA INDUCIDA POR STRESS: El stress extremo (Epinefrina) puede inducir analgesia de tal forma que una persona puede hacer acciones que normalmente pueden resultar dolorosas, La acción no es percibida como dolorosa hasta que la situación estresante pasa.

DOLOR RADICULAR: Dolor localizado en el dermatoma de la raíz dorsal.

- ✍ El daño en una raíz dorsal no ocasiona usualmente anestesia, dado que existe sobreposición entre los dermatomas.
- ✍ *Parestesia* es común casi siempre, y el dolor radicular frecuentemente ocurre con parestesia.

DOLOR REFERIDO: El daño visceral envía información de dolor eferente en los mismos nervios que también inervan a la región cutánea. Dado que el cerebro está más acostumbrado a recibir entradas desde las regiones cutáneas del nervio, el SNC interpretará el dolor como originado desde la región cutánea.

## - Visión -

LENTE CONVEXA: Rayos convergentes. Acorta la longitud focal y puede ser usada para corregir la hipermetropía.

- ✍ *Longitud focal positiva* – el punto focal está en frente de la lente

LENTE CÓNCAVA: Rayos divergentes. Distancia la longitud focal y puede ser usada para corregir la miopía.

- ✍ *Longitud focal negativa* – el punto focal está detrás de la lente.

PODER DE LA LENTE: Indica cuanto la lente puede converger o divergir los hace luminosos. *Mayor poder, la longitud focal es más corta.* Una longitud focal corta significa que la luz se curva mucho.

$$P \text{ (dioptrías)} = \frac{1}{\text{Longitud focal}}$$

**OJO EMETRÓPICO:** Visión normal, en que los haces luminosos forman una imagen en la retina.

- ✍ El ojo natural tiene *dos lentes convexas* las que sirven para enfocar la luz en la retina.
  - o **Córnea**
  - o **Cristalino**

- ✍ **La imagen en la retina es una imagen “real” – al revés e invertida**
- ✍ ACOMODACIÓN: Una lente **relajada** es relativamente aplanada y permite enfocar a distancia. **La acomodación** incrementa la curvatura de la lente para enfocar en la visión cercana.
  - La Lente relajada permite enfocar a 63 mm. de la superficie del ojo
  - **Los Cicloplégicos** son medicamentos tópicos que al aplicarse sobre el ojo inhiben la acomodación refleja y permiten mantener a la lente relajada.
  - **PRESBIOPIA:** Es la pérdida de la capacidad de acomodación que ocurre con la edad. Los niños tienen más de 14 dioptrías de poder de acomodación, en tanto que los adultos pueden tener solo 1 o 2 dioptrías, o nada.

**MIOPIA:** Se pueden ver las cosas de cerca bien, pero hay dificultad para ver a distancia.

- ✍ La imagen se forma frente (anterior) a la retina.
- ✍ Lente correctiva: **Lente divergente (cóncava)**, para alejar la distancia focal y mover la imagen atrás un poco para que se forme en la retina.
- ✍ Otros procedimientos correctivos:

**Radio queratotomía (RK):** Usando un fino escalpelo de diamante se hacen incisiones radiales en la córnea para aplanarla.

**Radio queratotomía fotoreactiva (PRK):** Se usa láser UV para sacar partes de la córnea, por pequeñas secciones.

**HIPERMETROPIA:** Se pueden ver las cosas de lejos bien, pero hay dificultad para ver de cerca.

- ✍ La imagen se forma atrás (posterior) de la retina.
- ✍ Lente correctiva: **Lente convergente (convexa)**, para acercar la distancia focal y mover la imagen adelante un poco para que se forme en la retina.
- ✍ Otros procedimientos correctivos

**Queratermoplastia láser:** Cirugía que incrementa la curvatura de la lente.

**ASTIGMATISMO:** Un problema en el que *la córnea tiene dos radios de curvatura diferente (una horizontal y otra vertical) y dos puntos focales diferentes*. Esencialmente la córnea está deformada de tal forma que las longitudes focales horizontales y verticales no son correspondientes.

- ✍ **Torus** es una figura con forma de dona que tiene dos radios de curvatura: R1 es el radio de la dona en sí, y R2 es el radio que secciona a la dona.
- ✍ Lente correctiva: **LENTE CILÍNDRICA**. *La lente cilíndrica se curva solo en el plano horizontal – no en el plano vertical.*
  - *No tiene poder en la dirección vertical*
  - Lentes regulares no pueden ser usadas porque corregirán el problema en solo una dirección, causando solamente distorsión en la otra dirección.
  - Luego de la corrección el paciente puede seguir con miopía. Esto puede ser ulteriormente corregido con lentes esféricas normales.

**ACUIDAD VISUAL:** La mínima resolución angular del ojo.

- ✍ **beta = el mínimo ángulo de resolución de dos puntos.** El ángulo mínimo al cual el paciente puede distinguir dos puntos como distintos
  - **Minutos** de un arco se usan para medir este ángulo, donde 60 minutos = 1 grado. Los grados son, también, unidades de medida
- ✍ Límite de la acuidad visual: El último (teóricamente) límite de la acuidad visual, donde se encuentran los últimos fotorreceptores del ojo.

- En la fovea (máxima acuidad visual), los fotorreceptores se separan por cerca de **3 micrones**, lo que corresponde al mínimo ángulo sostenido de **0.6 minutos**. Este mínimo teórico nunca es logrado debido a la **difracción** de la luz en el ojo.
- ✍ Factores que afectan la acuidad visual:
  - Tamaño de la pupila. Pequeñas pupilas resultan en una mejor acuidad visual.
- ✍ **CARTA DE TEST VISUAL:** echo de trazos y vueltas, los que en manera estándar deberían estar separados por 5 unidades uno de otro
- ✍ **Visión 20 / 20 (x / y) :**
  - NUMERADOR: La distancia a la que el paciente se ubica de la carta de test visual. Esta es básicamente siempre 20.
  - DENOMINADOR: La *distancia a la que la carta formará 1 minuto de arco para el paciente*. Esto equivale a la distancia a la que un ojo ementrópico podría ver la carta.
  - De acuerdo a lo anterior, la relación entre los minutos del arco y la carta de test visual es la **distancia = (20) (minutos de arco)**.
    - Así, si se tiene 20 / 300 de visión, entonces la mínima acuidad visual corresponde a 15 minutos de arco.

EJE ÓPTICO: En línea recta a la lente, ligeramente medial al eje visual se localiza la fovea.

LA RETINA: Desde atrás del ojo (límite más externo) a la capa más interna...

- ✍ **EPITELIO RETINIANO:** No es oficialmente parte de la retina
  - **Coroides**, no es oficialmente parte de la retina. Es el sustento irrigatorio para la retina.
  - **Epitelio retinal pigmentado**, no es oficialmente parte de la retina, membrana de discos de soporte y reciclaje de la rodopsina.
- ✍ **CAPA FOTORRECEPTORA**
  - **SEGMENTO EXTERNO:** Células fotorreceptoras, conteniendo elementos fotosensitivos.
  - **CAPA DEL SEGMENTO INTERNO:** Continuación de las células fotorreceptoras, conteniendo mitocondrias y otros organelos de soporte.
- ✍ **MEMBRANA LIMITANTE EXTERNA:** realmente no es una membrana, pero consiste en uniones estrechas entre las extensiones citoplasmáticas de las células de Muller. Contiene las **CÉLULAS DE MULLER** las que son células gliales retinianas.
  - Las células de Muller tienen sus pies terminales en las membranas limitante externa y limitante interna.
  - Regulan la concentración del K<sup>+</sup> extracelular en el ambiente.
  - Contienen *glutamina sintetasa*, necesaria para el metabolismo del glutamato, el que es el neurotransmisor excitatorio en el sistema visual.
- ✍ **CAPA NUCLEAR EXTERNA:** Contiene los *cuerpos celulares* de los fotorreceptores
- ✍ **CAPA PLEXIFORME EXTERNA:** Contiene las *conexiones sinápticas* entre las células fotorreceptoras y las neuronas integradoras (amacrinas y células horizontales).
- ✍ **CAPA NUCLEAR INTERNA:** Contiene los *cuerpos celulares* de las células integradoras. Existen tres tipos de células integradoras:
  - Células amacrinas
  - Células horizontales: Procesan información lateral
  - Células bipolares: *Es la básica neurona de segundo orden*. La "sinapsis estándar" es: célula fotorreceptora ✍ célula bipolar ✍ célula ganglionar.
  - Células de Muller: Esta célula se extiende por casi toda la longitud de la retina.
    - Sus uniones estrechas forman la **membrana limitante externa** en la cara externa de la retina.

- Se extienden por toda la vía a través de la retina, y en parte yace en la membrana limitante interna.

- ✍ **CAPA PLEXIFORME INTERNA:** Contiene conexiones sinápticas entre las células integradoras y las ganglionares.
- ✍ **CAPA DE CÉLULAS GANGLIONARES:** contiene los cuerpos celulares de las **células ganglionares**. Son fibras aferentes que se concilian en el tracto óptico.
- ✍ **CAPA DE FIBRAS NERVIOSAS:** Axones no mielinizados de las células ganglionares.
- ✍ **MEMBRANA LIMITANTE INTERNA:** Separa la retina neural del cuerpo vítreo.

**DISCO ÓPTICO:** Región de la retina donde el nervio óptico y los vasos sanguíneos entran. El disco óptico es un sitio ciego, pero se encuentra en una parte diferente del campo visual en cada ojo para que, normalmente (con ambos ojos abiertos), el sitio ciego no sea evidente.

- ✍ Se puede ver el disco óptico a través de un oftalmoscopio, y es donde se van a testear los problemas vasculares o del SNC, tales como el **papiledema** que indica CSF.

**FÓVEA:** No es vascularizada, no tiene capa nuclear interna, no tiene capa de células ganglionares, y *no tiene bastones*. Solamente una alta concentración de **conos-fotorreceptores**.

FOTO TRANSDUCCIÓN PRIMARIA:

- ✍ **BASTONES:** Especializados para la visión de baja acuidad en la oscuridad.
  - Los bastones son sensitivos a los azules y púrpuras en el espectro.
- ✍ **CONOS:** Especializados para la visión de alta acuidad en la luz.
  - **Conos rojos:**
    - **Protanomalia:** Significa deficiencia de pigmento rojo.
    - **Protanopia:** Significa total ceguera para el color rojo.
  - **Conos verdes:**
    - **Deuteranomalia:** Significa deficiencia de pigmento verde.
    - **Deuteranomopia:** Significa total ceguera para el color verde.
  - **Conos azules:**
    - **Tritanomalia:** Significa deficiencia de pigmento azul (raro).
    - **Tritanomopia:** Significa total ceguera para el color azul (raro).
- ✍ **OPSINAS:** Los bastones contienen rodopsina y los conos contienen conopsina. (En inglés bastón se traduce *rod*).
  - Un fotón de luz CAMBIA LA CONFIGURACIÓN del **RETINAL** de **11-cis-retinal** ✍ **11-trans-retinal**. Esta es la base química de la foto transducción.
  - El *trans-retinal* entonces escapa del cono y vuelve al epitelio donde es reciclado.
- ✍ EN LA OSCURIDAD: Los bastones son despolarizados.
  - Altos niveles de GMPc se encuentran en los bastones.
  - **Canales de Na<sup>+</sup> - Ca<sup>+2</sup>** se abren. El canal ingresa a ambos Na<sup>+</sup> - Ca<sup>+2</sup>, pero mayormente entra ión Na<sup>+</sup>.
  - La célula se despolariza al entrar el Na<sup>+</sup> continuamente, y es sacado de la célula vía la ATPasa Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> localizada en el segmento interno.
  - La célula libera neurotransmisores excitatorios (**glutamato, aspartato**) a las neuronas secundarias.
- ✍ EN LA LUZ: Los bastones se hiperpolarizan
  - GMPc es dividido a GMP por una fosfodiesterasa.
  - Se cierran los canales de Na<sup>+</sup>.

- La ATPasa Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> rápidamente restablece en la célula lo que pensamos normalmente tiene como potencial de reposo de forma hiperpolarizada.
- La célula para de enviar neurotransmisores.

#### CÉLULAS SECUNDARIAS: Reciben señales de los fotorreceptores

##### ☒ Células Bipolares:

- **CÉLULA BIPOLAR ON:** El CENTRO de la célula se despolariza en la luz.
  - Esto requiere de una **señal reversa** del potencial de membrana, desde que reciben una señal hiperpolarizante de los fotorreceptores.
  - Esto detectará un espacio luminoso con un fondo oscuro.
- **CÉLULA BIPOLAR OFF:** El CENTRO de la célula se hiperpolarizará en la luz
  - Esto no requiere de una señal reversa. El potencial de membrana se mantiene sin cambios.
  - Esto detectará un espacio oscuro en un fondo luminoso.

##### ☒ INHIBICIÓN CENTRO-CIRCUNDANTE: La región inmediatamente circundante al centro de la célula provee de **contraste**, lo que hace más fácil para el cerebro interpretar un estímulo visual.

- Cuando el centro es estimulado, lo circundante es *inhibido* por las células horizontales.
- Cuando lo CIRCUNDANTE es estimulado, indica que la luz está cercana pero no directamente sobre el centro. Así el centro es *inhibido* por las células horizontales.
- **LAS CÉLULAS HORIZONTALES** son interneuronas inhibitorias que proveen de **inhibición lateral** para las regiones circundantes: fotorreceptor ☒ excitación para la célula horizontal ☒ inhibición para el fotorreceptor *vecino* y las regiones bipolares (por ejemplo, el área circundante del campo visual).

##### ☒ CELULAS GANGLIONARES: Cada célula ganglionar tiene **campo central receptivo** que corresponde a una célula bipolar específica, que a la vez se corresponde con células fotorreceptoras específicas.

- **CÉLULAS GANGLIONARES ON:** Son estimuladas por la luz, por ejemplo, por células bipolares encendidas.
- **CÉLULAS GANGLIONARES OFF:** Son estimuladas por la oscuridad, esto es, por células bipolares apagadas.
- ORG. CENTRO-CIRCUNDANTE:
  - Si se alumbra al centro de un campo central receptivo de una CÉLULA GANGLIONAR ON, esta se “encenderá” completamente.
  - Si se alumbra cercanamente en la periferia del campo receptivo de una CÉLULA GANGLIONAR ON, esta se “apagará completamente”.
  - Lo inverso, por supuesto, se mantiene para las células ganglionares off.

##### ☒ SISTEMA X e Y, corresponde a otra forma de dividir las células en la retina, de acuerdo a su función visual.

- **SISTEMA X (P):** Está especializado en la visión de alta acuidad e información del color.
  - Se denomina P por la capa Parvocelular del núcleo geniculado lateral.
- **SYSTEMA Y (M):** especializado en la rápida detección del movimiento, como girar la cabeza para una visión periférica en movimiento.
  - Se denomina M por la capa Magnocelular del núcleo geniculado lateral.
  - Este sistema utiliza las **células amacrinas** que se encienden con cambios repentinos del campo visual, por ejemplo, el movimiento.

## CAMPOS VISUALES:

### ✍ Organización de los campos visuales en la retina:

- **MITAD NASAL:** Los axones de la mitad nasal (medial) de la retina cruzan en el quiasma óptico y viajan por el tracto contralateral del SNC.
- **MITAD TEMPORAL:** Los axones de la mitad temporal (lateral) de la retina no cruzan el quiasma y viajan por el tracto ipsilateral del SNC.
- **CAMPO VISUAL IZQUIERDO:** Corresponde a la *mitad nasal* de la retina izquierda y a la *mitad temporal* de la retina derecha.
  - *Toda la información en el campo visual izquierdo concluye en el hemicórtex derecho.*
- **CAMPO VISUAL DERECHO:** Corresponde a la *mitad nasal* de la retina derecha y la *mitad temporal* de la retina izquierda.
  - *Toda la información en el campo visual derecho concluye en el hemicórtex izquierdo.*

### ✍ DÉFICITS EN LOS CAMPOS VISUALES:

- Términos:
  - **Homónimo:** La misma mitad de cada campo visual es afectada cuando uno u otro ojo es testeado.
  - Esto generalmente ocurre con *lesiones centrales*, como en el lobo occipital, una completa pérdida del núcleo geniculado lateral.
    - **Heterónimo:** Campos visuales opuestos son afectados cuando uno u otro ojo es testeado.
    - Esto ocurre con un tumor en la pituitaria
      - **Hemianopsia:** Pérdida de la visión en una mitad del campo visual.
      - **Cuadrantopsia:** Pérdida de la visión en un cuarto de la corteza visual.
  - **VISIÓN EN TÚNEL:** No hay visión en la periferia, o en los *campos visuales temporales*.
    - Un **tumor en la pituitaria** puede presionar, pinzar, las fibras mediales en el quiasma óptico – las fibras que decusan. Estas serían las *mitades nasales* de cada retina, correspondiendo a los campos visuales temporales. Así, este tumor en la pituitaria resulta en visión en túnel.
    - Esta lesión puede denominarse **HEMIANOPSIA HETERÓNIMA BITEMPORAL**.
  - **CUADRANTOPSIA SUPERIOR:** Daño unilateral en el TRACTO GENICUALDO CALCARINO en el margen ventral del Núcleo geniculado lateral, que contiene la representación del campo visual superior, dirigido hacia el margen inferior de la cisura calcarían.
    - El Tracto geniculado calcarino es el tracto visual que va desde el núcleo geniculado lateral a la corteza visual. Este viaja “lateral a los límites laterales de los ventrículos laterales”.
  - **HEMIANOPSIA HOMÓNIMA CON MODERACIÓN MACULAR:** Lesión de las radiaciones ópticas o de la corteza visual de un solo lado.
    - Moderación macular significa que la visión central (macular) permanece, pero el resto de la visión desaparece. Porqué ocurre, es una causa idiopática, este término fue inventado para ocultar nuestra ignorancia en medicina cuando no conocemos una causa.

## NÚCLEO GENICULADO LATERAL (NGL):

- ✍ **CAPA MAGNOCELULAR:** capas 1 – 2. Estas capas procesan información de las **células Y** desde la retina – detección del movimiento repentino.
  - Este es el sistema *donde*, diciendo donde están las cosas en el espacio. Estas neuronas van a proyectarse, por último, en el lobo parietal para orientarnos “donde” estamos nosotros en el campo visual.
- ✍ **CAPA PARVOCELULAR:** capas 3 – 4. Estas capas procesan información de las **células X** desde la retina – acuidad visual y color.
  - Este es el sistema *donde*. Estas neuronas van a enviar proyecciones, por último, al lobo temporal (tal vez al área de Wernicke) para ayudar a identificar que son las cosas.
- ✍ Orientación: Diferentes capas del NGL procesan información de diferentes ojos. Toda la información de la retina es mantenida en capas separadas en el NGL, para poder ser enviadas a diferentes capas de la corteza visual.
  - Capas 1, 4, 6 procesan el ojo *contralateral*.
  - Capas 2, 3, 5 controlan el ojo *ipsilateral*.
  - Orientación horizontal: la información de cada campo visual es representada en el NGL contralateral. Si uno se mueve más lateral en el campo visual, la representación se mueve más lateral en el NGL contralateral.

## CORTEZA VISUAL PRIMARIA (ESTRIADA): Área 17 de Brodman.

- ✍ Organización del campo visual: cada lobo occipital procesa la información contralateral del campo visual.
  - EL CUADRANTE SUPERIOR de cada campo visual está en el **borde inferior** de la cisura calcarina.
  - EL CUADRANTE INFERIOR de cada campo visual está en el **borde superior** de la cisura calcarina.
  - **Fóvea:** la región de mayor acuidad visual está representada por *la parte más posterior (caudal) de la corteza visual, y tiene la mayor (desproporcionada) representación de tejido nervioso.*
- ✍ **TRACTO GENICULADO CALCARINO (TGC): las radiaciones ópticas** son el tracto óptico yendo desde NGL a la corteza visual. Estas forman el tracto geniculado calcarino viajando lateral a los ventrículos laterales.
  - Nuevamente, una lesión del TGC lleva a un déficit visual en el cuadrante contralateral.
  - Debido a su ordenamiento topográfico, *el daño en el lobo **temporal** puede causar cuantropsia homónima superior.*
  - Por las mismas razones, *el daño en el lobo **parietal** puede causar cuantropsia homónima inferior.*
- ✍ **COLUMNAS CORTICALES:** las capas de la corteza visual primaria están distribuidas en columnas. Todas las neuronas visuales entran en la corteza visual a través de la **capa IV** de la corteza.
  - **COLUMNAS DE ORIENTACIÓN:** *todas las neuronas en la misma columna van a procesar la información de la misma orientación visual.*
    - Por ejemplo, en la misma columna, todas las neuronas van a procesar líneas orientadas verticalmente u horizontalmente, pero no ambas.
  - **COLUMNAS DE DOMINANCIA DE CADA OJO:** *cualquier columna en particular va a contener exclusivamente información del ojo derecho o del ojo izquierdo.*
    - Columnas del ojo derecho y del ojo izquierdo alternan unas con otras, así, una columna del ojo izquierdo de una orientación está junta a una columna del ojo derecho con la misma orientación.

- **HIPERCOLUMNAS:** *La combinación de la columna del ojo izquierdo, la del ojo derecho, más todas las posibles columnas de orientación de una parte del campo visual.*
  - cada hipercolumna contiene una representación visual completa para una parte en particular del campo visual.

✍ “**GOTAS CITOCRÓMICAS**” (**CYTOCHROME BLOBS**): Procesamiento del color. Estas gotas están presentes en cada una de las hipercolumnas también.

#### **CORTEZA EXTRAESTRIADA:** Corteza de asociación visual

- ✍ **Área V2:** Corteza extraestriada primaria; recibe mucha información desde V1, la corteza estriada. Procesa la información en profundidad.
- ✍ **Área V5:** Procesa la información acerca del movimiento.
- ✍ **Área V4:** Envuelta en el procesamiento del **color**.
- ✍ **Área IT:** parte del *lobo temporal* envuelta en el reconocimiento de las caras.
  - Una lesión en esta área resulta en una **Prosopagnosia**, falla en reconocer las caras familiares.

Otras proyecciones retinales: Proyección retinal que va a algún otro lugar distinto del NGL.

- ✍ **Núcleo óptico accesorio:** sensible al movimiento de grandes campos visuales y envuelto en el reflejo del nistagmo.
- ✍ **Núcleo supraquiasmático:** parte del hipotálamo; recibe la información luminosa en orden de influir en los ritmos circadianos.
- ✍ **Colículo superior:** envuelto en el movimiento de los ojos relativo a un estímulo visual y **foveación**, enfocándose, en un objeto en movimiento.
  - Existe un mapa sensorial en la capa superficial que tiene correspondencia 1:1 con un mapa motor en la capa profunda. Así, cuando una parte del campo visual es estimulado, la parte motora correspondiente dirige los ojos al estímulo visual.
- ✍ **Pretectum:** Reflejos pupilares luminosos directo y consensual. Recibe información bilateral de ambos ojos y se proyecta bilateralmente sobre el núcleo de Edinger Westphal (CN III).

## - Audición -

Medición de la Frecuencia y Volumen:

- ✍ **NIVEL DE PRESIÓN DE SONIDO (SPL):** Medida de la intensidad (volumen) del sonido en Watts/m<sup>2</sup>. Es llevado a decibeles logarítmicamente: un cambio en el nivel de presión de sonido corresponde a un incremento lineal de 20 decibeles.
  - Si el nivel de presión de sonido es un millón de veces (10<sup>6</sup>) fuerte, entonces el número de decibeles es  $6 \times 20 = 120$  decibeles de aumento.

**Umbral:** la menor cantidad de energía estimuladora (SPL) requerida por el oído para registrar un sonido.

- El umbral es *frecuencia dependiente*. Algunas frecuencias tienen un umbral menor (son más fáciles de oír) que otras frecuencias.
- El menor umbral ocurre a una frecuencia de **1 -3 kHz**, este es el tono óptimo al que los humanos oímos.
- **La curva de frecuencia umbral** muestra el umbral SPL a diferentes frecuencias. Los umbrales suben (esto es, se hacen más difíciles de oír) a altas frecuencias.
- ✍ Debido a este ordenamiento, *la pérdida sensoroneural de la audición, mostrará un déficit auditivo a altas frecuencias antes de que se manifieste a bajas frecuencias.*

- ✍ **RANGO DINÁMICO DE LA AUDICIÓN:** El rango de *volumen* que el oído humano puede oír sin incurrir en injuria. El rango a 3 kHz es **0 – 120 dB**.
- ✍ **AUDIOGRAMA:** Una curva de frecuencia umbral, en la que un *déficit de lo normal* es graficado a cada rango de frecuencia.

#### OIDO EXTERNO: **Pabellón auricular:**

- ✍ Este *resuena* para incrementar el SPL del sonido entre 1 y 3 kHz.
- ✍ Juega un rol en la *localización del sonido* – su forma nos ayuda a determinar de donde viene el sonido.

#### OIDO MEDIO: cavidad llena de aire. Martilo ✍ Yunque ✍ Estribo

- ✍ **Impedancia dispareja:** Los huesecillos del oído medio amplifican las vibraciones del sonido de la **membrana timpánica** a la **ventana oval**.
- ✍ Esta amplificación del sonido nos da una **ventaja de 15 dB**. *La remoción de los huesecillos del oído medio no resulta en sordera, mas bien resulta en una pérdida de 15 dB de audición.*
- ✍ **Tensor del tímpano** y **Stapedio** se contraen reflejamente en respuesta a un estímulo de alta intensidad.
- ✍ Patologías del oído medio:
  - **Otitis media:** Se observa en niños. Tendrán severas secuelas en la adquisición del lenguaje si se presenta una dificultad crónica a la audición durante los años de formación-
  - **Otoesclerosis:** Pérdida de la conducción de la audición. El estribo no vibra apropiadamente contra la ventana oval debido a crecimiento anormal del hueso.

#### **CÓCLEA:**

- ✍ **MODIOLO:** El “mango” central de la cóclea, alrededor del cual se atornilla.
  - *El modiolo contiene el nervio coclear (VIII)*
  - **GANGLIO ESPIRAL:** El punto de partida del par VIII, está en el modiolo en la base de la lámina espiral.
- ✍ **CONDUCTO COCLEAR:** la **endolinfa** es similar en composición al fluido intracelular (alto en K+ y bajo en Na+). La escala media contiene las células sensoriales ciliadas y el **órgano de corti**.
  - **MEMBRANA TECTORIA:** Está *dentro de la escala media*, justo sobre las células ciliadas.
    - **FUNCIÓN:** una **fuerza cortante** es creada por el movimiento de la membrana tectoria sobre las células ciliares. Ondas de sonido provocan el movimiento de la membrana
      - ✍ La membrana tectoria se tiende a mover en oposición a la dirección de la membrana basilar. Esto ayuda en la fuerza cortante.
      - ✍ **TRANSDUCCIÓN DEL SONIDO:** ***Esta fuerza cortante transduce la onda de sonido mecánica en un estímulo eléctrico.***
      - ✍
  - **ESTRÍA VASCULAR:** Epitelio altamente vascularizado que forma uno de los muros de la escala media. Secreta endolinfa en la escala media.
- ✍ **RAMPA TIMPÁNICA: Perilinf.** La rampa timpánica se ubica bajo cada conducto coclear, bajo la membrana basilar.
  - **MEMBRANA BASILAR:** Separa el conducto coclear de la rampa timpánica. Forma la base del conducto coclear.
    - El **órgano de corti**, *conteniendo células ciliares sensoriales, yace sobre la membrana basilar.*
    - **TRANSDUCCIÓN DEL SONIDO:** ***la membrana basilar se mueve hacia arriba, dirigida a la rampa vestibular, para iniciar el corte de la membrana tectoria.***
- ✍ **RAMPA VESTIBULAR: Perilinf.** Esta sección está sobre el conducto coclear, sobre la membrana vestibular.
  - **MEMBRANA VESTIBULAR ( DE REISSNER):** Membrana muy delicada que separa el conducto coclear de la rampa vestibular.

- La rampa vestibular se continúa con la **ventana oval**. Esta, por eso, conduce la onda de sonido a través de la perilinfa, hacia el ápex de la cóclea.
- **HELICOTREMA**: Un orificio en el *ápex* de la cóclea. Conecta la rampa vestibular con la rampa timpánica.
  - Permite a la membrana basilar volver al reposo en caso de presión constante.

**ÓRGANO DE CORTI**: Se localiza en el conducto coclear, sobre la membrana basilar.

- ✍ **CÉLULAS CILIADAS INTERNAS**: Muy cerca del modiolo. Están muy estrechamente fijas en su lugar.
  - ESTRUCTURA:
    - Usualmente existe solo un nivel de células ciliadas internas. Tienen estereocilios que cepillan contra la membrana tectoria.
    - Se sitúan de tal forma que los **estereocilios** están en *endolinfa*, en tanto que el resto de las células están en perilinfa.
  - FUNCIÓN: Estas células son los **receptores primarios del sonido**. Responden a los movimientos cortantes de la membrana tectoria.
  - Las células ciliadas internas envían fibras **aférentes del VIII par** al SNC, vía el ganglio espiral.

✍ **CÉLULAS CILIADAS EXTERNAS**: Existen más de ellas, se localizan lateral, lejos de la membrana tectoria.

- ESTRUCTURA: Tienen más espacio para “respirar” ✍ Existe un espacio abierto alteral
  - Están en múltiples capas
  - El ápex de las células está empotrado en la **lámina retícula**. *Esta capa forma el borde iónico entre la endolinfa y la perilinfa*
- FUNCIÓN: Estas células pueden mover la *membrana basilar* y pueden “sintonizar” las frecuencias de la membrana basilar.
  - Ellas reciben las **fibras del haz olivococlear** desde el núcleo olivar superior. Esta es inervación eferente que provee ambos: *feedback negativo y positivo* para el aparato de células ciliares. Esto afectará *que tan sensitiva es la membrana tectoria a la transducción mecánica*.
    - ✍ **FEEDBACK POSITIVO**: Las células ciliadas externas sirven para *amplificar* sonidos pequeños haciendo más sensible la membrana a estímulos
    - ✍ **FEEDBACK NEGATIVO**: Las células ciliadas externas sirven para *disminuir la amplitud* de sonidos fuertes haciendo menos sensible la membrana a estímulos
  - Las células ciliadas externas también ayudan en la **selectividad de la frecuencia**. La pérdida de las células ciliares externa resulta en una **curva de sintonización ondeada** – dado que el el par VII se vuelve menos selectivo a frecuencias en los tonos que lleva.
- DAÑO: Las células ciliares externas están sujetas a daño o pérdida. Comúnmente se pueden perder las células ciliares externas, pero las células ciliares internas continuarán intactas. Des esto resulta la pérdida sensoro-neural de la audición, pero no la sordera.
  - Daño ✍ menor selectividad de frecuencia
  - Daño ✍ *el paciente es más sensible a los sonidos fuertes*.

✍ **EMISIÓN OTOACÚSTICA**: Energía emitida por las células ciliares externas, es un sonido real y puede ser detectado por la cóclea. Cuando se detecta se produce el tinitus objetivo.

- **Tinitus objetivo**: zumbido en el oído cuando una onda sonora está presente, siendo generalmente interno.
- **Tinitus subjetivo**: zumbido en el oído cuando no hay un sonido presente.

**SELECTIVIDAD DE FRECUENCIA:** El sonido es mapeado a diferentes partes de la cóclea de acuerdo a la frecuencia. Cada parte de la cóclea es más sensitiva a un menor rango de frecuencia, esto es tiene un menor umbral.

- ✍ **BASE:** Parte externa de la cóclea que transluce ondas de alta frecuencia.
  - Es duro y angosto, ayudando a detectar altas frecuencias.
- ✍ **ÁPEX:** parte interna de la cóclea que transluce ondas de baja frecuencia
  - Es flácido y ancho, ayudando a detectar bajas frecuencias.
  
- ✍ *Ambos sistemas son dependientes de energía.* La selectividad de frecuencia ocurre incluso con anoxia, pero no está tan bien sintonizada.
- ✍ **Curva de sintonización:** si uno diagramara la frecuencia de los sonidos viajando a través de cualquiera particular fibra del par VIII, se encontraría con que cada fibra aferente individual del par VIII, son también selectivas en frecuencia, de acuerdo a que célula ciliada inerva.

**POTENCIAL ENDOLINFÁTICO:** El potencial es de **+80mV**. El conducto coclear es *positivo* con respecto de las células ciliadas, y con respecto de los compartimientos perilinfáticos.

- ✍ **DESPOLARIZACIÓN:** Los estereocilios de las células ciliadas internas se mueven hacia kinocilium ✍ se abren los canales de K+ ✍ **K+ entra a la célula ciliada interna del conducto coclear** ✍ resulta en la despolarización y la descarga del nervio.
- ✍ **POTASIO:** es inusual que esta corriente de K+ se despolarize. Existe un gran fuerza conductora (**+140mV**) para entrar en la célula.
- ✍ **Glutamato:** Las células ciliares internas probablemente usan glutamato como neurotransmisor excitatorio para excitar las **fibras aferentes del VII par** que se dirige al SNC.

**PÉRDIDA DE LA AUDICIÓN:**

- ✍ **Neuroma acústico:** la más común de las pérdidas de la audición a nivel del SNC, por ejemplo, daño del propio par VIII.
  - **Parálisis de Bell:** comúnmente un síntoma secundario, dado que el neuroma del VIII par puede también comprimir al par VII en el oído interno.
  
- ✍ **Pérdida de la conducción auditiva:** Otoesclerosis u otitis media.
  - **TEST DE WEBER:** Puede usarse para distinguir pérdida de la audición conductiva de la pérdida de la audición sensitiva. Con un diapasón se hace vibrar en el cráneo de un paciente con pérdida de la audición en un oído.
    - Si la pérdida de la audición es conductiva: el sonido será más fuerte para el paciente en el *oído deficiente*. La conducción a través del cráneo suple los problemas de la audición conductiva.
    - Si la pérdida de la audición es sensitiva: el sonido será más fuerte en el *otro oído* – el oído sin la pérdida sensorial.
  
- ✍ **Pérdida sensorial de la audición:** la pérdida más común de la audición. Usualmente el problema son las células ciliares, y las fibras del par VIII están intactas.
  - **CAUSAS:**
    - Genética, perinatal
    - Sonidos de alta intensidad ✍ daño de las células ciliadas internas y externas.
    - Drogas ototóxicas: antibióticos aminoglucósidos, diuréticos de asa, algunos quimioterapéuticos.
  
- ✍ **Presbiacusia:** pérdida de la audición con la edad.

**IMPLANTES COCLEARES:** implante que puede proveer de estimulación a las fibras aferentes del par VIII. Este puede ser hecho aún en sordera por daño de células ciliares.

- ✍ Esto puede restituir algo de la audición pero usualmente no la percepción del discurso. En el mejor de los casos, la percepción del discurso puede ser restituida con práctica.

## ENFERMEDAD DE MENIERE:

- ✍ TRIADA DE SÍNTOMAS: el paciente sentirá un zumbido en el oído, luego una sensación de “llene” en el oído, luego caerá con pérdida de la audición, luego vértigo.
  - **Tinnitus**
  - **Pérdida fluctuante de la audición**
  - **Vértigo episódico**
  
- ✍ ETIOLOGÍA: idiopática, traumática, post sífilis, viral
- ✍ FISIOPATOLOGÍA:
  - TRAUMA: Daño en el saco endolinfático; se puede absorber fluido endolinfático ✍ sobrecarga de fluido.
  - **Ruptura de la membrana vestibular** por acumulación de fluido interno y presión.
  - **La toxicidad de las células ciliadas** entonces ocurre por mezcla de endolinfa y perilinfa. Algunas células mueren. Se piensa que la membrana puede curarse a si misma, por lo tanto, la pérdida de la audición es solo temporal.
  
- ✍ TRATAMIENTO: el tratamiento más común es el designado para reducir la cantidad de fluido en el oído interno.
  - Balance de la sal / diuréticos juegan un gran papel en el tratamiento.
  - *Meclizina-antivert, valium, y compazina* pueden ser utilizados como supresores vestibulares.
  - CIRUGÍA: solo si no se tiene buena respuesta a las medicinas.
    - **Shunt endolinfático**: método quirúrgico que aumenta la resorción de fluido endolinfático.
    - **Sección del nervio vestibular** (no preferida) solo en caso de vértigo severo. El problema es que este tratamiento es solo sintomático.
    - **Laberintectomía**: remoción de los canales semicirculares, resultando en una completa destrucción de *todo el par VIII* – vestibular y coclear juntos.
      - ✍ **Oscilopsia**: es un terrible efecto colateral visual donde la gente “oscila” arriba y abajo.
  
- ✍ PROGNOSIS: *la progresiva y no tratada enfermedad de Meniere lleva a una pérdida irreversible de la audición.* El tratamiento temprano es entonces esencial.

## VÍAS AUDITORIAS CENTRALES:

- ✍ Transmisión del sonido primario: VIII par ✍ **núcleo coclear** ✍ núcleos cocleares ventrales y dorsales ✍ **colículo inferior**, donde sinapsa.
- ✍ Transmisión del sonido secundario: colículo inferior ✍ **brazo del colículo inferior** ✍ **cuerpo geniculado medial** ✍ **corteza auditiva primaria** (Área 41).
- ✍ LOCALIZACIÓN DEL SONIDO: El proceso de figurarse en que parte del espacio se origina un sonido.
  - **COMPLEJO OLIVAR SUPERIOR**: recibe entrada **binaural** (de ambos oídos), lo procesa, y envía una señal modificante al colículo indicando el origen del sonido.
    - **Oliva superior lateral**: sensible a diferencias de intensidad entre los dos oídos.
    - **Oliva superior medial**: sensible a diferencias temporales (tiempo) de diferentes señales viniendo entre ambos oídos.
  
  - **TEORÍA DÚPLEX DE LA LOCALIZACIÓN DEL SONIDO**: Sostiene que la localización del sonido ocurre por dos mecanismos diferentes, de acuerdo a la frecuencia del sonido.
    - ALTA FRECUENCIA: (mayor de 3 kHz): la cabeza moldea una sombra sobre la onda sonora, causando esto una *diferente intensidad* en cada oído que permite al sistema auditor localizar la fuente del sonido.
    - BAJA FRECUENCIA: (menor del 3 kHz): las ondas sonoras viajan lo suficientemente lentas, tal que alcanzan a cada oído a *diferentes tiempos* permitiendo al sistema localizar el origen de este.

- ✍ **Colículo superior (no el inferior):** juega un rol en el procesamiento del sonido, en poner atención al espacio periférico (el mismo rol que en la visión). La información visual y la auditiva están paralelas una de otra y ocupan diferentes capas en la misma columna cortical en el colículo superior.

POTENCIALES AUDITIVOS EVOCADOS: Ubicar electrodos en la cabeza para medir la actividad eléctrica generada por señales en la vía auditiva.

- ✍ Se usa como sustituto para tests de audición normales cuando estos son imposibles de realizar: ejemplos = infantes, inválidos, **malhechores** que se comportan como sordos cuando en realidad pueden oír.
- ✍ Puede ser usado para el diagnóstico de algunas enfermedades desmielinizantes, como la esclerosis múltiple, estudiando las formas de las ondas evocadas en la vía auditiva.

---

## - Gusto y Olfato -

BOTONES GUSTATIVOS:

- ✍ Papilas:
  - **Papilas circunvaladas:** Localizada en el borde entre los 2/3 anteriores y el 1/3 posterior de la lengua. Contienen la más alta concentración de receptores del gusto.
    - INERVACIÓN: **Nervio glossofaríngeo (PC IX)** el que vuelve al **ganglio petroso**.
  - **Papilas Foliadas:** En los lados de la lengua y hacia atrás. Escasamente pobladas con botones gustativos
    - INERVACIÓN: **Nervio facial** (cuerda del tímpano) que vuelve al **ganglio geniculado**.
  - **Papilas Fungiformes:** Las más abundantes, localizadas en los 2/3 anteriores de la lengua.
- ✍ Estructura de los botones gustativos: *la regeneración de las células gustatorias ocurre*, así que si uno se quema la lengua, vuelve la sensación del gusto.
  - **Las células receptoras** tienen microvili y están conectadas por uniones estrechas.
  - **Las células de soporte** son células de soporte inmaduras.
  - **Las células basales** son células madre que producen nuevas células de soporte, y por lo tanto, nuevos receptores
    - **Células basales** ✍ **Células de soporte** ✍ **células receptoras**.
- ✍ INERVACIÓN:
  - 2/3 Anteriores: **Nervio facial (VII)** ✍ **ganglio geniculado**
  - 1/3 Posterior: **Nervio glossofaríngeo (IX)** ✍ **Ganglio petroso**
  - las fibras gustatorias en la **epiglotis** están inervadas por el **vago (X)** ✍ **ganglio nodoso**.
  - **NÚCLEO SOLITARIO:** en el cerebro **ipsilateral** reciben aferencia de todo lo superior.
- ✍ DÉFICITS:
  - **Pérdida de la conducción del gusto:** Ocurre en carencia de saliva. La saliva, al disolver los químicos en la comida, es necesaria para el gusto.
  - **Pérdida del gusto nervioso:** puede ocurrir, pero es muy raro porque existen muchas fibras.

**CODIFICACIÓN EN CONJUNTO:** El gusto es percibido como una combinación de los cuatro gustos básicos

- ✍ **Amargo:** Posterior en la lengua
  - Usa **IP3** ✍ **Ca+2** como **segundo mensajero**.
- ✍ **Ácido:** Lados posteriores de la lengua
  - Usa **H+** para bloquear la **salida de K+** ✍ **despolarización directa**.

- ✍ **Dulce:** Punta de la lengua
  - Usa **AMPC** como **segundo mensajero**.
- ✍ **Salado:** Lados anteriores de la lengua
  - Se abren **canales de Na+** ✍ **despolarización directa**

#### OLFATO:

- ✍ **Células Olfatorias:** Actualmente son clasificadas como **neuronas**.
  - **Células Basales:** Se diferencian directamente en células receptoras olfatorias, sin el soporte de células intermediarias.
  - *Regeneración de neuronas olfatorias:* A cada momento nace una neurona nueva, debe buscar su camino a través de la **lámina cribosa** y dentro del SNC.
- ✍ **CODIFICACIÓN EN CONJUNTO:** El sistema es menos organizado que el del gusto.
  - **Especificidad:** Cada receptor se relaciona a un estímulo químico específico
  - **Sensibilidad:** Algunos receptores toman una extremadamente pequeña cantidad de que estímulo químico para activarse.
- ✍ **TRANSDUCCIÓN:** *No existen sinapsis entre las células del olfatorio y el SNC. Los receptores olfatorios van directamente al SNC.*
  - La despolarización de los receptores ocurre por un segundo mensajero: Proteína G ✍ **AMPC**.
- ✍ **BULBO OLFATORRIO:** Los receptores olfatorio viajan a través de la lámina cribosa para formar el bulbo olfatorio.
  - La SINAPSIS ocurre en el bulbo olfatorio, en un **glomerulo** que son pequeños ovillos de neuropil.
    - **Células mitradas y células de penacho:** ellas reciben las sinapsis. Una sola de estas células puede recibir más de 1000 receptores olfatorios.
    - **Células periglomerulares y células granulares,** son interneuronas inhibitorias en el glomérulo. Sirven en la adaptación (desensibilización), ignorando los estímulos frecuentes.
- ✍ **TRACTOS OLFATORIOS:** Los axones de las células de penacho y las mitradas de segundo orden.
  - Se ramifican para formar la **estría olfatoria medial** y **lateral**.
- ✍ **PROYECCIONES DE LAS CÉLULAS DEL SNC:** La estría olfatoria generalmente va a través del sistema límbico o el paleocórtex – no a través del tálamo.
  - **Núcleo olfatorio anterior:** Parte del tracto olfatorio.
  - **Núcleo septal:** envía señales ✍ *hipotálamo*.
  - **Corteza piriforme:** también llamada paleocórtex. Envían señales ✍ *corteza entorrinal y la amígdala*.
    - **Amígdala:** Límbico. Envuelta en el componente afectivo del olor.
    - **Corteza entorrinal:** Límbico. Envía señal al ✍ *hipocampo* donde conecta el olor con la **memoria**, para que un olor sea asociado con la memoria.
  - **Tubérculo olfatorio:** base del tracto olfatorio, parte del paleocortex. Envía señal ✍ **núcleo dorsal medial del tálamo**. Esta es la parte conciente de los olores.
    - **CORTEZA ORBITOFRONTAL:** Recibe las señales desde el tálamo y es responsable de la percepción conciente del olor.

**ELECTROENCEFALOGRAMA (EEG):** Electrodo son colocados en cinco regiones generales bilateralmente, sobre las cinco cortezas.

✍ El EEG mide solo la actividad cortical – no la subcortical

Ritmo	Freq. Dominante	Amplitud	Estado de despertar
Beta	20 Hz <i>Alta frecuencia</i>	<i>Baja amplitud</i>	Alerta Sueño REM
Alfa	10 Hz <i>Alta frecuencia</i>	Alta	Alerta con los ojos cerrados Despierto relajado
Teta	3 - 7 Hz	Alta	Sueño de ondas lentas
Delta	0,5 - 3 Hz <i>Baja frecuencia</i>	Alta	Sueño de ondas lentas

### ESTADOS DEL SUEÑO

✍ **Etapa 1:** La etapa 1 y el sueño REM muestran los mismos patrones: **ondas beta**

✍ **ONDA LENTA:** tono simpático leve, respiración regular, tono muscular normal.

- **Etapa 2:** Sueño de transición
- **Etapa 3:** sueño profundo, **ondas teta**
- **Etapa 4:** sueño profundo, **ondas delta**

✍ **REM:** Movimiento rápido de los ojos (*rapid eye movement*).

- Movimientos rápidos de los ojos, tono muscular muy bajo (y constante), actividad cortical alta (ondas beta), la **erección penéana** es una señal de sello del sueño REM.
- **Sueño.** La gente que es despertada en la fase REM recuerda sus sueños como vívidos.
- Existe *inhibición de la actividad cortical de los músculos espinales* esto resulta en tono muscular bajo. Si esto no ocurriera, entonces los sujetos probablemente se moverían o caminarían durante este período del sueño.

✍ Progreso normal del sueño: 1,2,3,4,3,2,REM,2,3,4,3,2,REM,2,3,4... etc.

- Al avanzar la noche:
  - Cada período REM se hace más largo.
  - El Sueño profundo (3 y 4) se hace más corto hasta que ya no ocurre.
  - El despertar ocurre usualmente fuera de una fase REM.

✍ *El sueño es un proceso activo. No es solamente la ausencia de conciencia.*

**Ondas Alfa:** despierto relajado con los ojos cerrados.

✍ La grabación es más pronunciada sobre los lóbulos parietales y occipitales, y es menos prevalente sobre el lóbulo frontal.

Sincronizado -v/s- Desincronizado

✍ **Ondas sincronizadas** caracterizan al sueño de ondas lentas, descarga sincronizada de las neuronas.

- **EL NÚCLEO RETICULAR del Tálamo** es unote las mayores fuentes de sincronía en el cerebro. Este proyecta neuronas en *si mismo* y libera **GABA** como neurotransmisor inhibitorio para causar la descarga sincronizada.

✍ **Ondas desincronizadas:** Las neuronas no descargan al mismo tiempo. Característica del despertar.

Definiciones:

✍ **Sueño:** Normal, alteración fisiológica en la conciencia e inconciencia, que es libremente reversible con estimulación apropiada.

- ✍ **Coma:** Un estado de inconciencia irreversible
- ✍ **Conmoción:** Breve pérdida de la conciencia después de un soplo a la cabeza, sin ramificaciones permanentes.
- ✍ **Síncope:** Masiva, anoxia ampliamente extendida de las neuronas corticales. Desmayarse.
  - Esto ocurre por una acción hiperactiva del nervio vago que detiene el corazón de bombear suficiente sangre al cerebro. El desmayo revierte la hiperactividad del vago y todo vuelve a la normalidad.

**CONCIENCIA:** Conocimiento del ambiente y de uno mismo. Esto envuelve dos sistemas.

- ✍ **SISTEMA DE ACTIVACIÓN RETICULAR (SAR):** Es responsable del aspecto del **despertar** de la conciencia.
  - La activación de la formación reticular y algunos núcleos corticales, que envuelven a la **formación reticular** y el **núcleo talámico difuso**.
- ✍ **CORTEZA CEREBRAL:** Es responsable del aspecto del **contenido** de la conciencia.
- ✍ Lesiones anatómicas que pueden producir coma:
  - **Fosa posterior:** todas las estructuras subcorticales, el cerebelo desde su porción caudal a la tentorial. Una lesión en la fosa posterior dañará la formación reticular y puede resultar en un coma.
  - **Una Herniación uncal** puede presionar hacia arriba contra el tegumento causando coma.
  - Encefalopatía metabólica.
- ✍ Modos de conciencia Tónico -v/s- fásico
  - **MODO TÓNICO:** Característico del estado despierto y el sueño REM
    - *Frecuencia alta (Beta), descarga continua de potenciales de acción.*
    - Canales de **Na+** causan los potenciales de acción.
    - El modo tónico tiene un potencial de reposo que es solo unos pocos milivoltios despolarizado del modo fásico
  - **MODO FÁSICO:** Característico del sueño de onda lenta
    - *Descarga de baja frecuencia de los potenciales de acción, **ritmico**: una AP seguida de 100 o 200 mseg de silencio*
    - Canales de **Ca<sup>2+</sup>** causan estos potenciales de acción
    - El modo fásico es solo unos milivoltios hiperpolarizado que el modo tónico
- ✍ Sistema neurohormonal de la vigilia y el sueño
  - **SISTEMA COLINÉRGICO:** Eleva el potencial de acción de las neuronas talámicas y corticales por unos pocos milivolts y está relacionado con el SAR.
    - **NÚCLEO BASAL ( de Meynert):** en la base cerebral, por anterior
  - **SISTEMA NORADRENÉRGICO:** Eleva el potencial de acción de las neuronas talámicas y corticales por unos pocos milivolts y está relacionado con el SAR
    - **LOCUS CERULEUS:** En el puente, libera NorE.
  - **SISTEMA SEROTONINÉRGICO:** Relacionado al *sueño* y al sistema de control del dolor.
    - La serotonina induce al sueño de ondas lentas y viene de dos fuentes.
      - ? (vía de control del dolor): Sustancia gris periacueductal ✍ **núcleos del rafé magno** ✍ cuerno dorsal de la médula para inhibir el dolor. Esta vía también está involucrada en producir el sueño.
      - ? **Área preóptica (APO) del hipotálamo:** también libera serotonina.

**EPILEPSIA:** *dos o más convulsiones no provocadas*

- ✍ **CONVULSIÓN:** comportamiento anormal resultante de una descarga neuronal hipsincrónica de alta amplitud.

✍ CLASIFICACIÓN ETIOLÓGICA de las CONVULSIONES:

- **Sintomática aguda:** convulsiones *no epilépticas* causadas por algo explicable, una condición reversible como la *hipernatremia (alta concentración de Na<sup>+</sup> en la sangre)*.
  - Por definición, las convulsiones sintomáticas agudas son *reversibles*
- **Sintomática remota:** convulsiones epilépticas causadas por un trauma metabólico o físico, como un accidente automovilístico, el que resulta en una epilepsia incurable.
  - Por definición, las convulsiones *sintomáticas remotas* son *irreversibles*
- **Idiopática:** causa genética o inexplicable de epilepsia

✍ CLASIFICACIÓN DE LAS EPILEPSIAS SEGÚN COMPORTAMIENTO:

- **Generalizada:** *al inicio*, una convulsión que se inicia porque virtualmente todas las neuronas descargan sincrónicamente.
  - **Tónico-clónica:** comportamiento alternativo de permanencia (tónico) seguido de espasmos fuertes (clonus).
  - **Ausencia:** Breve
- Parcial: al inicio, una convulsión que parte con una región localizada de la corteza descargando.
  - **Generalización secundaria:** convulsiones parciales pueden frecuentemente esparcirse para generar convulsiones generalizadas. Pero se clasifican según como la convulsión parte.
  - **Parcial simple:** el paciente tiene recolección total de la convulsión. El paciente no tiene la amnesia retrograda o anterógrada alrededor del evento.
  - **Parcial compleja:** el paciente no recuerda la convulsión o los eventos inmediatamente previos. Amnesia retrógrada y posiblemente anterógrada.

El **dilantin** es una droga efectiva en el tratamiento de las convulsiones parciales.

**APNEA DE SUEÑO:**

✍ SÍNTOMAS: excesivo sueño durante el día, resultando de despertar muchas veces durante la noche por las vías obstruidas.

- Hipercapnia, hipoxia, acidosis respiratoria compensatoria, cefales matinales.
- Complicaciones: cor pulmonale, hipertensión pulmonar, hipertensión sistémica
- Ronquido ruidoso desordenado.

✍ Tipos:

- **Apnea de sueño obstructiva:** apnea de sueño por obstrucción o colapso de las vías aéreas superiores. Esencialmente un problema respiratorio.
  - El tipo más común: 98% de los casos.
  - El esfuerzo respiratorio es permanentemente evidente: tórax en tonel, etc.
  - El ronquido solo ocurre en esta forma.
- **Apnea de sueño central:** apnea de sueño de acuerdo a una pérdida de la conducción respiratoria en el SNC -- por ejemplo, algo inhibe el nervio frénico de descargar en el diafragma.
  - Es muy raro y es un problema nervioso en esencia.
  - No hay ronquidos.

✍ Tratamiento:

- Presión de vía aérea positiva continua (PVAPC): físicamente se mantiene las vías aéreas abiertas, para la apnea obstructiva.
- Traqueostomía, o procedimientos que quirúrgicamente amplían el espacio en la nasofárinx, son también opciones.

- La medroxiprogesterona puede ser dada a las mujeres para estimular la respiración en caso de apnea central.

---

## - El Hipotálamo -

Anatomía del hipotálamo: el hipotálamo forma las paredes del **tercer ventrículo**

✍ Límites:

- **Quiasma óptico**: límite anterior ventral
- **Comisura anterior**: límite posterior rostral.
- **Complejo mamilario**: forman el límite ventro caudal. Es fácil de ver en el cerebro pero no conocemos su función.

✍ Suministro vascular:

- **Arterias hipotalámicas**: vienen del polígono arterial central del cerebro.
- **Arteria hipofisiaria superior**: nutre al hipotálamo basal (eminencia media) y de ahí va a nutrir a la adenohipófisis.
  - Así la adenohipófisis recibe sangre que viene directamente desde el hipotálamo. No recibe sangre propia directamente.
- **Arteria hipofisiaria inferior**: nutre a la neurohipófisis.
  - Así la neurohipófisis recibe sangre fresca, en vez de sangre proveniente del hipotálamo.
- **Vena hipofisiaria**: la neurohipófisis vacía su contenido (oxitocina, ADH) fuera de los nervios hipotalámicos, en la vena hipofisiaria, donde esta toma su camino en la circulación general.

CONEXIONES al hipotálamo: la mayoría de las conexiones neurales con el hipotálamo son parte del sistema límbico.

✍ **TRACTO MAMILOTALÁMICO**: complejo mamilario (parte posterior del hipotálamo) ✍ *tálamo anterior*.

- Estas fibras están muy mielinizadas y constituyen un tracto nervioso mayor.

✍ **FORNIX**: hipocampo ✍ hipotálamo (área preóptica) ✍ **cuerpos mamilares**

✍ **ESTRÍA TERMINAL**: Amígdala ✍ hipotálamo.

- Este tracto también va desde la amígdala a otra área del cerebro.

✍ **HAZ DEL CEREBRO EXTERNO MEDIAL**: *locus ceruleus* ✍ hipotálamo.

- Este es el único lugar en el cerebro donde la norepinefrina es usada como neurotransmisor, todos los nervios vienen desde el locus ceruleus.
- El locus ceruleus también envía neuronas NorE para otras localizaciones, pero el haz medial es el único que va al hipotálamo.

VÍA DE LA PITUITARIA POSTERIOR: **núcleo paraventricular** ✍ **núcleo supraóptico** ✍ (**núcleo arcuato** ✍ **infundíbulo**) ✍ **neurohipófisis**.

✍ **NEURONAS MAGNOCELULARES**: neuronas que siguen esta vía y que producen las neuronas oxitocina + ADH.

- Estas neuronas tienen grandes somas.

✍ **NEURONAS PARVOCELULARES**: estas neuronas tienen pequeños cuerpos celulares y producen pequeños péptidos (releasing factors) que controlan la adenohipófisis.

## NÚCLEOS, PARTES y FUNCIONES DEL HIPOTÁLAMO:

- ✍ **Cuerpos mamilares** la parte más caudal del hipotálamo
- ✍ Área preóptica. La parte mas anterior del hipotálamo, cerca del quiasma óptico
- ✍ **Núcleo paraventricular:** sobre el área preóptica, alrededor del 3er ventrículo en cada lado. El sitio de origen de las hormonas neurohipofisarias.
- ✍ **Núcleo superóptico:** cerca del núcleo paraventricular. El sitio de origen de las neuronas neurohipofisarias (oxitocina, ADH).
- ✍ **Núcleo supraquiasmático:** justo sobre el quiasma óptico, regula los ritmos circadianos.
- ✍ **Núcleo arcuato:** se ubica sobre la glándula pituitaria. Todos los factores de la pituitaria pasan a través de este núcleo antes de llegar a la pituitaria.
  - **La Eminencia media** esta cerca del núcleo arcuato, y es donde muchas neuronas terminan en vasos sanguíneos.
- ✍ **Núcleo ventral medial:** importante en el comportamiento alimentario y el comportamiento emocional
  - La lesión de este núcleo puede resultar en rabia, al dominar la amígdala al hipotálamo
  - Este núcleo contiene el **centro de la saciedad** que nos dice que estamos satisfechos...
- ✍ **Núcleo dorsal medial:**

### Funciones del hipotálamo

- ✍ ENDOCRINA: el hipotálamo es la última máquina homeostática
- ✍ AUTONÓMICA: el hipotálamo juega un importante rol en la regulación del sistema autónomo
- ✍ EMOCIONAL: no genera emociones, pero las integra. Las emociones tienen dos componentes mentales.
  - **Cognición:** Conocimiento de lo que ocurre en el ambiente
  - **Conación:** El impulso de actuar de acuerdo a los sentimientos
  - EXPERIMENTOS DE RABIA: Lesión del núcleo ventral medial, esto resulta en una rabia incontrolable. Esto es porque existe un **BALANCE** entre el hipotálamo y la amígdala en controlar el comportamiento emocional.
    - **Amígdala** dominante (superior) ✍ resulta RABIA
    - **Hipotálamo** dominante (en una amígdala lesionada por ejemplo) ✍ PLACIDEZ, comportamiento PLANO
  - **SÍNDROME DE KLÜVER-BUCY:** resulta cuando el hipotálamo y la amígdala se dañan
    - Extremadamente dócil, polifagia, hipersexualidad
  - **COMPORTAMIENTO SEXUAL:** los andrógenos juegan un papel primario en la regulación del comportamiento sexual. Al menos eso es cierto en los animales. En los humanos esto tal vez es menor por el dominio de las funciones corticales superiores.
    - Existen receptores para andrógenos en el hipotálamo y en la amígdala.
- ✍ ESTADOS MOTIVACIONALES
  - ALIMENTACIÓN:
    - **El hipotálamo lateral** es el CENTRO DEL HAMBRE. Al estimularlo se siente hambre.
    - **El núcleo ventromedial** es el CENTRO DE LA SACIEDAD. Al estimularlo se produce sensación de satisfacción.
      - ? Existen **receptores CCK**, y esto puede jugar un rol en la saciedad, existen también algunas neuronas locales CCK, y ellas no distinguen si la CCK es originada localmente o del sistema digestivo.
  - SED: dos determinantes primarios de la sed. El **Órgano subfornical**, en la pared del tercer ventrículo es el primer inductor de la sed.
    - **Osmolaridad tisular:** las osmolaridad alta en el hipotálamo estimula la sensación de sed. El órgano subfornical tiene **receptores de osmolaridad** para sentirla.

- *Volemia*: un volumen sanguíneo bajo estimula la sed. El órgano subfornical tiene receptores de angiotensina II para percibir una volemia disminuida.
  - La fiebre y la boca seca también tienen este efecto.
- ✍ **REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA**: el hipotálamo contiene el termostato para la regulación de la temperatura de nuestro cuerpo.
- **El Área hipotalámica anterior** es el área sensible al calor. Esta trata de liberarte del calor (sudando y con vasodilatación)
    - La pérdida del hipotálamo anterior resulta en hipertermia
  - **El área hipotalámica posterior** es el área sensible al frío. Trata de crear más calor (tiritando)
  - **FIEBRE**: una infección bacteriana libera endotoxinas que causan la liberación de interleukinas por células sanguíneas, IL-1 especialmente. En el cerebro, la IL-1 produce que el hipotálamo sitúe el termostato a un nivel más alto.
- ✍ **RITMOS CIRCADIANOS**: mediados por el núcleo supraquiasmático.
- Regulación de la temperatura: se tiene una mayor temperatura en la mañana, y mayor al estar despierto que durmiendo.
  - La melatonina tiene un ritmo circadiano: se libera en la noche, durante el sueño, pero no durante el día.
  - **La ACTH / Cortisol** tienen ritmo circadiano

## - Funciones Corticales Superiores -

**ALOCORTEX**: todas las estructuras corticales bajo el surco colateral. Contiene lo siguiente (el neocortex es todo)

- ✍ Hipocampo
- ✍ Giro parahipocámpal
- ✍ Corteza entorrinal

### NEURONAS CORTICALES

- ✍ **Las Células piramidales** tienen largos axones que se proyectan a otros lóbulos del cerebro o a estructuras subcorticales.
  - Son neuronas excitatorias y usan glutamato como neurotransmisor.
- ✍ **Las Células fusiformes** tienen largos axones
- ✍ **Las células granulares (esteladas)** son interneuronas con axones cortos.
  - Estas neuronas proyectan a neuronas vecinas en la misma región del cerebro.
  - Estas interneuronas pueden ser tanto excitatorias (glutamato) como inhibitorias (GABA)

**LÁMINA CORTICAL**: capas de la corteza cerebral.

- ✍ Capas I -III: **CAPAS SUPRAGRANULARES**, las capas más superficiales.
  - Las Entradas cortico-corticales (asociación) terminan primariamente en una de estas capas.
- ✍ **CAPA IV: CAPA GRANULAR**: contiene células granulares.
  - *Las proyecciones talámicas* (información subcortical) terminan primariamente en esta capa.
- ✍ Capa V: las salidas en esta capa van sobre todo al tronco encefálico.
- ✍ Capa VI: la más profunda, sus salidas se proyectan principalmente al tálamo.

**CITOARQUITECTURA**:

- ✍ **CORTEZA GRANULAR**: las regiones sensoriales primarias de la corteza, que citológicamente contienen gránulos. Somatosensorial (Brodman 1-3), visual (17) y auditiva (41).

✗ **CORTEZA AGRANULAR:** Regiones motoras de la corteza (4), que no contienen gránulos.

ÁREAS DE BRODMAN	
Área 3a, 3b, 1, 2	Cortezas somatosensoriales primaria y secundaria.
Área 17	Corteza visual primaria (estriada)
Área 41	Corteza auditiva primaria
Área 42	Corteza auditiva secundaria (área de Wernicke)
Área 4	Corteza motora primaria.
Área 6	Corteza promotora
Área 8	Campos oculares frontales
Área 5, 7	Cortezas parietal posterior

CORTEZAS DE ASOCIACIÓN: signo de la más alta inteligencia: existen 3 cortezas de asociación.

- ✗ **CORTEZA DE ASOCIACIÓN PARIETAL POSTERIOR:** convergencia de las cortezas de asociación somatosensorial, visual y auditiva. Esta es el área donde procesamos los estímulos sensoriales especiales.
- ✗ **LESIONES = síndrome de Neglect, Astereognosias, afasias.**
- ✗ **CORTEZA DE ASOCIACIÓN PREFRONTAL:** memoria a corto plazo, previsión y juicio.
  - EXPERIMENTO DE LA MEMORIA A CORTO PLAZO: Lesionando esta área en los monos, no pueden seleccionar comida de debajo de una copa opaca puesta solo 10 segundos antes.
  - La **dopamina** es prominente.
- ✗ **CORTEZA DE ASOCIACIÓN LÍMBICA:** memoria, olfato y emoción.
  - Lesión de la **corteza del cíngulo** ✗ Rabia impostora en los monos ✗ acciones motoras de rabia sin provocación.
  - Lesión de la **corteza orbitofrontal** ✗ decrece la respuesta de agresividad normal y emocional.
    - Lobotomía frontales, históricamente fueron recomendadas para calmar el comportamiento lesionando la corteza orbitofrontal.
  - **Lobo temporal inferior:** esta porción de la corteza de asociación límbica se refiere a la memoria a largo plazo. La estimulación de esta región resulta en alucinaciones vívidas de experiencias pasadas.
    - **SÍNDROME DE KLÜVER-BUCY:** lesión del *lobo temporal inferior* que resulta en hipersexualidad, exploración oral y excesiva hambre en los monos.

HEMISFERIOS CORTICALES:

- ✗ **HEMISFERIO DOMINANTE:** se define como el que contiene las áreas especializadas del lenguaje, **área de Wernicke**. Esta área será más grande en el lado dominante.
  - La relación entre el hemisferio dominante y la habilidad manual es compleja, comúnmente son correspondientes, pero no siempre.
  - Para diestros o surdos, el hemisferio izquierdo es más frecuentemente dominante, entonces codominancia. El hemisferio derecho es menos dominantes comúnmente.
- ✗ **TEST DEL SODIO AMITAL:** Test utilizado para ver cual hemisferio es el dominante. Se inyecta el barbitúrico en ambas carótidas por separado. Se pide al sujeto en estudio que haga cuenta regresiva desde 10. cuando el fármaco llegue al hemisferio dominante el sujeto dejará de contar.
- ✗ **COLOSECTOMIA DE CUERPO:** cortar las comunicaciones entre el hemisferio derecho y el hemisferio izquierdo. De tal forma que las funciones de ambos hemisferios no puedan comunicarse. Si a un sujeto se le presenta una manzana en un campo visual exclusivamente o en el otro:

- CAMPO VISUAL DERECHO ≠ corteza visual izquierda ≠ el sujeto es capaz de identificar verbalmente que el objeto es una manzana.
- CAMPO VISUAL IZQUIERDO ≠ corteza visual derecha ≠ el sujeto no puede identificarla como una manzana, aún sabiendo lo que es, porque no tiene acceso a la adquisición de lenguaje.
  - El sujeto aún es capaz de sacarla de entre otros objetos o identificarla en otras formas no verbales.

≠ HEMISFERIO NO DOMINANTE (DERECHO):

- Contiene muchas áreas de asociación
- Relacionada con la orientación percepción-espacio.
- Reconocimiento facial.

Lenguaje:

≠ **AFASIAS:** Disturbio en la producción del lenguaje, comprensión, o ambas.

- No es un problema motor estricto, pero uno de los lugares donde yace el problema son centros corticales superiores. Algunos problemas estrictamente motores:
  - **Disartria:** inhabilidad para articular el lenguaje. Déficit motor estricto.
  - **Disfonía:** disminución del control sobre las cuerdas vocales. Déficit motor estricto.

- **AFASIA DE WERNICKE:** déficit de la comprensión del lenguaje.
  - Discurso vacío: salida verbal es fluida pero sin sentido.

- **AFASIA DE BROCA:** Déficit en la formación del lenguaje con significado.
  - La salida verbal es posible pero no es fluida.
  - La comprensión verbal es normal.

- **AFASIA DE CONDUCCIÓN:** daño en el fascículo arcuato, que interconecta las áreas de Wernicke y de Broca.
  - La comprensión del discurso es buena, pero se pueden utilizar palabras incorrectas.
  - Escritura deteriorada

≠ Áreas de lenguaje:

- **Área de Wernicke de la recepción del habla (42):** comprensión del discurso
  - Lobo temporal posterosuperior.
- **Área de Broca** de la motricidad del habla: formación del habla, formación del habla con significado y fluidez.
- **FASCICULO ARCUATO:** La vía que conecta ambas áreas a nivel superior.

≠ **MODELO DE WERNICKE-GSCHWIND:** describe la vía neural por la que una persona lee una palabra y luego vocalmente dice que palabra es. La vía va en el siguiente orden:

- *Estímulo visual* ≠ corteza visual ≠ corteza de asociación visual ≠ **giro angular** (en la corteza de asociación parietal): este paso torna la palabra escrita en una señal auditoria. El lenguaje en un principio es almacenado como un estímulo auditorio.
- *Giro angular* ≠ **área de Wernicke:** interpretación de lo que la señal auditoria significa.
- *Área de Wernicke* ≠ **fascículo arcuato** ≠ **área de Broca:** formación de las señales de la palabra
- *Área de Broca* ≠ parte facial de la **corteza motora.** La palabra es vocalizada

≠ **ALEXIA:** inhabilidad para leer, resultante del daño del **giro angular**.

≠ **APROSODIA:** déficit para cantar, entonación, o inflexión de la voz. Un plano afecta a la voz.

- Esto resulta de una lesión del área del habla en el lado no dominante, el que es responsable de la inflexión emocional de la voz.
- ✍ **AGRAFIA:** inhabilidad para escribir. También a partir de un daño en el giro angular.
  - Esto puede ocurrir cuando los símbolos visuales no pueden tener acceso al sistema del lenguaje.
- ✍ **APRAXIA:** Inhabilidad para realizar un movimiento aprendido, como saludar o tirar una moneda.
  - Esto ocurre a partir de un síndrome de desconexión e involucra disrupción de las vías que se dirigen desde el *Área de Wernicke* a la *Corteza promotora*.

## APRENDIZAJE Y MEMORIA

- ✍ **MEMORIA REFLEXIVA:** recuerdos de cómo hacer algo, como andar en bicicleta o diseccionar el encéfalo de forma perfecta.
  - **CONDICIONAMIENTO:** La condición clásica es una forma de memoria reflexiva. Los perros de Pavlov salibaban cuando escuchaban las campanillas, luego de continuamente ser presentadas previas a la comida.
    - **Estímulo condicionado:** La campanilla
    - **Estímulo no condicionado:** la comida.
  - **NÚCLEOS CEREBEALRES:** se ha descubierto que juegan un rol en la memoria reflexiva.
  - **Condicionamiento operante:** Condicionamiento de comportamientos basados en la consecuencia (recompensa / castigo).
- ✍ **MEMORIA DECLARATIVA:** Memoria consciente y rellamada.
  - **MODELO DE DOS ETAPAS** del procesamiento de la memoria: los recuerdos son formados al poner información en la **memoria a corto plazo** dentro de la **memoria a largo plazo**.
  - **HIPOCAMPO:** se conoce su rol consolidante de la memoria a corto plazo dentro de la memoria a largo plazo.
    - Una lesión del hipocampo causa **amnesia anterógrada**, inhabilidad para recordar cosas después del punto de la injuria.

## - El Sistema Límbico -

### Estructuras anatómicas del sistema límbico:

- ✍ **NEOCORTEX:** Dos estructuras localizadas a lateral, algo más que medial, al surco lateral
  - **CORTEZA DORSOLATERAL:** *Corteza de asociación pre-frontal*.
    - ENTRADA: Núcleo dorsomedial del tálamo
    - SALIDA: Se proyecta a la corteza entorrinal.
    - FUNCIÓN: tiene una asociación marginal con el sistema límbico. Se envuelve en la motivación y en la planificación de las emociones.
  - **CORTEZA ORBITOFRONTAL:** *Involucrada en los eventos motores asociados con la emoción*.
    - ENTRADA: Núcleo dorsomedial del tálamo.
- ✍ **ALOCORTEX:**
  - **GIRO DEL CÍNGULO:** PALEOCORTEX (más primitivo).
    - FUNCIÓN: Parte integral del circuito de la Papez.
    - ENTRADA: Núcleo anterior del Tálamo.
  - **GIRO PARAHIPOCAMPAL:** PALEOCORTEX (más primitivo).

- **FORMACIÓN HIPOCAMPAL:** La única estructura que es exclusivamente parte del sistema límbico. Se localiza en la base del lobo temporal.
  - Orden de la señal: *corteza entorrinal* ≠ *núcleo dentado* ≠ *hipocampo*.
  - **HIPOCAMPO:** Recibe entradas directamente desde el giro dentado.
    - ? Estructura: Tres capas conteniendo **células piramidales**.
      - Capa molecular: recibe entradas desde el núcleo dentado.
      - Capa de células piramidales: cuerpo de las células piramidales.
      - Capa polimórfica: Salida a través del fórnix
    - ? **Anoxia:** *El hipocampo es en extremo sensible a la anoxia.*
    - ? **SALIDAS:** El hipocampo tiene muchas salidas.
    - ? De vuelta al neocortex: consolidación de la memoria a corto plazo dentro de la memoria a largo plazo
    - ? Fornix ≠ al hipotálamo: autonomicidad modulada / comportamiento hipotalámico
    - ? Septo: una vía para la información dirigida al hipotálamo.
  - **FUNCIÓN:** el hipocampo tiene como función consolidar la memoria de corto plazo en la memoria de largo plazo
    - ? La **LESION** de solamente el hipocampo resulta en amnesia anterograda. El paciente no podrá recordar nuevas cosas, pero la memoria previa seguirá intacta.
  - **NÚCLEO DENTADO:** recibe entrada directa desde la corteza entorrinal.
    - ? Estructura: tres capas contiendo **células granulares**.
      - Capa molecular: externa, recibe entrada desde la corteza entorrinal
      - Capa de células granulares: somas
      - Capa polimórfica: interna, envía salidas para el hipocampo.
  - **SUBICULO:**
  - **CORTEZA ENTRORRINAL:** en el circuito de Papez. La primera entrada al hipocampo.
    - ? **ENTRADA:** *esta recibe directamente entradas olfatorias, tanto como entradas de asociación para los otros sentidos*
    - ? **SALIDA:** *el núcleo dentado.*
- **AMIGDALA:** adjunta los componentes subjetivos de las emociones y sentimientos a los componentes autónomos. Núcleo amigdalóide:
  - **GRUPO CORTICOMEDIANO:** procesa la información olfatoria
    - ? *Grupo corticomédiano* ≠ *hipotálamo*
    - ? *Grupo corticomédiano* ≠ *estría terminal* ≠ *septo*
  - **GRUPO BASOLATERAL:**
    - ? *Núcleo basolateral* ≠ *neocortex*
    - ? *Núcleo basolateral* ≠ *núcleo dorsomedial del tálamo* ≠ *corteza prefrontal*
    - ? *Núcleo basolateral* ≠ *núcleo accumbens*
  - **NUCLEO CENTRAL:** Células principales que proveen de información al hipotálamo.
    - ? Algo de la información también va a los núcleos basales en el puente.
  - **DOS SALIDAS PRINCIPALES:** *el hipotálamo y la estría terminal.*

✍ **DIENCÉFALO:**

- **FORNIX:** el tracto sobre el cual el hipotálamo envía información al hipotálamo
- **SEPTO:** una vía para la información dirigida al hipotálamo.
  - ENTRADA: recibe entrada desde la amígdala y el hipocampo
  - SALIDA: envía info al hipotálamo.
  - **Los Núcleos del rafe magno** (serotonina) y del **locus ceruleus** (Norepi) sinapsan en el septo en una vía "difusa" y pueden, por lo tanto, influenciar su salida.
- **NÚCLEO ANTERIOR, TÁLAMO:**
  - SALIDA: envía salida para el giro del cíngulo, en el circuito de Papez.
- **NÚCLEO DORSAL MEDIAL, TÁLAMO:**
  - SALIDA: envía salida para las estructuras neocorticales, cortezas orbitofrontal y dorsolateral.
  - ENTRADA: recibe información motora desde el globo pálido ventral del cuerpo estriado.
- **HIPOTÁLAMO:**

✍ **CUERPO ESTRIADO (GANGLIOS BASALES):** modulan la actividad motora en el sistema límbico.

- **NÚCLEO ACCUMBENS:**
  - **CIRCUITO CERRADO:** *núcleo accumbens* ✍ *globo pálido* ✍ *núcleo dorsomedial del tálamo* ✍ *corteza orbitofrontal*.
    - ? Este circuito modula el comportamiento motor asociado con la emoción.
    - ? Se menciona como un circuito cerrado.

**CIRCUITO DE PAPEZ:** la interacción fundamental entre las entradas sensoriales altas desde la corteza y las funciones más primitivas desde la sub-corteza y el resto del cuerpo.

- ✍ **CORTEZA DE ASOCIACIÓN PARIETAL POSTERIOR:** la información que entra al circuito de Papez originada desde la corteza de asociación sensorial (combinación de la visual, auditiva y somatosensorial).
  - **OLFATO:** Información olfatoria, por otro lado, entra en el sistema límbico directamente.
- ✍ **SEÑAL ENTRANTE:** *corteza de asociación* ✍ *giro del cíngulo* ✍ *formación hipocampal* ✍ *corteza entorrinal (sinapsis)* ✍ *hipocampo*.
- ✍ **SEÑAL SALIENTE:** *hipocampo* ✍ *fornix* ✍ *cuerpos mamilares* ✍ *tracto mamilotalámico* ✍ *núcleo anterior del tálamo*.

**SINDROME DE KLÜVER-BUCY:** comportamiento hipersexual. *Lesión de la amígdala y el hipotálamo*

**ESQUIZOFRENIA:** una división de los aspectos cognitivos y sentimentales del comportamiento.

- ✍ **DOPAMINA:** dos sistemas dopaminérgicos están implicados en la esquizofrenia.
  - **SISTEMA MESOLÍMBICO:** provee de neuronas dopaminérgicas al núcleo accumbens.
  - **SISTEMA MESOCORTICAL:** proyecta a las neuronas dopaminérgicas a la corteza prefrontal.
- ✍ **SÍNTOMAS POSITIVOS:** *sobreproducción de las neuronas dopaminérgicas mesolímbicas* ✍ *sobre expresión del sistema límbico*.
  - Este problema puede ser tratado con **antagonistas de la dopamina**.
  - Síntomas positivos: alucinaciones y emociones descontroladas.
- ✍ **SÍNTOMAS NEGATIVOS:** *un decaimiento en la salida dopaminérgica del sistema mesocortical* ✍ *corteza prefrontal*. Se piensa que esta puede estar involucrada.
  - Este problema en teoría puede ser tratado con dopamina en si, pero el tratamiento no ha funcionado.

- Síntomas negativos: disminución de la motivación de la planificación, de la previsión.

---

*Traducido por Juan Francisco Araneda Minder Arkhangt.*