

O controle da ingestão de alimentos

Prof. Dr. Álvaro Ribeiro Barale
FUCAMP - 2014

O controle da ingestão de alimentos



O controle da ingestão de alimentos

Sumário

- Conceitos fundamentais
 - Nutrição e composição corporal
 - Fome e apetite
- O controle da ingestão de alimentos
 - O papel do tronco cerebral e hipotálamo no controle da ingestão de alimentos
 - Classificação dos mecanismos de controle da ingestão de alimentos:
 - à curto prazo
 - Sinais pré-absortivos
 - Reflexos dos receptores do trato digestório
 - de médio e longo prazo:
 - Sinais pós-absortivos
 - » Reflexos vagais
 - » Concentração de nutrientes no plasma
 - » Grelina e hormônios gastrointestinais
 - » Leptina e insulina

O controle da ingestão de alimentos

- **Conceitos fundamentais**
 - **Nutrição e composição corporal**
 - **Fome e apetite**
- O controle da ingestão de alimentos
 - O papel do tronco cerebral e hipotálamo no controle da ingestão de alimentos
 - Classificação dos mecanismos de controle da ingestão de alimentos:
 - à curto prazo
 - Sinais pré-absortivos
 - Reflexos dos receptores do trato digestório
 - de médio e longo prazo:
 - Sinais pós-absortivos
 - » Reflexos vagais
 - » Concentração de nutrientes no plasma
 - » Grelina e hormônios gastrointestinais
 - » Leptina e insulina

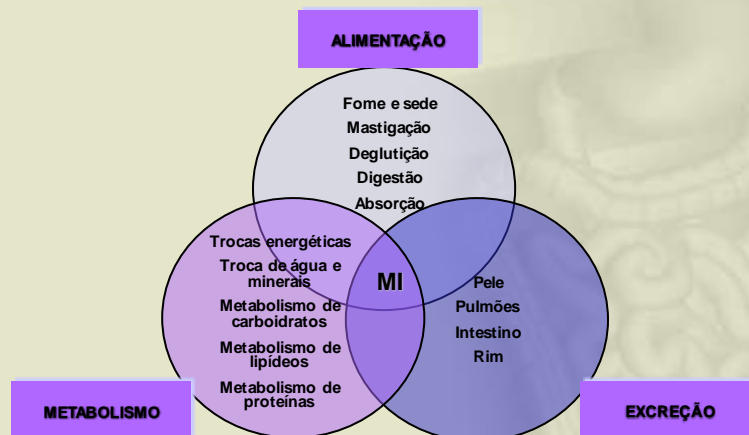
Nutrição

- Segundo a Organização Mundial de Saúde,
 - *“ a nutrição é a soma dos processos pelos quais os organismos vivos captam e transformam as diversas substâncias necessárias para a manutenção e normal funcionamento do organismo e a produção de trabalho”.*

Nutrição

- As funções de nutrição podem ser agrupadas em 3 etapas:
 - *a alimentação*
 - *o metabolismo*
 - *a excreção*
- As 3 etapas são simultâneas e seu sincronismo assegura a saúde.
- Qualquer uma delas que se altera, deteriora as outras, e o resultado é doença.

Nutrição



Composição corporal

Composição normal de um homem de 65 kg

| | % | Kg |
|-----------------------------|--------------|-----------|
| Massa hídrica (água) | 61,6 | 40 |
| Massa proteica (proteínas) | 17,0 | 11 |
| Massa de gordura (lipídeos) | 13,8 | 9 |
| Massa de carboidratos | 1,5 | 1 |
| Massa mineral (cinzas) | 6,1 | 4 |
| Total | 100,0 | 65 |

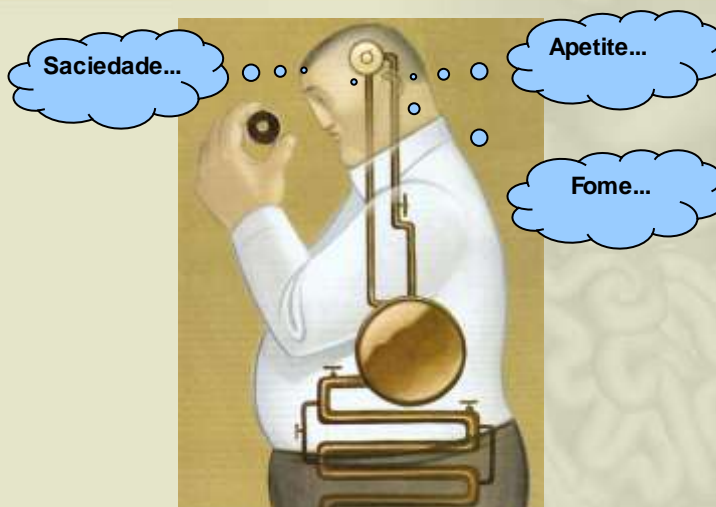
Alimentação

- A finalidade da alimentação é fornecer ao organismo a matéria e a energia para repor as perdas obrigatórias de ambas e, assim, manter a integridade da estrutura corporal, em algumas circunstâncias, criar excedentes que permitam os períodos de crescimento.
- O ser humano se alimenta de forma contínua desde a concepção até o nascimento. A partir desse momento o faz intermitentemente, alternando períodos de ingestão e de jejum, cobrindo os gastos durante este último período mediante o consumo de reservas.

Alimentação

- SINAIS DE FOME E SEDE
 - Redução do limite de reservas
 - modifica-se a mistura metabólica que se consome, surgem sinais endógenos que induzem a reposição das reservas.
- SINAIS DE SACIEDADE
 - Reservas restauradas
 - outros sinais endógenos indicam que chegou o momento de parar de se alimentar.
- Esses fenômenos inatos, instintivos e inconscientes de fome, de sede e de saciedade existem na forma pura, só e exclusivamente, durante a lactação.

- Como é feito o controle da ingestão de alimentos?



Fonte: Scientific American, out/2007.

Alimentação

- a modulação da fome e saciedade

Fatores encefálicos

Receptores adrenérgicos,
dopaminérgicos e serotoninérgicos
Zonas hipotálamicas
Sistema límbico
Globo pálido
Feixe noradrenérgico ascendente

Sistemas periféricos

Sistema gastrintestinal
Fígado
Hormônios gastrintestinais
Hormônios das Ilhotas: insulina,
amilina e glucagon
Somatotrofina
Hormônios sexuais

Efeitos do meio

Disponibilidade de alimentos
Temperatura ambiente

Fatores emocionais

Estresse
Estado de ânimo
Percepções: olfatórias, visuais

Alimentação

- a modulação do apetite

Fatores hedonistas

Visão
Odor
Sabor
Texturas

Preferências e aversões adquiridas

Experiências anteriores

Influências sociais

Religião
Hábitos culturais
Normas de conduta

Apetites específicos

Macronutrientes
Sódio
Cálcio?

Variáveis psicológicas

Estados depressivos
Neurose

Influências metabólicas

Necessidades energéticas
Concentração de neurotransmissores
Hormônios suprarrenais
Hormônios sexuais

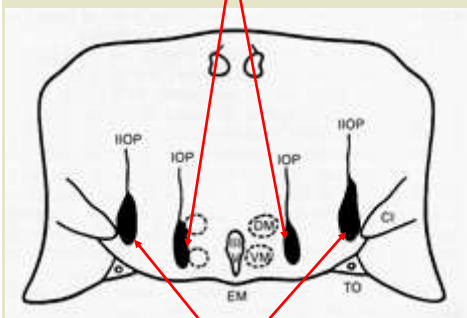
Controle da ingestão de alimentos

- Conceitos fundamentais
 - Nutrição e composição corporal
 - Fome e apetite
- **O controle da ingestão de alimentos**
 - **O papel do tronco cerebral e hipotálamo no controle da ingestão de alimentos**
 - Classificação dos mecanismos de controle da ingestão de alimentos
 - à curto prazo
 - Sinais pré-absortivos
 - Reflexos dos receptores do trato digestório
 - de médio e longo prazo:
 - Sinais pós-absortivos
 - » Reflexos vagais
 - » Concentração de nutrientes no plasma
 - » Grelina e hormônios gastrointestinais
 - » Leptina e insulina

Controle da ingestão de alimentos

- os primeiros achados científicos!

**2- HIPERFAGIA
pós-lesão**



**1- AFAGIA
pós-lesão**

- **1- CENTRO DA FOME (fágico)**
 - REGIÃO HIPOTALÂMICA **LATERAL**
- **2- CENTRO DE SACIEDADE (antifágico)**
 - REGIÃO HIPOTALÂMICA **VENTROMEDIAL**

Controle da ingestão de alimentos

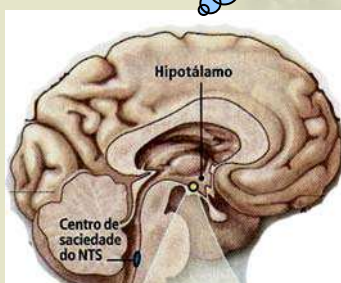
- a pesquisa evoluindo!

- **Leibowitz S. (1976)** – comportamento alimentar depende de 2 mecanismos distintos:
 - COMER, ativação de receptores α -adrenérgicos, por estímulos originados do mesencéfalo
 - ANTIFÁGICO, ativação de receptores dopaminérgicos e β -adrenérgicos e que também recebem sinais procedentes de áreas mesencefálicas.

Controle da ingestão de alimentos

- o que se conhece hoje!

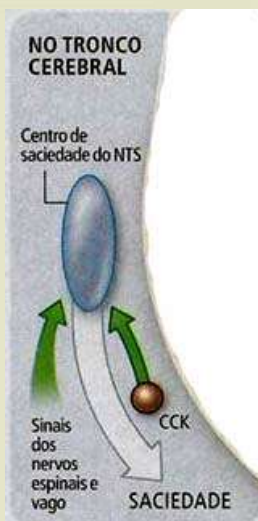
Os sinais se integram no **tronco cerebral e hipotálamo**



Fonte: Scientific American, out/2007.

Controle da ingestão de alimentos

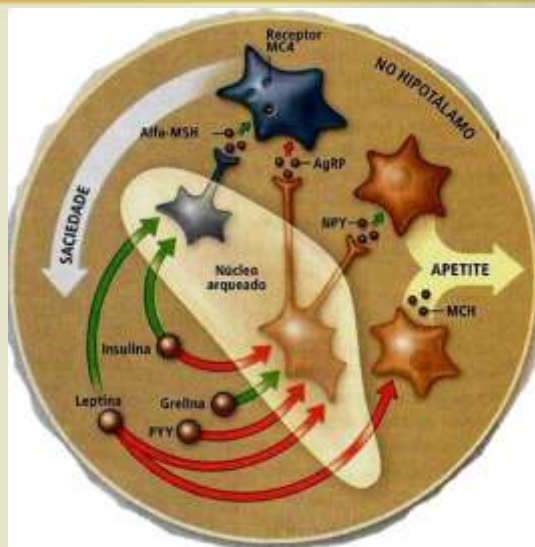
- o tronco cerebral inicia a saciedade!



- **SACIEDADE**
(interrupção da fome por sinalização aferente)
 - Sinais neurais
 - dos nervos espinais e vago
 - Sinais químicos
 - Colescistocinina (CCK)

Fonte: Scientific American, out/2007.

Controle da ingestão de alimentos - o hipotálamo é o centro integrador!



Fonte: Scientific American, out/2007.

Controle da ingestão de alimentos - os principais receptores hipotalâmicos

*Quando ativados
estimulam a ingestão de
alimentos*

*Quando ativados inibem a
ingestão de alimentos*

α -Adrenérgicos

β -Adrenérgicos

Serotoninérgicos (5-HT_{1A})

Serotoninérgicos (5-HT_{1D}/5-HT_{2A}/5-HT_{2C})

Dopaminérgicos (D₂)

Dopaminérgicos (D₂)
(no hipotálamo lateral)
Dopaminérgicos (D₁)
(se houver muita dopamina)

Controle da ingestão de alimentos

- OS neurotransmissores conhecidos

Inibidores da Ingestão (anorexígenos)

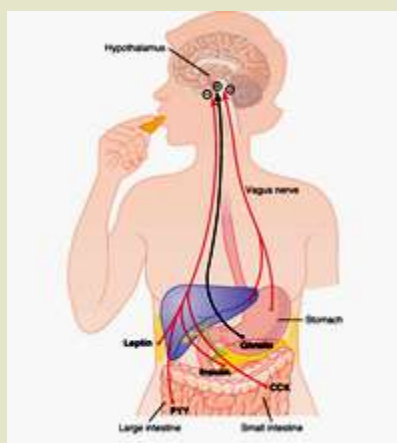
- Hormônio melanócito estimulante (α -MSH)
- Leptina
- Serotonina (5-HT)
- Noradrenalina
- Hormônio estimulante de corticotrofina (CRF)
- Insulina
- Colecistocinina (CCK)
- Peptídeo semelhante ao glucagon (GLP)
- Transcriptos regulados pela cocaína e anfetamina (CART)
- Peptídeo YY (PYY)

Estimulantes da Ingestão (orexígenos)

- Neuropeptídeo Y (NPY)
- Proteína relacionada ao agouti (AGRP)
- Hormônio concentrador da melanina (MCH)
- Orexinas A e B
- Endorfinas
- Galanina
- Aminoácidos: glutamato e GABA
- Cortisol
- Grelina

Controle da ingestão de alimentos

- a sinalização aferente informa sobre:

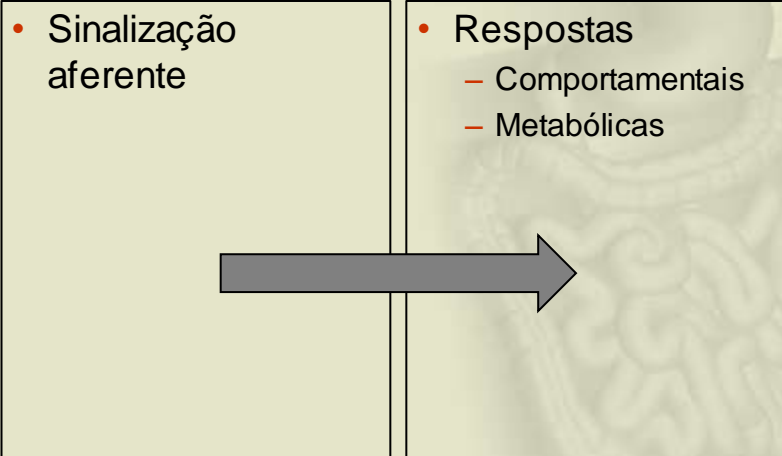


- 1) ENERGIA ARMAZENADA
 - Leptina circulante
 - indica o nível dos depósitos nos adipócitos
- 2) SITUAÇÃO METABÓLICA
 - Glicose circulante
 - Representa a energia imediatamente disponível nas células
 - Indicadores de atividade hepática
 - Indicam que a energia ingerida está sendo processada
- 3) SITUAÇÃO ALIMENTAR
 - Sinais neurais e químicos do tubo digestivo
 - Indicam o grau de enchimento

Fonte: Guyton AC, 11ª. e 2006

Controle da ingestão de alimentos

- a sinalização aferente gera respostas reflexas



Controle da ingestão de alimentos

- as respostas são comportamentais e metabólicas!

- **ALTERAR A INGESTÃO DE ENERGIA**
 - Orientar o momento e o tamanho da refeição com sinais de apetite e saciedade
- **ALTERAR O USO DA ENERGIA**
 - Reduzir ou aumentar a atividade física
 - Reduzir ou aumentar a velocidade de uso de energia pela célula
 - Suprimir ou restaurar o crescimento, a reprodução e a função imune.

Controle da ingestão de alimentos

- Conceitos fundamentais
 - Nutrição e composição corporal
 - Fome e apetite
- O controle da ingestão de alimentos
 - O papel do tronco cerebral e hipotálamo no controle da ingestão de alimentos
 - **Classificação dos mecanismos de controle da ingestão de alimentos**
 - à curto prazo
 - Sinais pré-absortivos
 - Reflexos dos receptores do trato digestório
 - de médio e longo-prazo:
 - Sinais pós-absortivos
 - » Reflexos vagais
 - » Concentração de nutrientes no plasma
 - » Grelina e hormônios gastrointestinais
 - » Leptina e insulina

Controle da ingestão de alimentos

- os mecanismos reflexos à curto prazo!

- SINAIS PRÉ-ABSORTIVOS
 - Preferências ou aversões
 - Doce e amargo
 - Odores suaves e acres
 - Cores
 - Temperatura ambiente:
 - FRIO – estimula a ingestão
 - CALOR – diminui a vontade de comer
 - Exercício físico:
 - REPOUSO – diminui o consumo de alimentos
 - EXERCÍCIO MODERADO – aumenta a ingestão calórica
 - EXERCÍCIO INTENSO – leva a anorexia imediata

Controle da ingestão de alimentos

- os mecanismos reflexos à curto prazo!

- REFLEXOS DE RECEPTORES DO TRATO DIGESTÓRIO
 - Receptores orofaríngeos e do esôfago
 - Receptores gástricos e intestinais

Controle da ingestão de alimentos

- os reflexos de médio e longo prazo!

- Conceitos fundamentais
 - Nutrição e composição corporal
 - Fome e apetite
- O controle da ingestão de alimentos
 - O papel do tronco cerebral e hipotálamo no controle da ingestão de alimentos
 - Classificação dos mecanismos de controle da ingestão de alimentos
 - à curto prazo
 - Sinais pré-absortivos
 - Reflexos dos receptores do trato digestório
 - de médio e longo prazo:
 - Sinais pós-absortivos
 - » Reflexos vagais
 - » Concentração de nutrientes no plasma
 - » Grelina e hormônios gastrointestinais
 - » Leptina e insulina

Controle da ingestão de alimentos

- os mecanismos de médio e longo prazo!

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Inibição da ingestão de alimentos <ul style="list-style-type: none"> – Saciedade | <ul style="list-style-type: none"> • Inibição da fome <ul style="list-style-type: none"> – Anorexia |
|---|---|



Controle da ingestão de alimentos

- os reflexos de médio e longo prazo!

- SINAIS PÓS-ABSORTIVOS
 - Reflexos vagais
 - Gastroduodenais
 - Hepáticos
 - Depois de absorvidos, os nutrientes que entram pela veia porta ao fígado enviam ao encéfalo informações pelo nervo vago. Um exemplo claro é o fato de que o aporte de glicose ou frutose ao fígado e a síntese de glicogênio influenciam a ingestão alimentar.
 - Concentração de nutrientes no plasma
 - permite monitorar o meio interno.
 - glicose e os aminoácidos têm receptores específicos, que podem alterar o nível de atividade neuronal
 - Glicose – altera o aporte energético neuronal;
 - Aminoácidos – facilitam a formação de neurotransmissores.

Controle da ingestão de alimentos

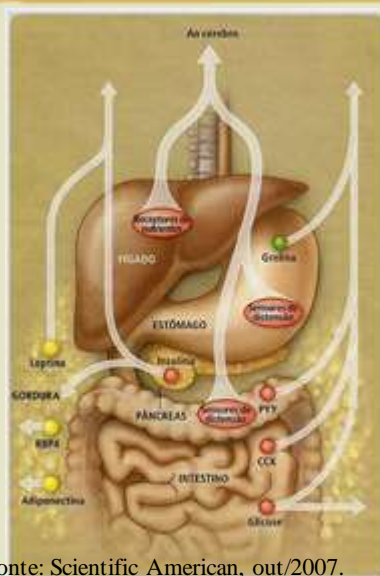
- os reflexos de médio e longo prazo!

- **REFLEXOS PROVENIENTES DO FÍGADO**

- Os glicorreceptores dos hepatócitos respondem ao aumento de alguns metabólitos da glicose, como piruvato e lactato.
- Esses metabólitos têm efeito hiperpolarizante das membranas, e surge fome quando esses aumentos indicam uma diminuição do glicogênio hepático.
- Também a infusão intraportal de frutose, que não atravessa a membrana hematoencefálica, mas se transforma rapidamente em glicogênio no fígado, produz rápida interrupção da ingestão de alimentos, sem aumento significativo da glicemia.

Controle da ingestão de alimentos

- os reflexos de médio e longo prazo!

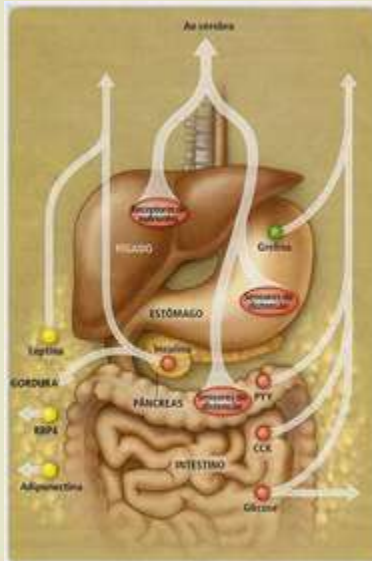


Fonte: Scientific American, out/2007.

CHEIO DE COMIDA

- A distensão estomacal e intestinal é transmitida ao cérebro via nervos espinais e vago
- Receptores de nutrientes no fígado também enviam sinais neurais que indicam que o alimento ingerido está sendo degradado
- Níveis circulantes de insulina, secretada do pâncreas, e glicose, derivada do alimento ingerido, refletem a situação alimentar e a energia imediatamente disponível
- Colecistocinina (CCK) e PYY são peptídeos fabricados pelos intestinos e secretados na corrente sanguínea após a refeição

Controle da ingestão de alimentos - os reflexos de médio e longo prazo!



● ESTÔMAGO VAZIO

- A grelina é produzida por glândulas do estômago 20 a 30 minutos antes da refeição. Não se conhece o gatilho para sua liberação, mas ela pode enviar para o cérebro um sinal de prontidão do estômago

Fonte: Scientific American, out/2007.

Controle da ingestão de alimentos *mecanismos de médio e longo prazo* - a descoberta da leptina!



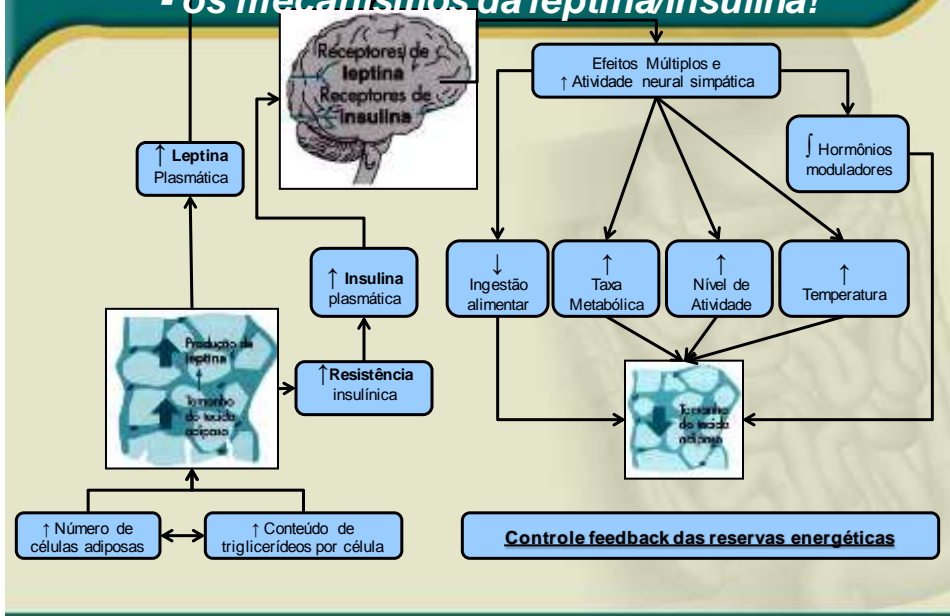
Controle da ingestão de alimentos

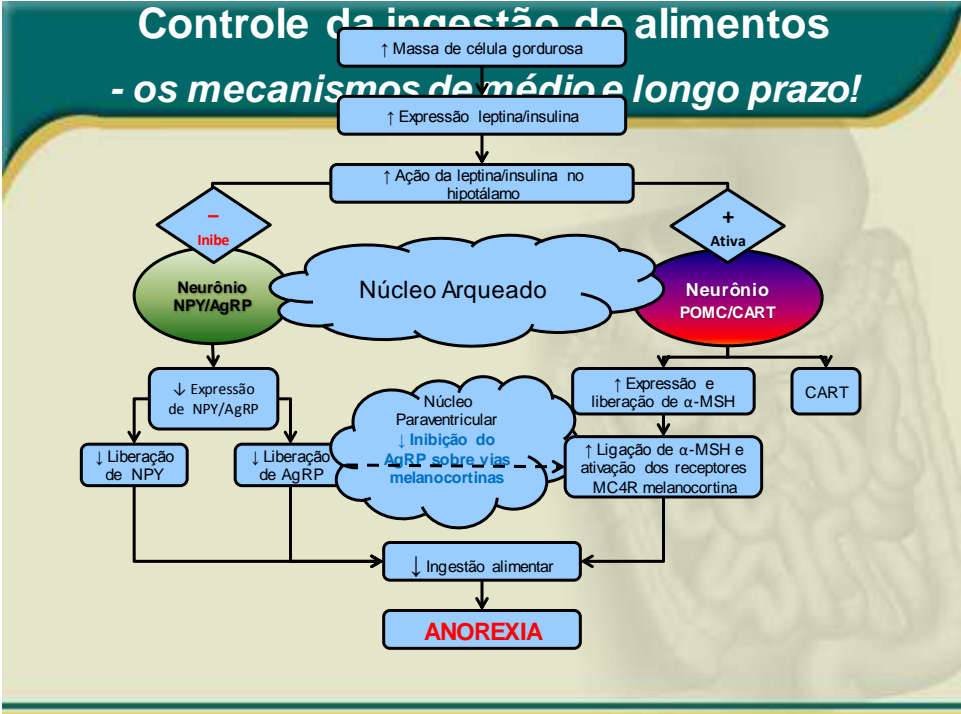
- as propriedades fisiológicas da leptina

- As reservas de gordura influenciam no controle alimentar (Kennedy, 1950), embora não se conhecendo o mecanismo.
- LEPTINA (146 aa) E INSULINA
 - A leptina é secretada pelo tecido adiposo, que tem relação direta com o volume desse e que cumpre os critérios:
 - Seus níveis são proporcionais à quantidade dos triglicerídeos de reserva;
 - circula na corrente sanguínea;
 - atua no encéfalo (receptor OB-Rb do hipotálamo);
 - reduz a ingestão de alimentos;
 - aumenta a taxa metabólica e o consumo de oxigênio.

Controle da ingestão de alimentos

- os mecanismos da leptina/insulina!





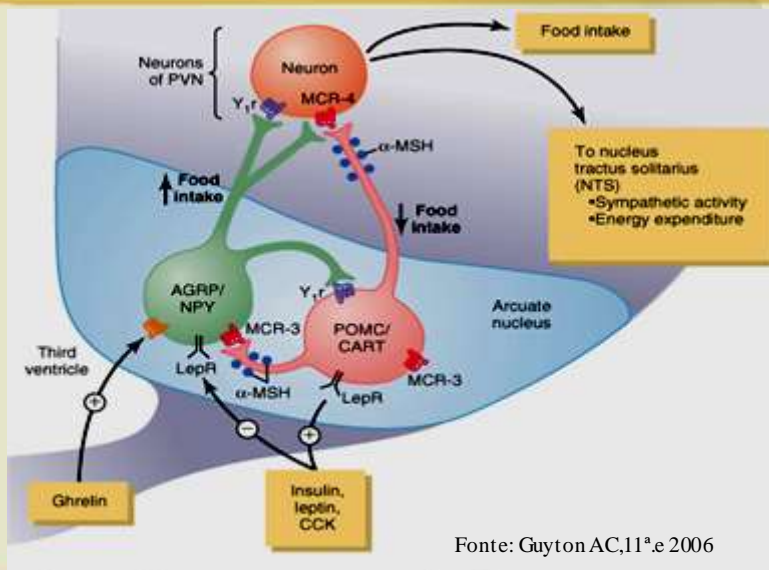
Controle da ingestão de alimentos - os outros mecanismos de longo prazo!

ENERGIA ARMAZENADA

- A leptina é produzida pelo tecido adiposo em quantidades proporcionais à gordura nele contido
- A proteína 4 transportadora de retinol (RBP4) também aumenta com os níveis de gordura e reduz a resposta de outros tecidos à insulina
- A adiponectina acentua as respostas celulares à glicose e à insulina, mas os níveis de adiponectina caem na obesidade

Fonte: Scientific American, out/2007.

Controle da ingestão de alimentos - uma sinopse de um grande livro!



- Em resumo, os mecanismos de controle da ingestão de alimentos são:

- De curto prazo, que controlam o enchimento do tubo digestivo
 - Reflexos dos receptores orais
 - Reflexo vagal de enchimento gastroduodenal e
 - Sinalização dos hepatócitos via vagal
 - Fatores hormonais gastrointestinais
 - Inibidores da fome
 - CCK
 - PYY
 - GLP
 - Estimulador da fome
 - Grelina
- De médio e longo prazo, que garantem a manutenção dos estoques energéticos do corpo
 - Concentrações de glicose, aminoácidos e lipídeos
 - Mecanismo feedback do tecido adiposo (leptina/insulina)