

BASES FISIOLÓGICAS DE LA CONDUCTA INGESTIVA

EL COMPORTAMIENTO INGESTIVO

- La ciencia que estudia el comportamiento ingestivo, puede definirse como :
 - *El conocimiento del por qué el hombre y los animales comen y beben ciertas cantidades y en ciertos momentos.*

EL COMPORTAMIENTO INGESTIVO

- El comportamiento ingestivo es un proceso fisiológico-psicológico que cursa con la búsqueda, adquisición e ingestión de nutrientes
 - HAMBRE
 - Conjunto de sensaciones provocadas por la disminución de los depósitos de nutrientes
 - APETITO
 - Deseo de ingerir un tipo de alimento. Es un estado afectivo que se acompaña de placer y no depende de una necesidad
 - SACIEDAD
 - Estado afectivo alcanzado cuando se ha satisfecho el hambre y el deseo de ingerir alimentos
-

Control de la ingesta en el HOMBRE (civilizado)

- ☐ Proceso intelectualizado (cultural)
 - ☐ Disponibilidad continua
 - ☐ Hábitos sociales (3 comidas al día)
 - ☐ Sensaciones: NO son completamente indispensables
 - Los mecanismos de ingesta en el hombre solo se igualan a los del animal en casos extremos.
-

HOMBRE

ANIMAL

GRAN ESTABILIDAD
EN EL PESO CORPORAL

INGRESO
ENERGIA ↔ CONSUMO
ENERGÍA

LA ENERGÍA METABÓLICA SE OBTIENE

A CORTO PLAZO



RESERVAS DE
ENERGÍA
ENDÓGENA

A LARGO PLAZO



INGESTA DE
ALIMENTOS
(HAMBRE Y SACIEDAD)

CONDUCTA INGESTIVA

- La conducta alimentaria
 - Está regulada por el encéfalo, intestino y metabolismo energético
 - Tiene como fin mantener y construir nuestro cuerpo
 - Obtener energía para el movimiento y la termorregulación

 - **Está sujeta a un análisis fisiológico**
-

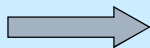
BASES FISIOLÓGICAS DEL COMPORTAMIENTO INGESTIVO

- Una vez que se alcanza el **peso tolerado** por sus *mecanismos reguladores*, el sujeto, sea delgado u obeso, consumirá la **misma cantidad** de alimentos, dependiendo únicamente del **gasto energético**.

CEREBRO Y COMPORTAMIENTO

□ LASHLEY(1938)

ESTADO DEL
MEDIO INTERNO



COMPORTAMIENTO
MOTIVADO

Microstoma - Hidra

¿CUÁL ES EL PAPEL QUE JUEGA
EL CEREBRO EN LA FISIOLÓGÍA
DEL COMPORTAMIENTO MOTIVADO?

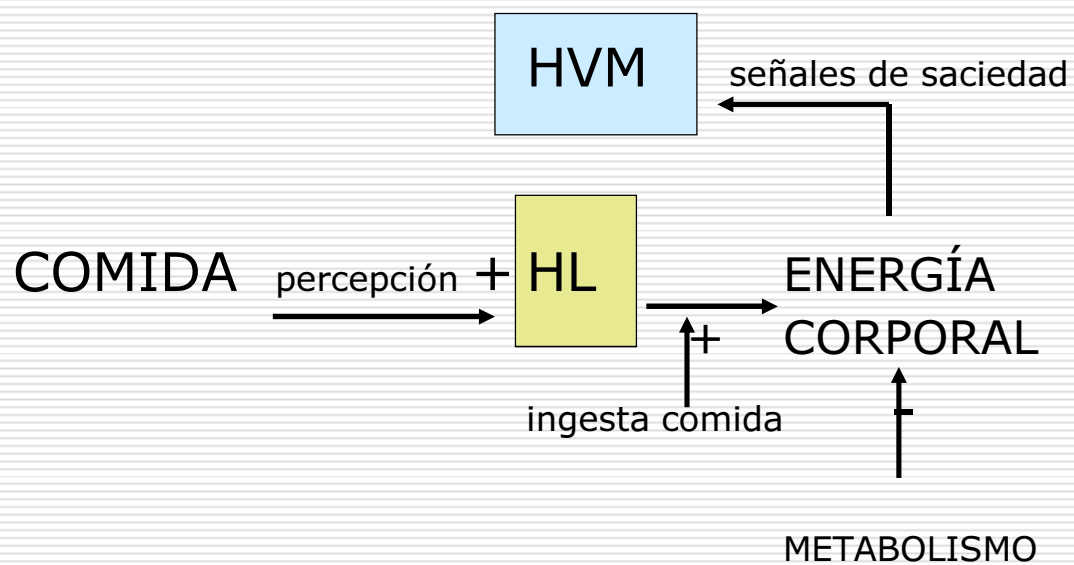
FISIOLOGÍA DE LA CONDUCTA INGESTIVA

□ Brobeck (1943)

- Lesiones en el **hipotálamo ventromedial** provoca ingesta excesiva y obesidad
- Lesionando el **hipotálamo lateral**, produce afagia y pérdida de peso

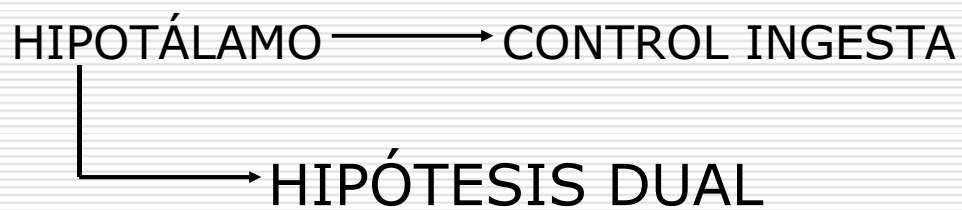


CEREBRO E INGESTA



FISIOLOGÍA DE LA CONDUCTA INGESTIVA

□ *Ranson y col (1950)*



HOMEOSTASIA Y HOMEORREUSIS

☐ Homeostasia:

- Tendencia al equilibrio o estabilidad orgánica en la conservación de las constantes fisiológicas
 - En cuanto a la conservación de las reservas energéticas, se traduce en la conservación del peso corporal.

☐ Homeorreusis

- Aspecto dinámico de la homeostasia
 - Peso corporal: a corto plazo: Homeostasia
a largo plazo: Homeorreusis
-

MECANISMO DE RETROACCIÓN NEGATIVA (CONTROL DE LA INGESTA)

☐ ¿CUANDO COMEMOS?

- Factores sociales y ambientales
 - HÁBITOS
 - HORARIO
 - ESTÍMULOS
-

FACTORES AMBIENTALES Y SOCIALES

- ☐ El hombre come en tiempos prefijados.
 - ☐ El animal no.
 - Lo que hace el hombre, **ajustar el tamaño** de la comida:
 - Si comió recientemente, o la comida previa fue abundante, comemos menos cantidad, ¡PERO COMEMOS!
 - ☐ La *medición objetiva* se mide en forma de valor calórico de la ingesta
-

¿CUANTO COMEMOS?

- ☐ Las señales fisiológicas que inducen a comer son diferentes de las que producen saciedad.
 - ☐ Podemos empezar a comer porque los niveles de nutrientes están bajos,
¡pero paramos antes de que se llenen!
 - ☐ La mayoría de las veces comemos por hábito o por algún estímulo
-

MEDICCIÓN SUBJETIVA: **ALIESTESIA**

- Si el medio interno esta *lleno*, un alimento agradable se vuelve desagradable.
 - Esta modificación en la apreciación subjetiva del carácter atractivo o repulsivo en función del estado del organismo, se denomina ALIESTESIA
-

CONTROL DEL GASTO

- ☐ 1º) normalmente está condicionado por
 - Medio (temperatura ambiente)
 - Trabajo

 - ☐ 2º) experimentalmente
 - Trabajo forzado
 - Cambios de T^a
 - Alteraciones metabólicas (diabetes)
 - Hormonas tiroideas
-

CONTROL DEL GASTO

□ Hipótesis: *un mismo combustible puede liberar mayor o menor potencia energética en función del estado de deplección de las reservas energéticas del sujeto.*

■ Ejemplo:

- Dieta de 600 kcal/día → adelgaza
 - Después de un tiempo → yo no hace nada
-

HIPÓTESIS DEL SET-POINT

□ TEORIA

- "La energía contenida en el cuerpo y por lo tanto en el tejido adiposo está fuertemente regulada a un punto prefijado llamado ***set-point***"
-

EJEMPLO

- Mujer 25 años → 50 Kg
- Mujer 65 años → 61 Kg

40 años → ganó 11 Kg

- considerando que la ingesta total durante esos años es de más de 18 toneladas métricas, corresponde a una ganancia de:

- 350 mg/día

y un error del:

- 0.03%
-

MECANISMOS FISIOLÓGICOS DEL HAMBRE

- ☐ La mayoría de las veces empezamos a comer porque es la "hora".
 - ☐ La cantidad de comida que ingerimos depende de varios factores:
 - Variedad
 - Sabor
 - Presencia de más gente
 - ☐ Pero la aparición del hambre y la cantidad de comida depende de factores metabólicos
-

SEÑALES FISIOLÓGICAS QUE DESENCADENAN LA INGESTA

- El cerebro responde a dos tipos de señales para el hambre:
 - A corto plazo
 - A largo plazo
 - Receptores del **hígado** y del **cerebro** detectan las señales a *corto plazo*.
 - Las señales a *largo plazo*, son detectadas por el **tejido adiposo**.
-

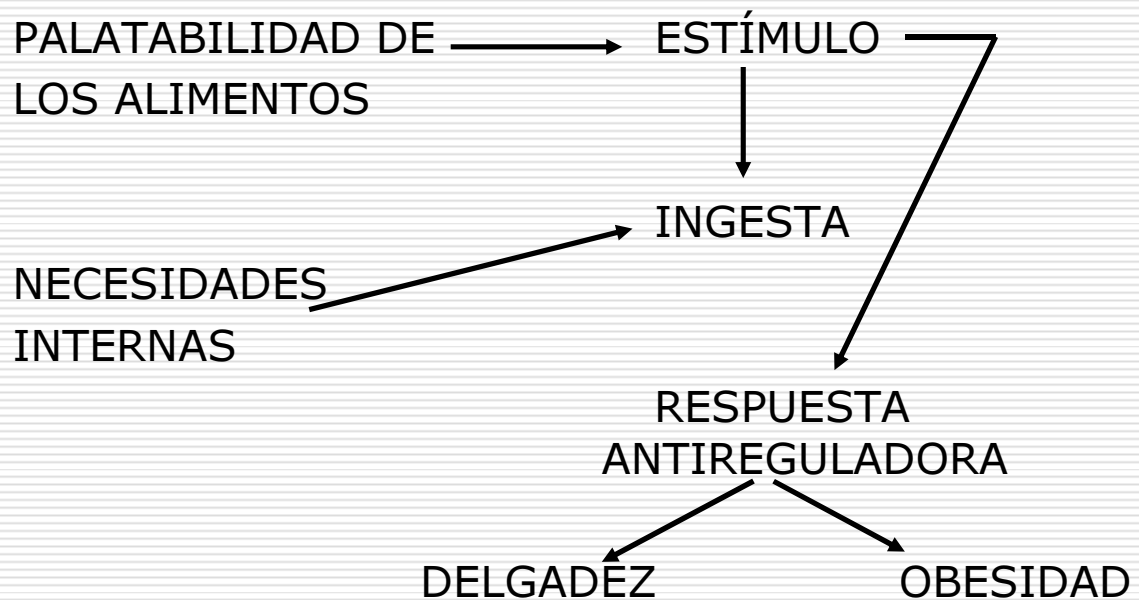
SEÑALES FISIOLÓGICAS QUE DESENCADENAN LA INGESTA

- El **cerebro** contiene receptores que monitorizan la disponibilidad de glucosa dentro de la barrera hematoencefálica.
 - El **hígado** tiene detectores, que monitorizan la disponibilidad de nutrientes (glucosa y ácidos grasos), fuera de la barrera hematoencefálica.
-

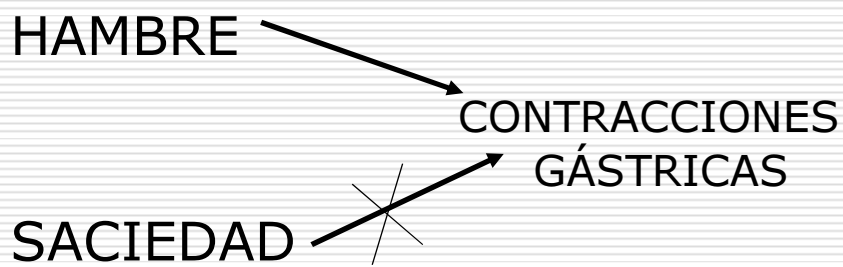
ESTÍMULOS EXTERNOS

- El hombre y los animales comen más de alimentos que les gustan
 - Determinado por interacción de mecanismos gustativos, olfatorios y orofaríngeos
 - Influyen en la selección, cantidad y placer de la ingesta
-

SENSACIONES OROFARINGEAS



SENSACIONES GÁSTRICAS



- HAMBRE → VACIO GÁSTRICO
 - SACIEDAD → PLENITUD
- } ERROR

SENSACIONES GÁSTRICAS

- ☐ Hambre → dolor epigástrico
 - ☐ Vagotomía (elimina el dolor) = no desaparecen las sensaciones de hambre
 - ☐ Los déficits de nutrientes pueden dar origen al dolor epigástrico relacionado con las contracciones gástricas
 - ☐ Si se quita el estómago se sigue sintiendo hambre
 - ☐ Las contracciones gástricas no son necesarias para iniciar la ingesta
-

¿POR QUÉ DEJAMOS DE COMER?

- Hay dos tipos principales de señales de saciedad:
 - Señales a corto plazo, como consecuencia de comer una determinada comida.
 - Señales a largo plazo, dependientes del tejido adiposo, que es el almacén de los nutrientes.
-

¿CUANDO APARECE LA SACIEDAD?

- La saciedad sobreviene mucho antes de que tengan lugar las principales consecuencias metabólicas de la digestión y absorción de alimentos.
 - Los efectos de los estímulos sobre la saciedad están localizados a lo largo del aparato digestivo
 - Boca, faringe, esófago
 - Estómago
 - Intestino delgado
-

FASE GÁSTRICA

- La distensión gástrica es una señal importante para la saciedad
 - La distensión gástrica aumenta la actividad registrada eléctricamente en el HVM
 - La administración de un volumen de comida no calórico, produjo SACIEDAD
 - No depende del valor nutritivo de la alimentación, sino del volumen y densidad del nutriente
-

VACIAMIENTO GASTRICO

Importancia en la regulación del equilibrio energético

- ☐ Determina el índice de entrega del alimento al intestino delgado
 - Determinado por:
 - ☐ **Osmolaridad**, las soluciones hiperosmolares retardan el vaciamiento gástrico
 - ☐ **Ácidos** retardan el vaciamiento gástrico
 - ☐ **Densidad energética** de la comida, independientemente de la proporción de nutrientes
 - ☐ **Triptófano**, efecto inhibitor que no tienen otros aminoácidos
-

VACIAMIENTO GÁSTRICO

- Aunque las comidas más energéticas se vacían con más lentitud, la velocidad de vaciado gástrico del EQUIVALENTE CALÓRICO es mayor para el alimento más energético
 - Los que comen una comida densamente calórica, tendrán, para una comida de contenido energético concreto, el estómago vacío mucho antes que los que ingieran el mismo contenido calórico diluído.
-

Ejemplo

- Si la distensión gástrica inhibe la ingesta, los que eligen alimentos de alto contenido calórico, tendrán hambre primero, y comerán más que los que seleccionan alimentos diluidos.
 - El primer grupo consumirá más calorías y mostrará tendencia a la obesidad.

lechuga 1000 kcal



Vel. Vaciamiento= Q

chocolate 1000 kcal



vel. Vaciamiento= Q

FACTORES INTESTINALES

- La entrada de comida en el duodeno suprime la ingesta (Greenberg et al., 1990).
 - El intestino contiene detectores de nutrientes, que transmiten señales al cerebro.
 - Experimento de sham feeding: fístula gástrica, e infusión de *Intralipid* = inhibición de la ingesta.
-

FACTORES INTESTINALES

- ☐ Animales alimentados con material no digerible:
 - Distensión→ SACIEDAD
 - ☐ La distensión actúa sobre receptores gástricos que activan el HVM
 - Sin embargo los animales sienten hambre ***mucho primero*** que si el material **se enriquece** con nutrientes:
 - ☐ Las calorías tienen un papel importante
 - ☐ **El intestino tiene receptores para detectar los nutrientes y mandar información al SNC**
-

FASE INTESTINAL

VACIADO GÁSTRICO —————→ SACIEDAD
EN DUODENO

¿Cómo se transmite la información del intestino al SNC?

CCK —————→ SACIEDAD



La CCK podría tener una
función integradora entre
intestino y SNC

LOCALIZACIÓN DE RECEPTORES CCK

- ☐ PBN = núcleo
parabraquial
 - ☐ NTS = núcleo
tracto solitario
 - ☐ GN = ganglio
nodoso
 - ☐ VN = nervio vago
-

SACIEDAD

- La ingesta de alimentos termina mucho antes de que la resorción de alimentos en el tracto digestivo satisfaga las necesidades energéticas.

- *Saciedad prerresortiva*

- Estimulación de receptores de boca, garganta, esófago
 - Distensión del estómago
 - Receptores intestinales
-

SACIEDAD

- Saciedad resortiva
 - Quimiorreceptores: informa de la concentración de nutrientes
 - Procesos sensoriales enteroceptivos:
 - aumento disponibilidad de glucosa
 - aumento producción de calor
 - Cambios en el metabolismo de las grasas
-

SACIEDAD

☐ HAMBRE Y SACIEDAD

- 2 caras de una misma moneda
 - ☐ La magnitud de la ingesta y la duración de las pausas entre comidas están determinadas por procesos de “regulación a largo plazo” y “saciedad resortiva”
 - ☐ La sensación de hambre a corto plazo, estimula la ingesta.
 - ☐ La sensación de saciedad prerresortiva, la termina
-

REGULACIÓN DEL HAMBRE

- ¿Segrega el tejido adiposo algún factor de saciedad hormonal?
 - Estudios con modelos animales obesos genéticos (*ob/ob*)
 - Parabiosis: unión a largo plazo de dos animales. Comparten la sangre. Espontáneamente ocurre en gemelos siameses
-

PARABIOSIS

- *Harvey* (1959)
 - Papel de factores circulantes relacionados con la ingesta
 - Lesiona el HVM de una rata:
 - Animal lesionado→ obeso
 - Pareja→ deja de comer pierde peso
-

Interpretación

- Evidencia de una sustancia en la sangre que produce una señal de feed-back en el control del balance energético.
 - Cuando la rata lesionada empezó a comer, presumiblemente liberó a la circulación un factor que podría inhibir la ingesta y corregir el balance energético
 - A consecuencia de la lesión la rata no responde a ese factor, que se pasa a la otra rata a través de la sangre y provoca la pérdida de peso
-

REGULACIÓN DE LA SACIEDAD

- La secreción de un factor de saciedad aumentaría después de las comidas y disminuiría en el ayuno.
 - Factor de saciedad segregado por el tejido adiposo es la LEPTINA
 - Es el producto de un gen que se observó en la cepa de ratones *ob /ob*
 - Muestran hiperfagia y consumo energético disminuido
 - Los ratones *ob* producen de forma mutada e ineficaz la leptina, y este defecto causa obesidad
-

SIGNIFICADO FISIOLÓGICO DE LA LÉPTINA

- La leptina es segregada por los adipocitos
 - Actúa como una señal que se dirige al SNC e informa sobre el estado nutricional durante periodos de falta de alimento
 - Sujetos obesos: niveles más altos
-

LEPTINA EN HUMANOS

- A diferencia de lo que sucede en animales, en el hombre la secreción de leptina está correlacionada con la grasa corporal
 - La mayoría de los casos de obesidad humana podrían estar producidos por una disminución de la sensibilidad cerebral a las acciones de la leptina
-

GRELINA

- ☐ Hormona que controla el apetito y peso
 - Producida fundamentalmente por el estómago
 - A nivel central actúa en el *núcleo arcuado*
 - ☐ Aumenta el apetito y la acumulación de grasa
 - ☐ Parece modular el metabolismo de la glucosa (no se conoce el mecanismo de acción)
-

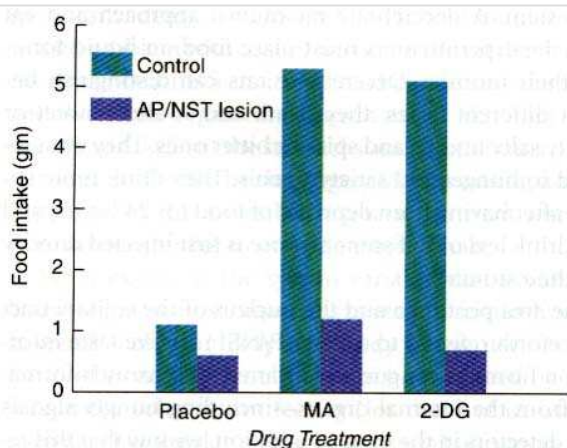
SEÑALES DE SACIEDAD A LARGO PLAZO

- La grasa corporal está regulada por mecanismos a largo plazo.
 - Si forzamos a un animal a comer más de lo normal, cuando pueda comer libremente reducirá su ingesta hasta alcanzar el peso normal
-

MECANISMOS CEREBRALES QUE CONTROLAN LA INGESTA DE ALIMENTOS

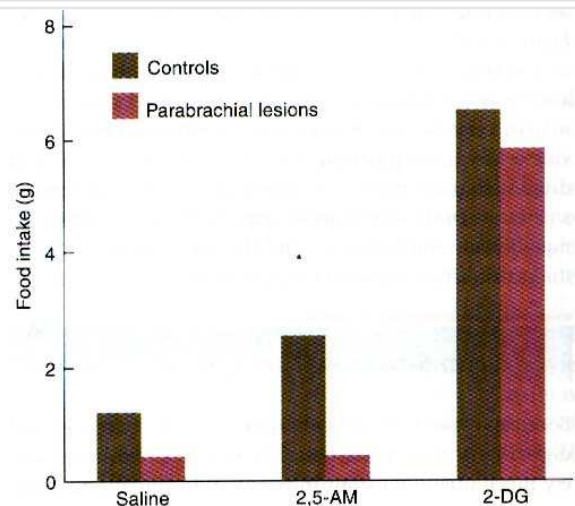
- Los mecanismos básicos de la ingesta, están programados desde el punto de vista filogenético, por circuitos neuronales muy primitivos.
 - En los últimos 25 años, se ha empezado a abandonar la idea de que el control neural de la ingesta está localizado en unos pocos centros cerebrales.
- El control de la conducta ingestiva incluye uniones aferentes y eferentes con los órganos digestivos y glándulas vía SNA, así como una variedad de centros en distintos niveles de SNC.

CENTROS NEURALES RELACIONADOS CON LA INGESTA



Effects of lesions of the nucleus of the solitary tract and adjacent area postrema on glucoprivic hunger (MA treatment) and lipoprivic hunger (2-DG treatment).

(Based on data from Ritter, S., and Taylor, J.S. *American Journal of Physiology*, 1990, 258, R1395–R1401.)



Effects of parabrachial lesions on glucoprivic hunger signaled by detectors in the liver (2,5-AM treatment) or in the brain stem (2-DG treatment).

(Adapted from Grill, H.J., Friedman, M.I., Norgren, R., Scalera, G., and Seeley, R. *American Journal of Physiology*, 1995, 268, R676–R682.)

COMPORTAMIENTO INGESTIVO

DESCEREBRAR: desconectar las motoneuronas del tronco encefálico y médula espinal de los hemisferios cerebrales.

- Los únicos comportamientos que un animal descerebrado puede desarrollar, son los que están controlados **directamente**, por circuitos neurales del *tronco encefálico*.
-

COMPORTAMIENTO INGESTIVO

- Rata descerebrada:
 - No puede aproximarse a la comida y comer
 - Puede distinguir entre diferentes sabores
 - Responde a señales de hambre y saciedad
-

¿Cuándo se activa el sistema?

- Estudios recientes han medido los cambios en los niveles de dopamina y receptores β -adrenérgicos en el HPF, en función del estado nutricional del sujeto.

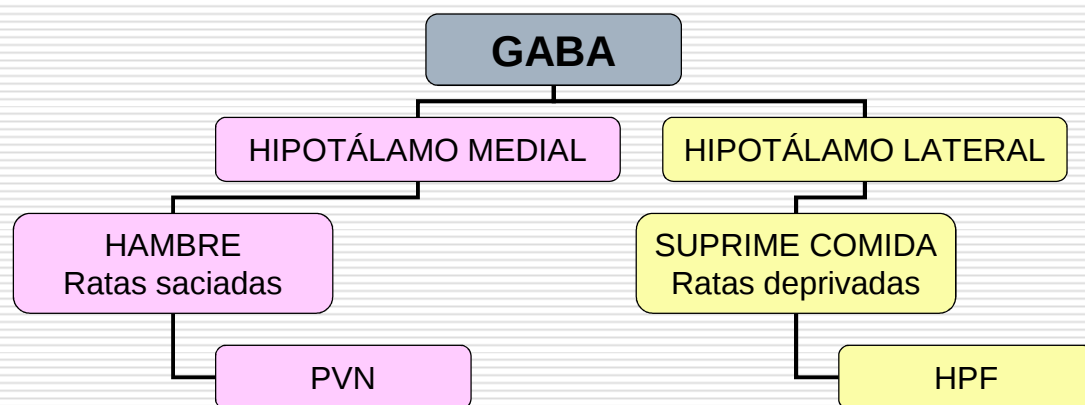
□ RESULTADO:

- Adrenalina y dopamina se liberan en el HPF para prevenir el comienzo de la ingesta, o provocar la saciedad, cuando los niveles de nutrientes son suficientes, para suplir las necesidades a corto plazo.

ÁCIDO GAMMA-AMINOBUTIRICO (GABA)

- En contraste con la mayoría de los neurotransmisores, que afectan a la ingesta en una sola dirección, el GABA, **estimula o inhibe**, dependiendo del lugar de la administración o del estado de privación del animal.
-

LUGAR DE ACCIÓN Y SUSTRATO NEURAL



EXPLICACIÓN DEL FENÓMENO

- ❑ Existe la posibilidad de que neuronas hipotalámicas GABA, puedan ser las intermediarias entre el metabolismo de la glucosa y la ingesta.
 - ❑ Los niveles de GABA en el hipotálamo aparecen unidos a la utilización y disposición de glucosa.
 - ❑ Inyecciones de glucosa o de sustratos metabólicos específicos de la síntesis de GABA, en el HPF, provocan inhibición de la ingesta.
-

□ HIPOGLUCEMIA:

- Aumenta la síntesis de GABA en HM
- Disminuye la síntesis de GABA en HL

□ La relación entre la síntesis de GABA y el metabolismo energético, puede ser un paso intermedio entre el gasto energético y la utilización de nutrientes que conlleva al comportamiento ingestivo.

PÉPTIDOS ESTIMULANTES DE LA INGESTA

- Se han descubierto en el hipotálamo, la práctica totalidad de las hormonas conocidas en la periferia.
 - La insulina se encuentra en una proporción 20 veces superior a la del plasma.
 - Se sospecha, que el cerebro utiliza localmente los mismos péptidos que el cuerpo para asegurar las funciones metabólicas de sus células.
-

PÉPTIDOS ESTIMULANTES DE LA INGESTA

- ☐ Péptidos opiáceos
 - ☐ Polipéptidos pancreáticos
 - ☐ Factor liberador de la GH
 - Pueden actuar como:
 - ☐ Neurotransmisores
 - ☐ Neuromoduladores
 - ☐ Neurohormonas
-

FACTOR LIBERADOR DE LA GH (GRF)

- ☐ Potencia la ingesta de comida.
 - ☐ Efectivo a dosis pequeñísimas.
 - ☐ El aumento del apetito, es independiente del efecto sobre la hormona de crecimiento.
 - ☐ Actúa centralmente: ventrículos laterales.
-

GALANINA

- ☐ Actúa sobre el NPV.
 - ☐ Es estimulante del apetito dosis-dependiente.
 - ☐ Periféricamente, inhibe la liberación de insulina inducida por la glucosa.
 - ☐ Es hiperglucémica. Es hiperglucémica
-