

Universidade de São Paulo

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto

TERMORREGULAÇÃO

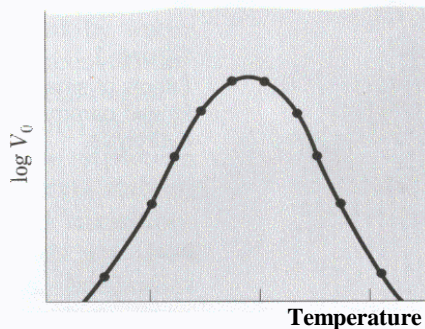
Prof. Dr. Luiz Carlos C. Navegantes

Ribeirão Preto

2016

Termorregulação: importância

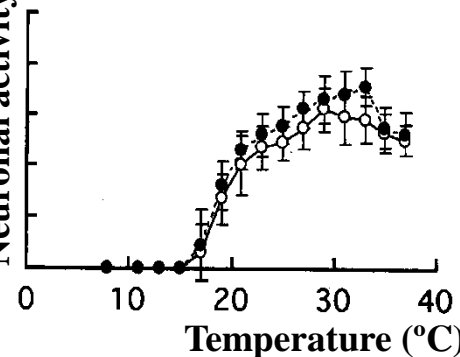
Cir
(interv



Atividade enzimática
Leninger, 2000

Cuerpo calloso

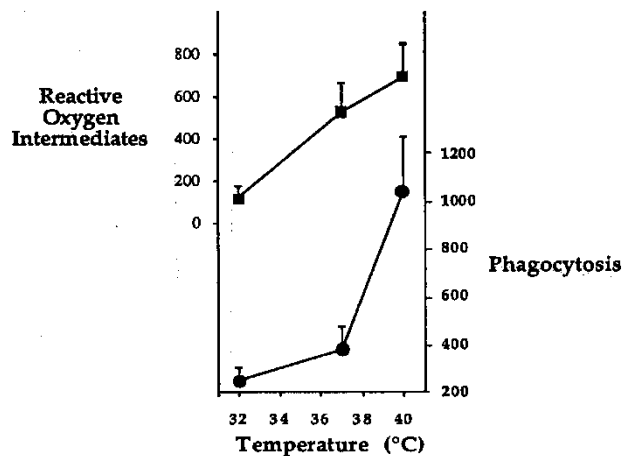
Neuronal activity



Ativ. Neuronal
Aihara et al. 2001

Hipocampo
(interviene en el
almacenamiento
de la memoria)

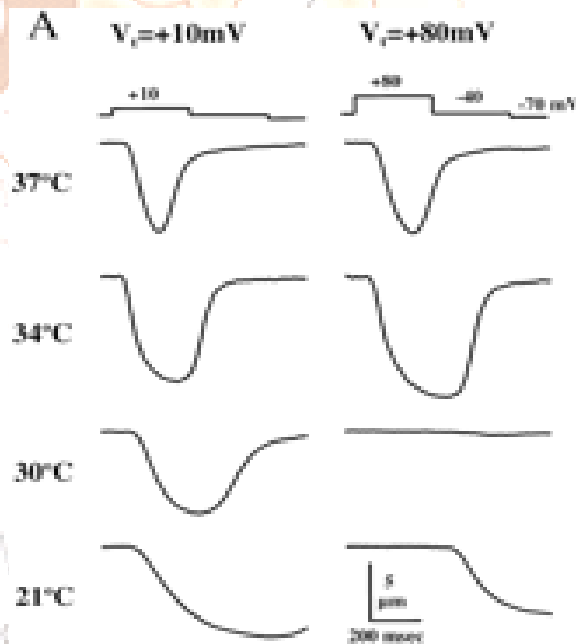
Lóbulo
fr



Função Imunológica
Wenisch et al. 1996

**Contratilidade
(cardiomiócitos)**

Wasserstrom & Vites, 1999



A termorregulação dos seres homeotérmicos visa:

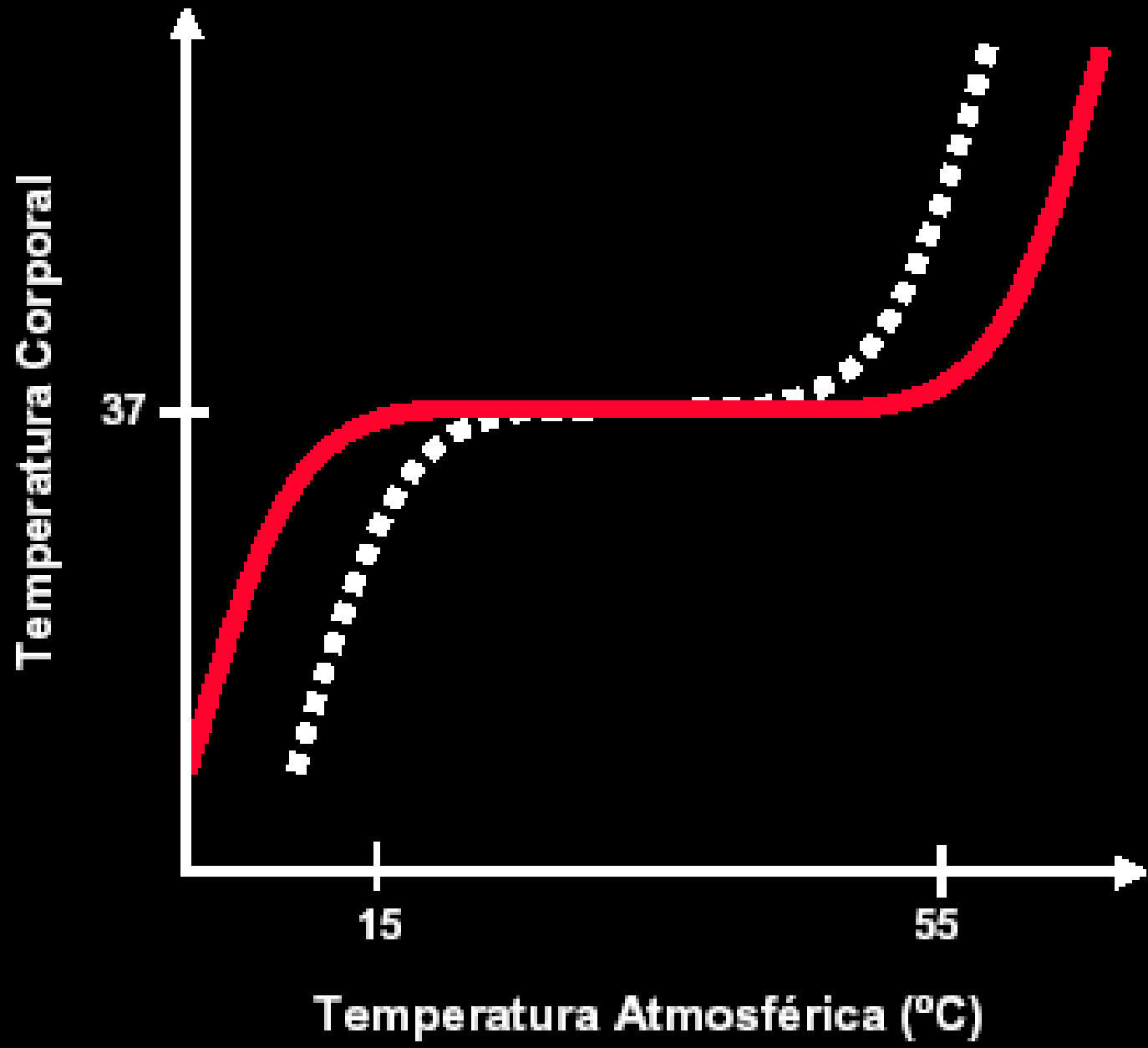
1-Manter as reações químicas funcionantes

2-Evitar danos patológicos resultantes dos desvios de temperatura



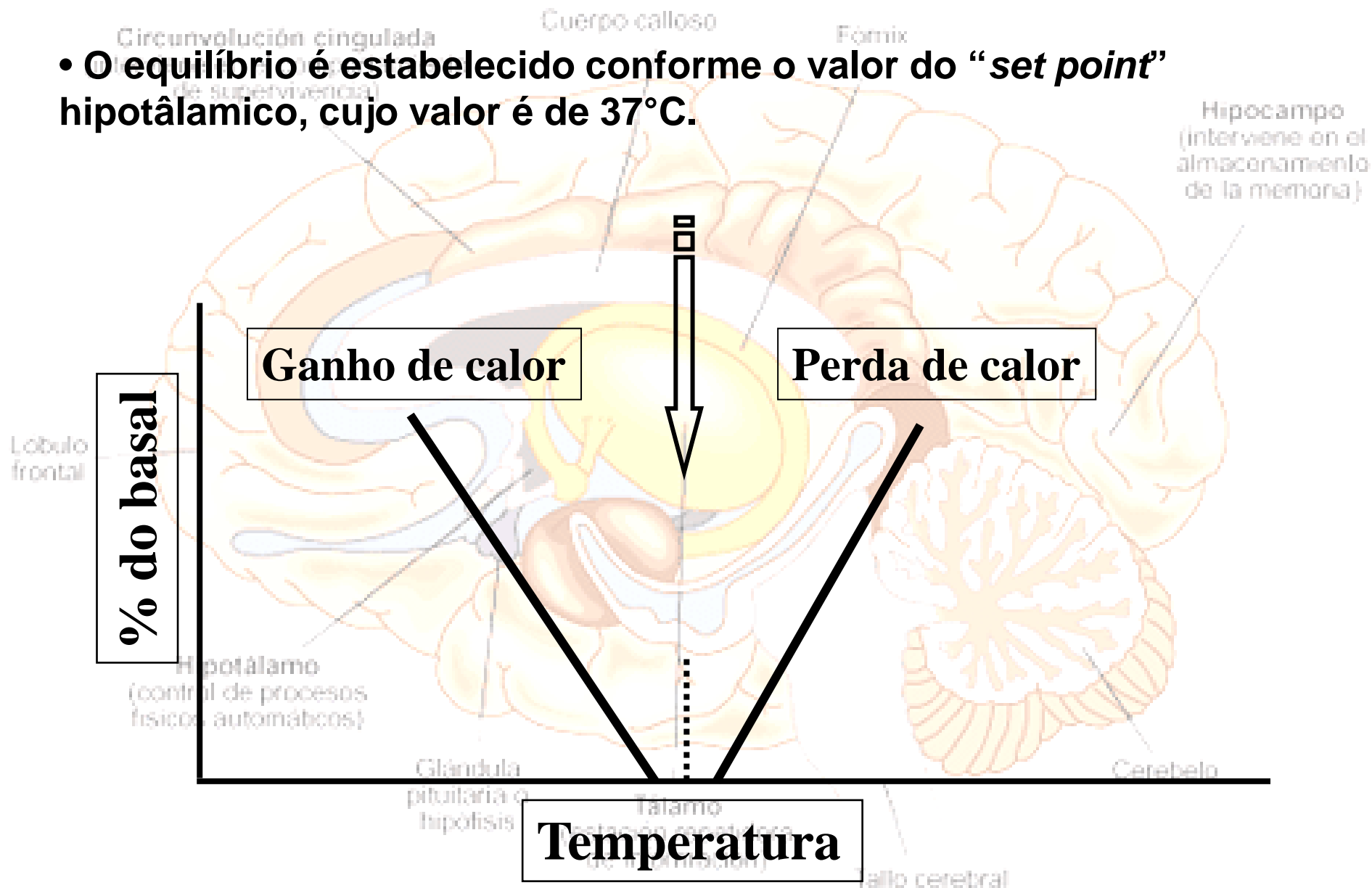
Variação da Temperatura Central em humanos

36,1⁰C a 37,2⁰C



Termorregulação

- O equilíbrio é estabelecido conforme o valor do “*set point*” hipotâmico, cujo valor é de 37°C.

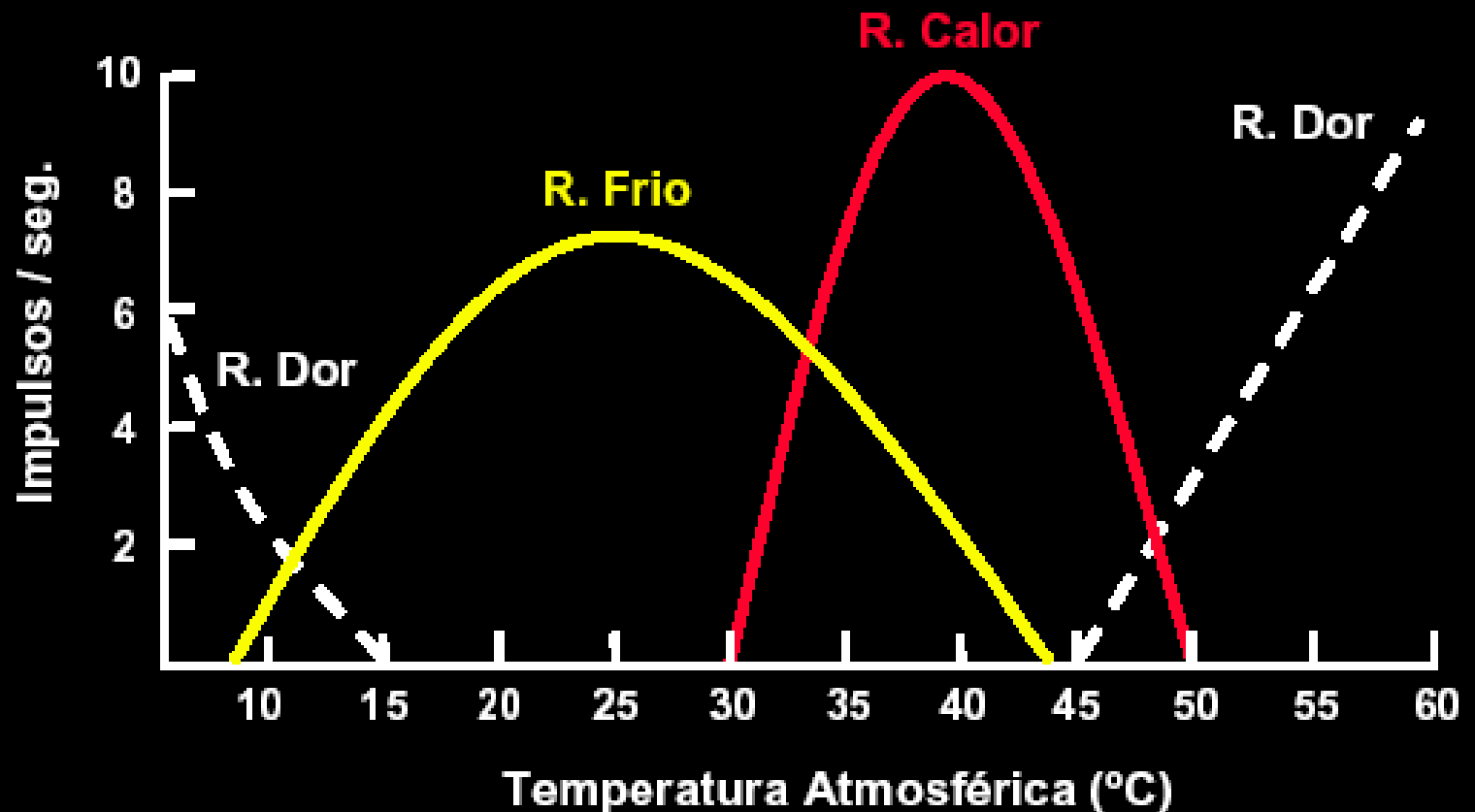


Componentes do sistema homeotérmico

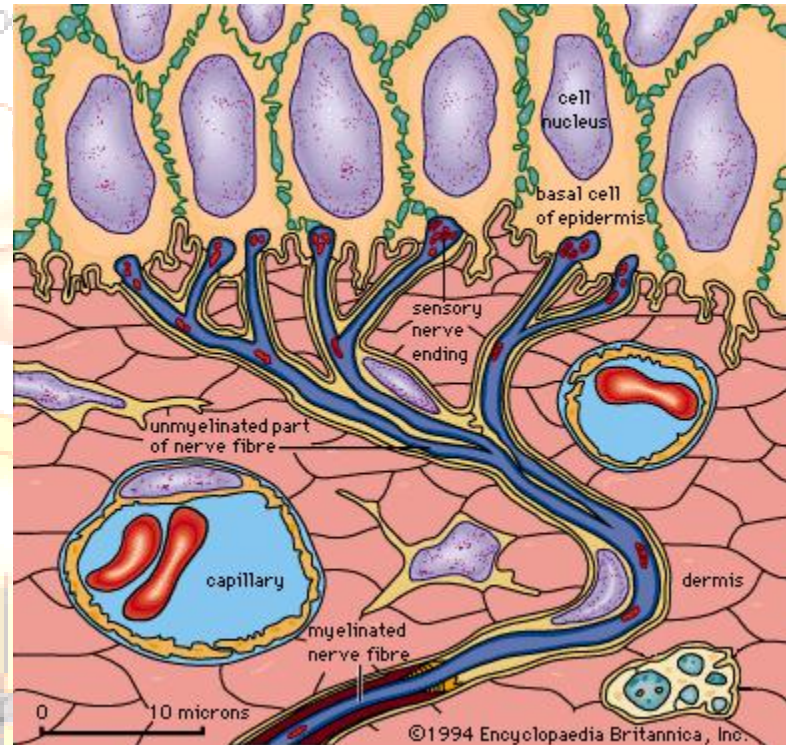
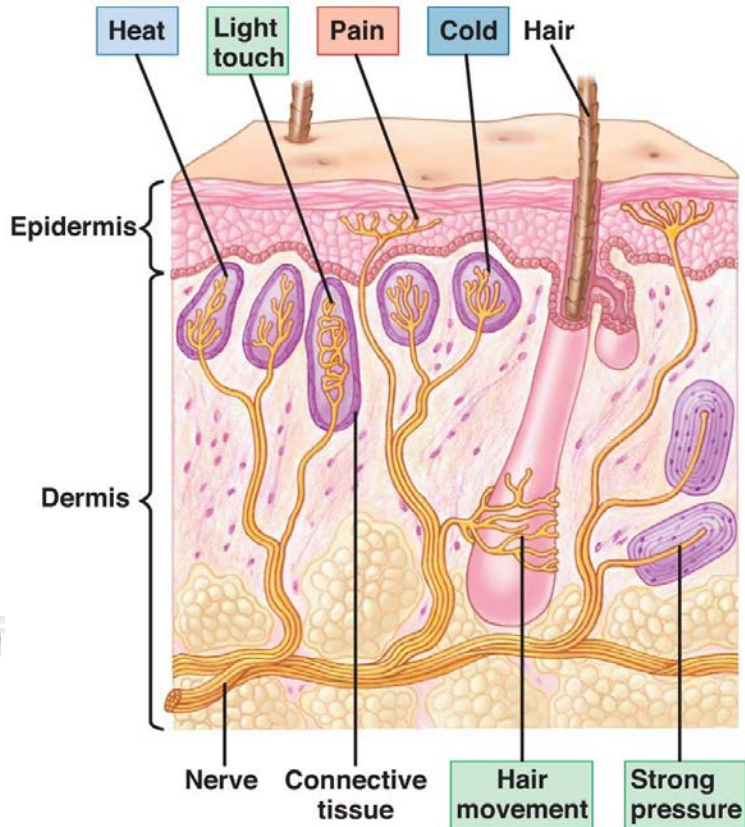
- **Sensores térmicos**
 - **Vias aferentes**
- **Sistemas integradores (SNC)**
 - **Vias eferentes**
- **Órgãos alvos (músculo esquelético, tecido adiposo marrom, pele e glândulas sudoríparas)**

Aferências

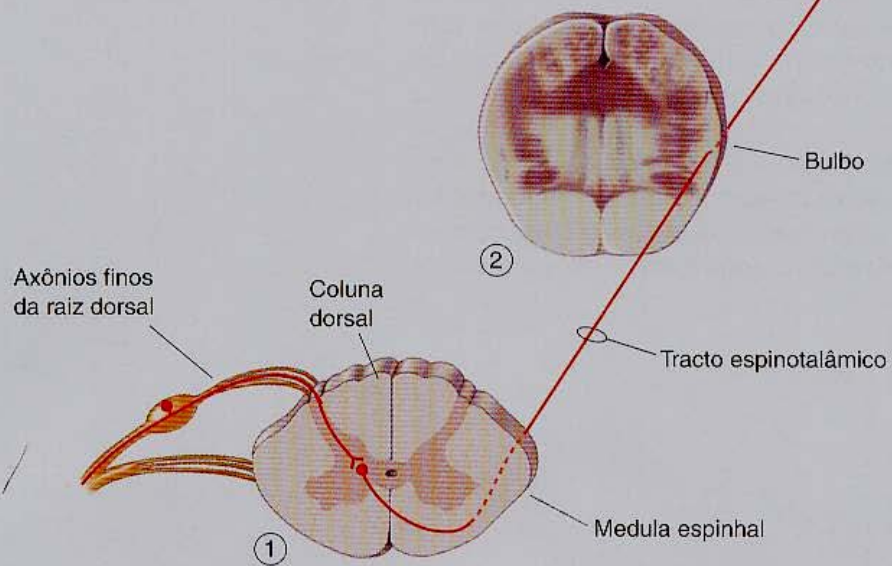
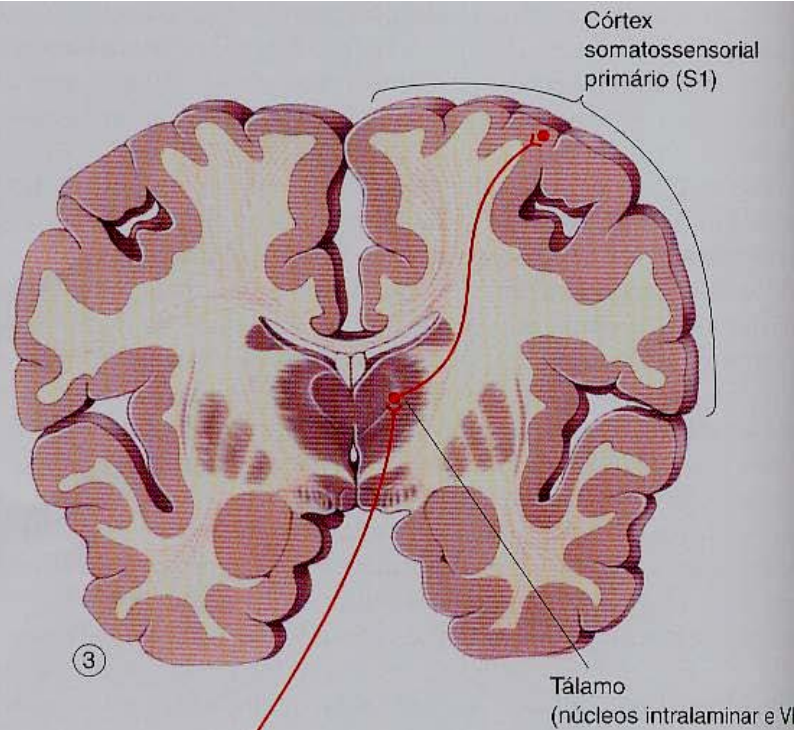
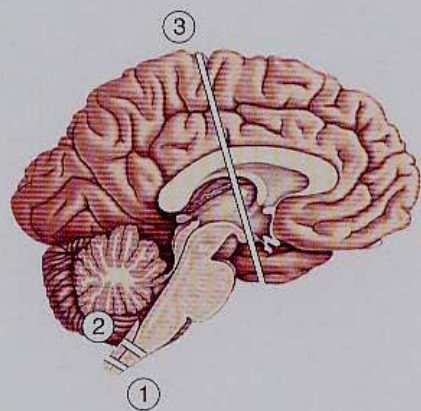
Receptores Térmicos Cutâneos



Sensores: termorreceptores periféricos



- São terminações nervosas livres;
- Com fibras amielínicas do tipo C ou mielínicas do tipo A δ , de baixa velocidade de condução;
- lenta adaptação
- 2 tipos: sensíveis ao frio (maioria) e ao calor



Termorregulação

TEMPERATURA CENTRAL x TEMPERATURA CUTÂNEA

Circus (interviene en el comportamiento de supervivencia)

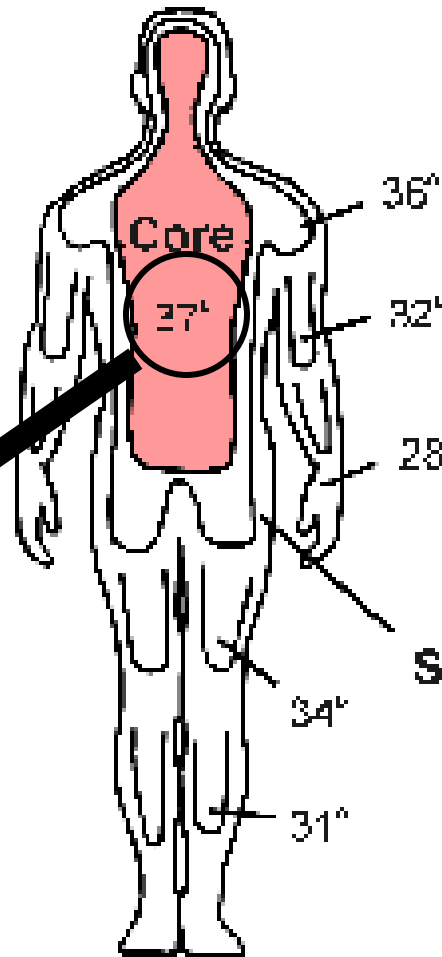
Cuerpo calloso

Hipocampo (interviene en el almacenamiento de la memoria)

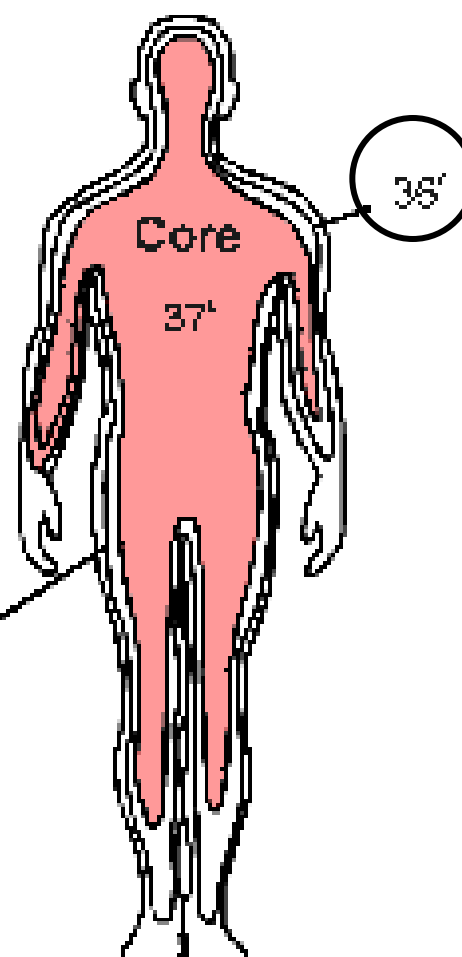
Lobulo frontal

Temperatura central

Hipotálamo (control de procesos automáticos)



Cold



Warm

Temperatura cutânea

Temperatura externa

Cerebelo

Variações fisiológicas da temperatura

1-Alimentação

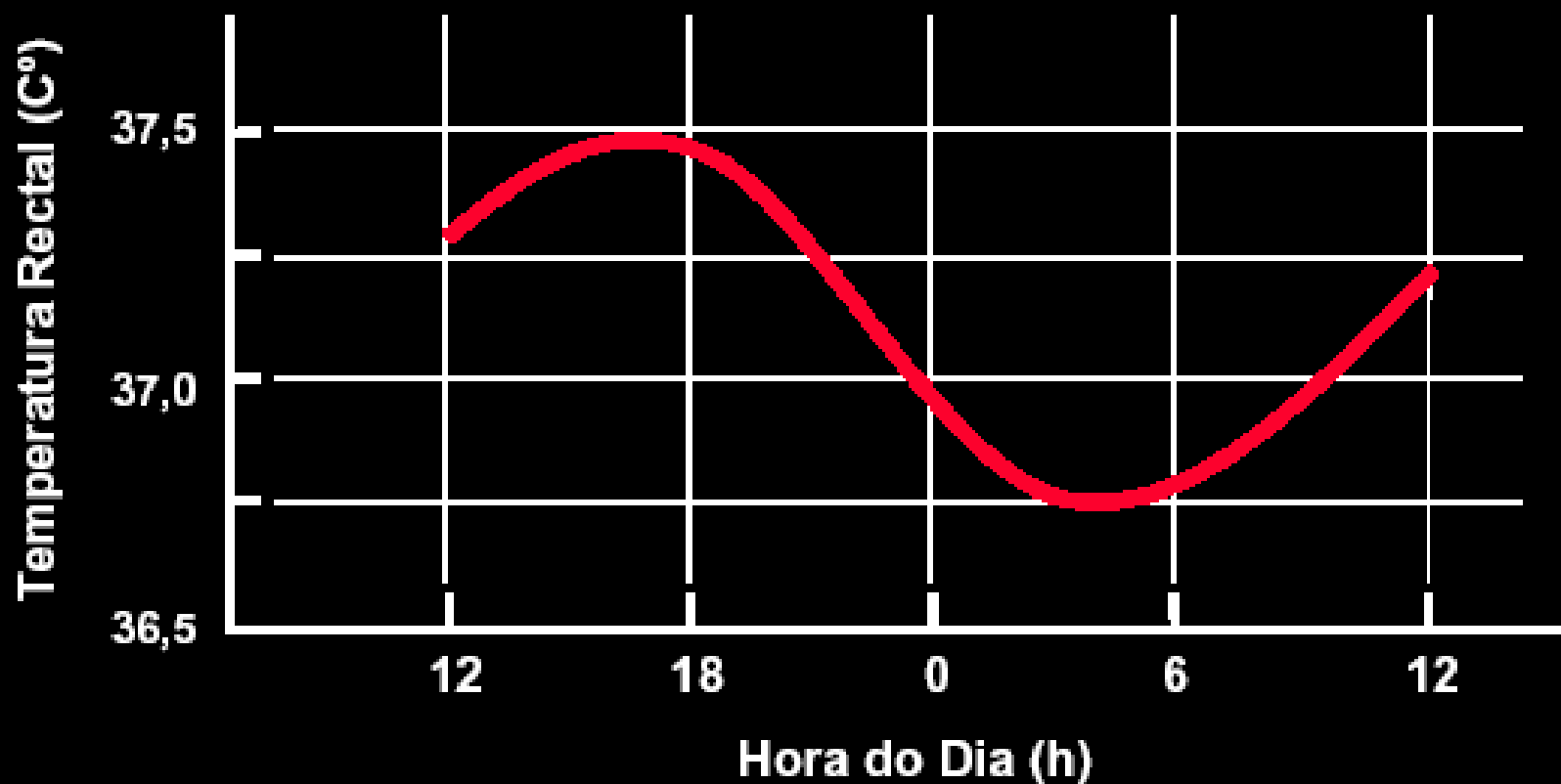
2-Ritmo Circadiano

3-Fase Pós-ovulatória

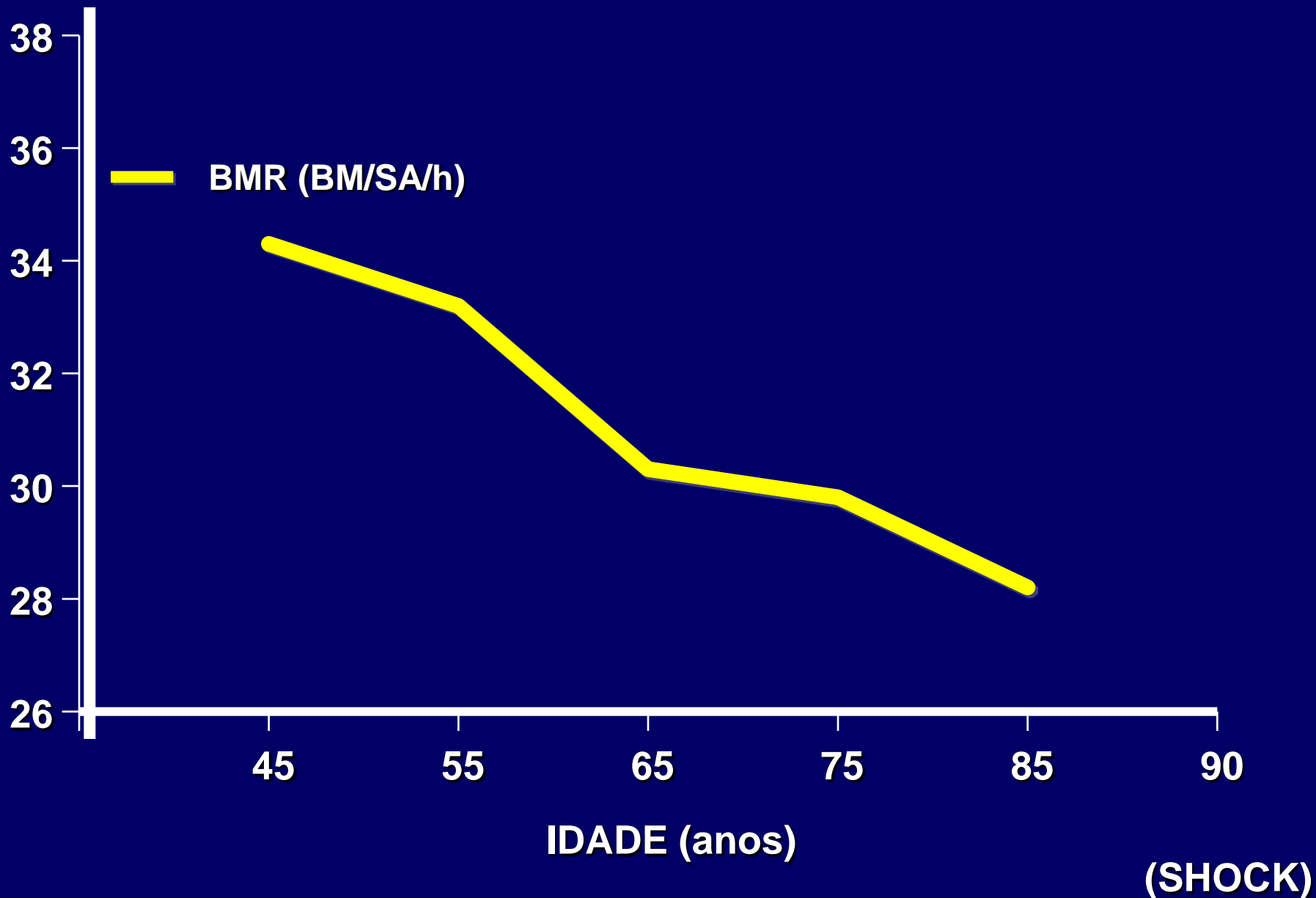
4-Atividade física

5-Idade

Variação Circadiana



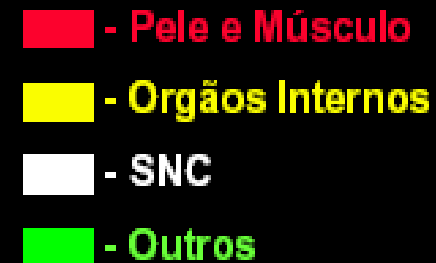
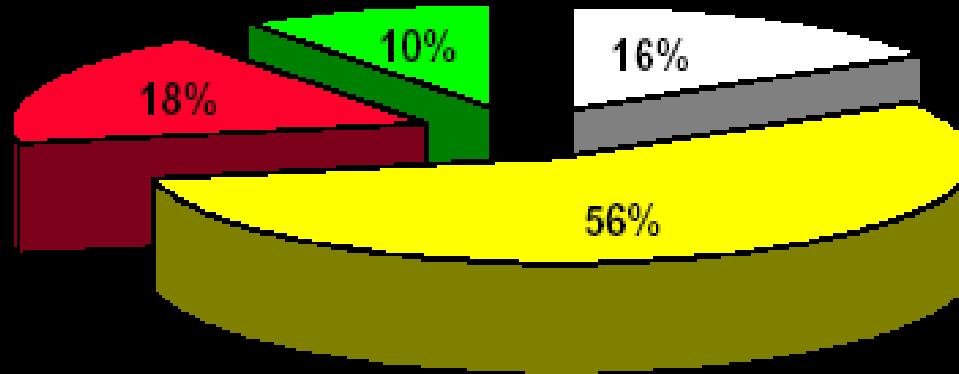
MODIFICAÇÃO DA TAXA DE METABOLISMO BASAL



Para a temperatura interna permanecer constante, a produção de calor deve ser igual à perda de calor pelo corpo

TERMOGÊNESE OBRIGATÓRIA

Em Repouso



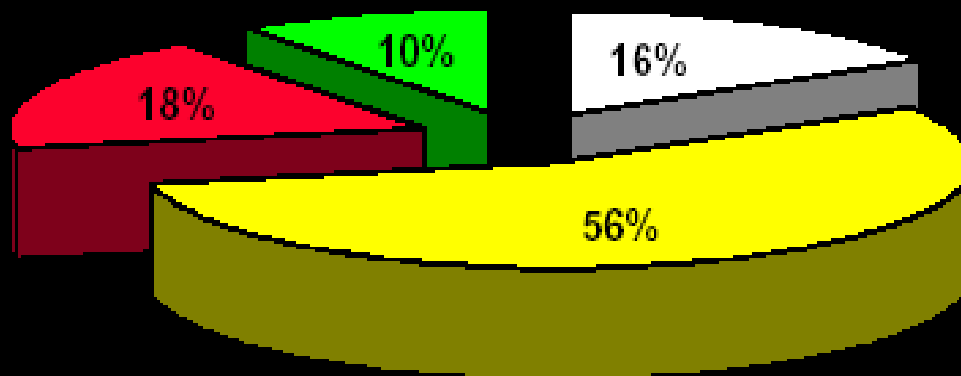
MECANISMOS QUE CONTRIBUEM PARA A
TERMOGÊNESE:

-**CONSUMO DE ATP** (Ex: Na^+/k^+ -ATPase)

-**DESACOPLAMENTO MITOCONDRIAL**
(UCP1 e UCP3)

TERMOGÊNESE OBRIGATÓRIA

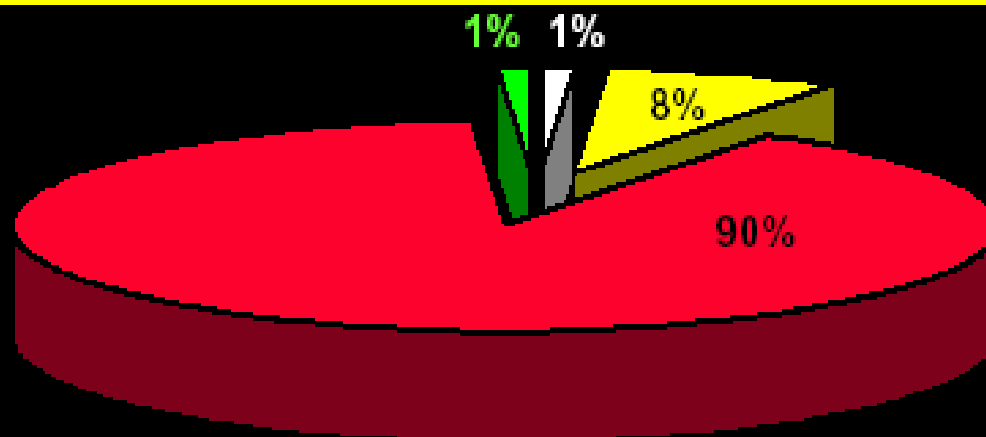
Em Repouso



- - Pele e Músculo
- - Orgãos Internos
- - SNC
- - Outros

TERMOGÊNESE DO TREMOR

No Frio



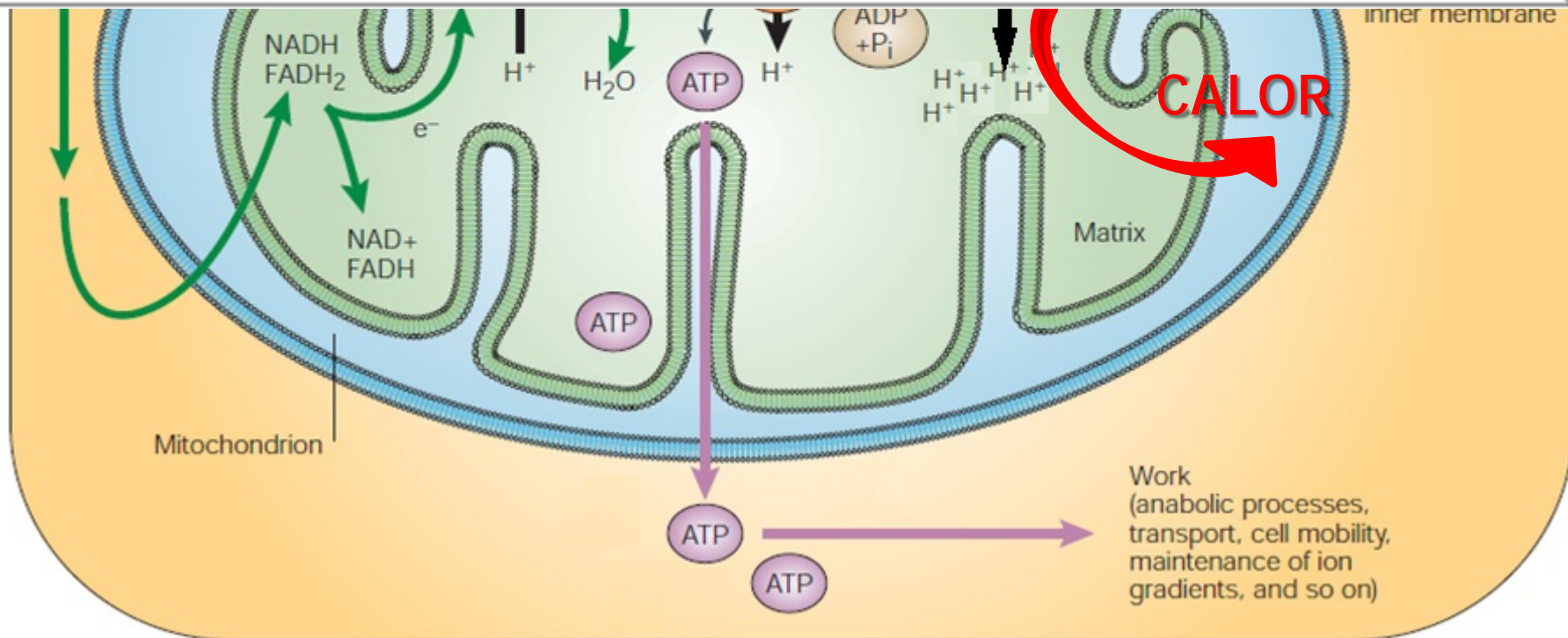
Efeito térmico dos alimentos

(Termogênese induzida pela dieta)

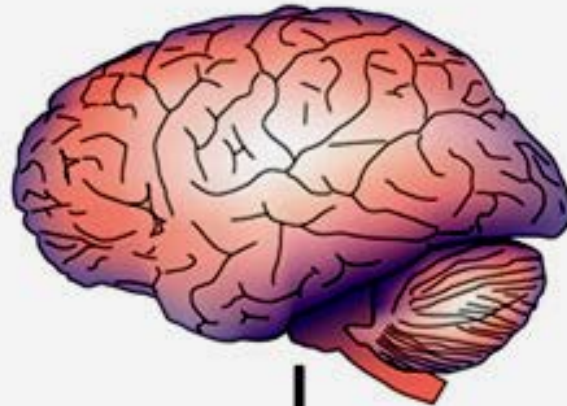
- É a quantidade de energia gasta acima da taxa metabólica basal necessária para o processamento adequado do alimento (digestão, absorção e armazenamento).

UCP

Termogênese independente de tremor



Environmental factors: cold, diet



Sympathetic nervous system

β_3

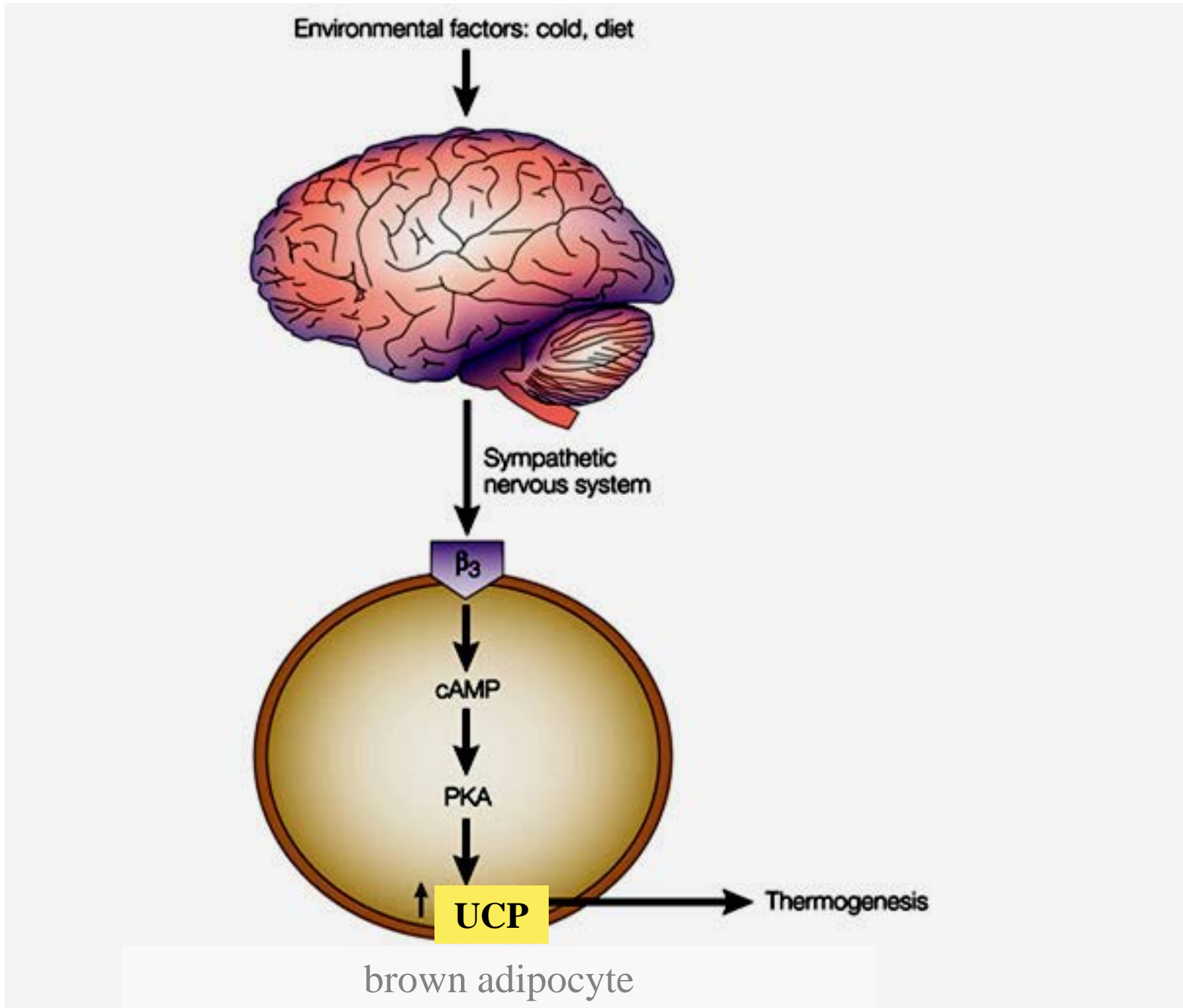
cAMP

PKA

UCP

Thermogenesis

brown adipocyte

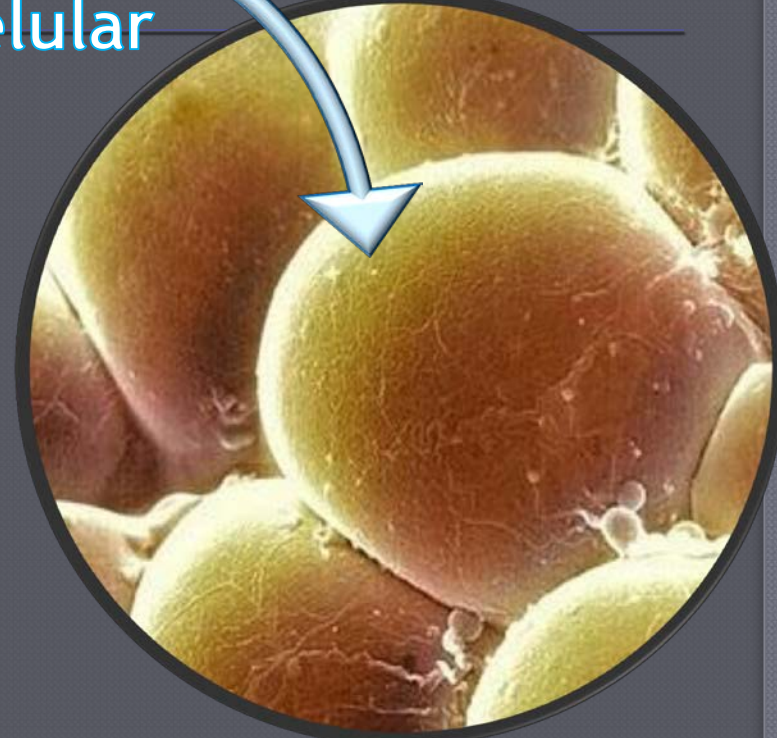
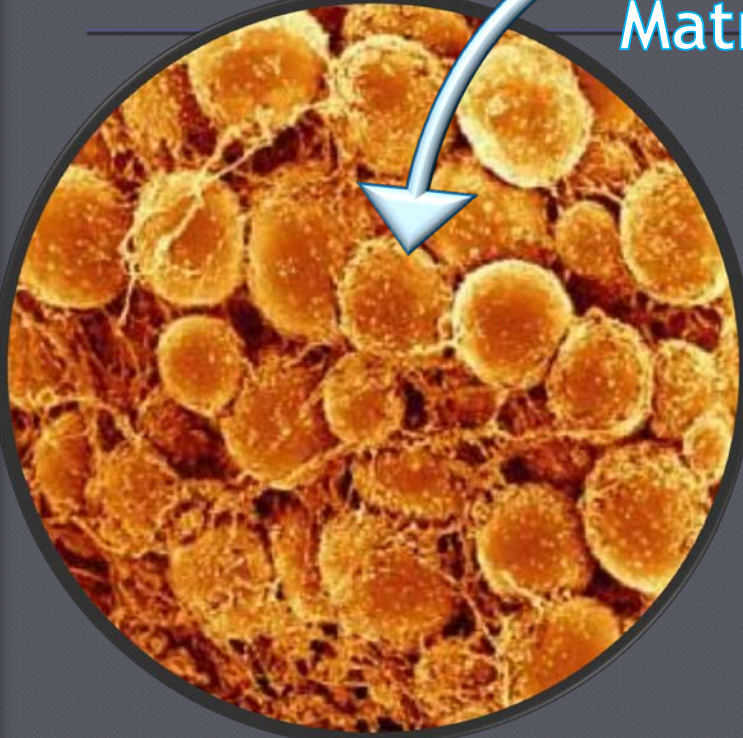


TAM

Adipócitos

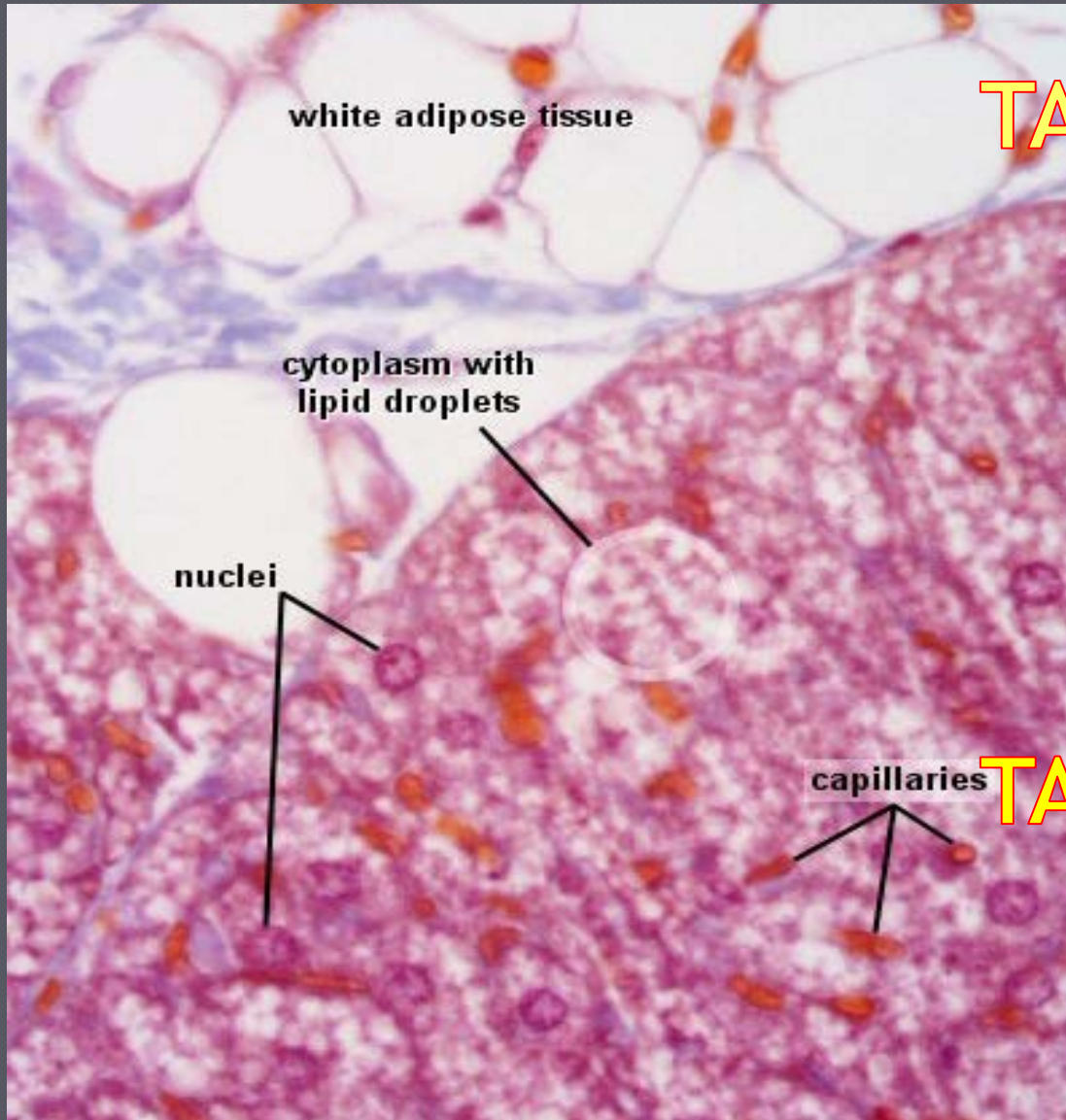
TAB

Matriz extracelular



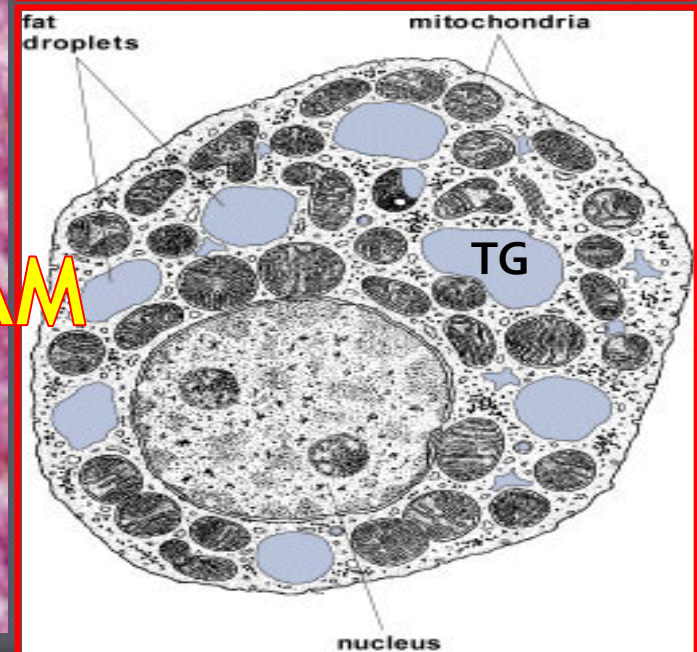
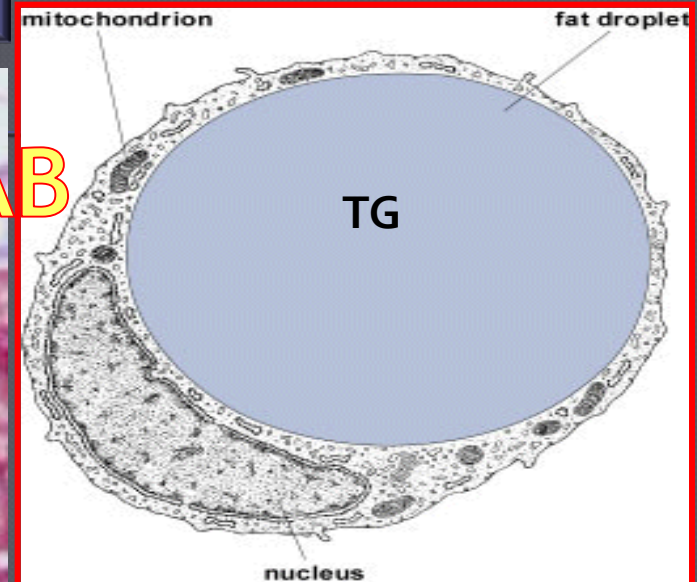
Morfologia: tamanho das células, vascularização e inervação simpática

Estrutura



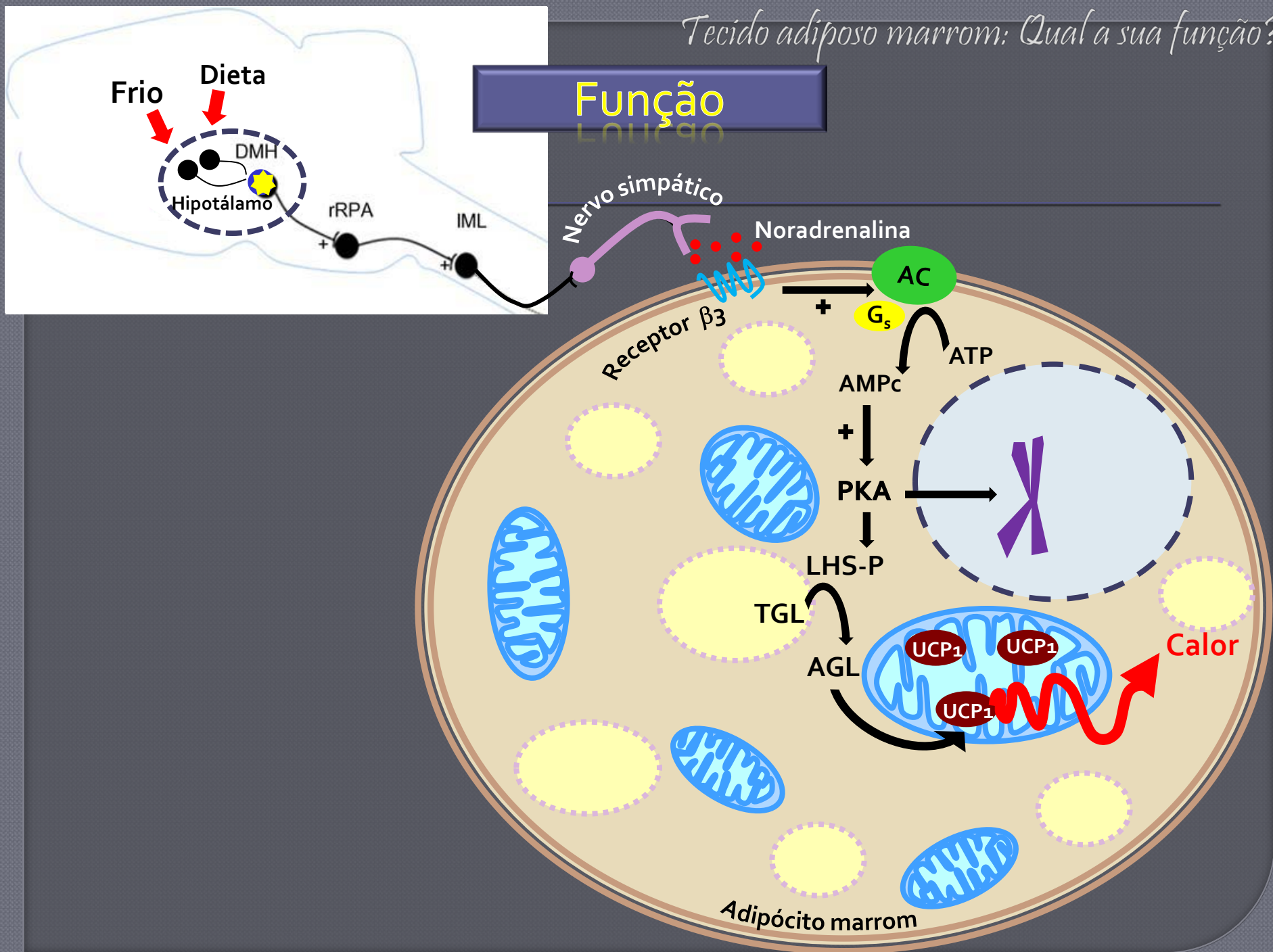
TAB

TAM



Tecido adiposo marrom: Qual a sua função?

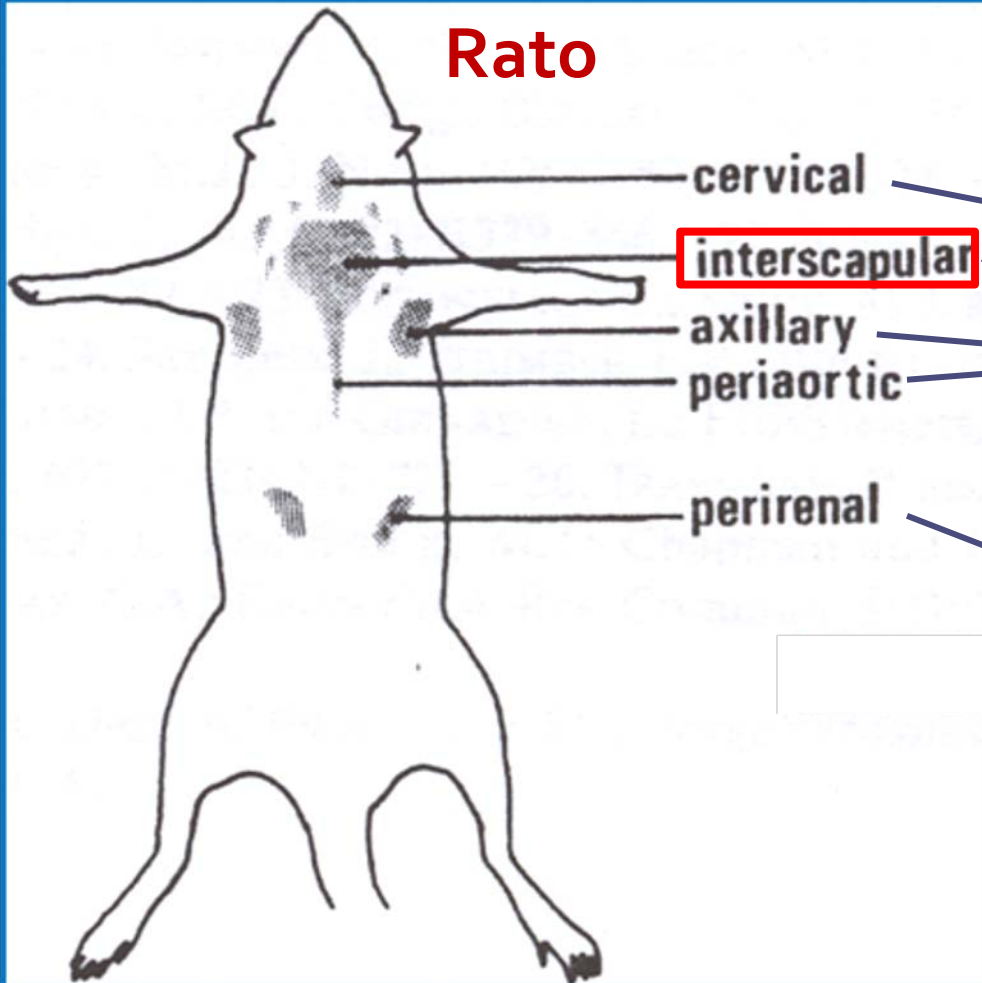
Função



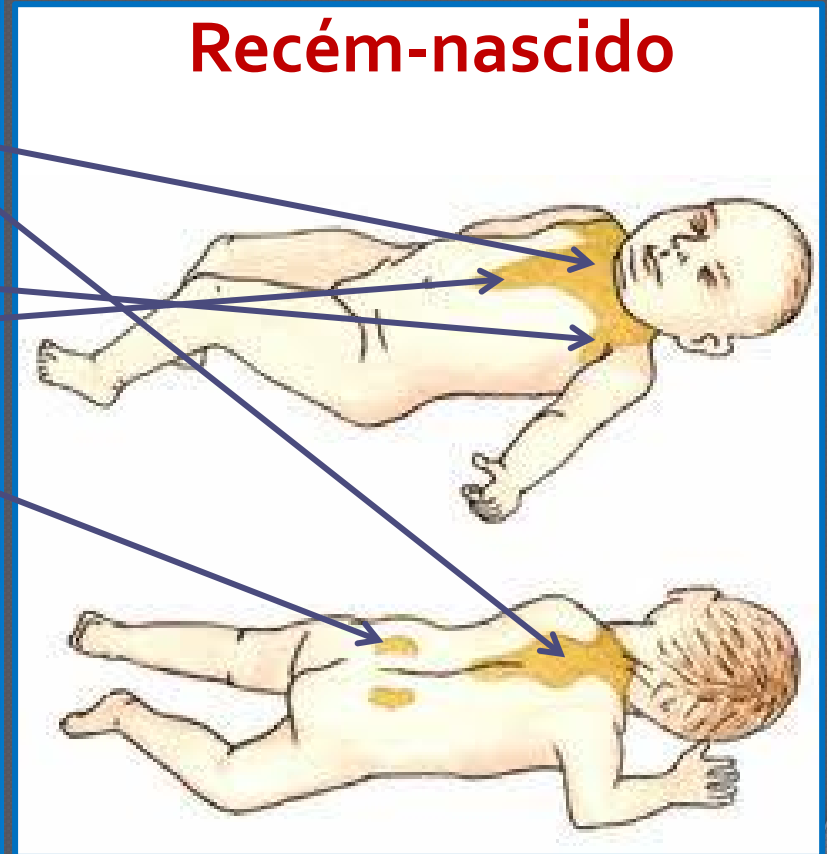
Localização

Próximo do coração, dos grandes vasos e dos rins.

Rato



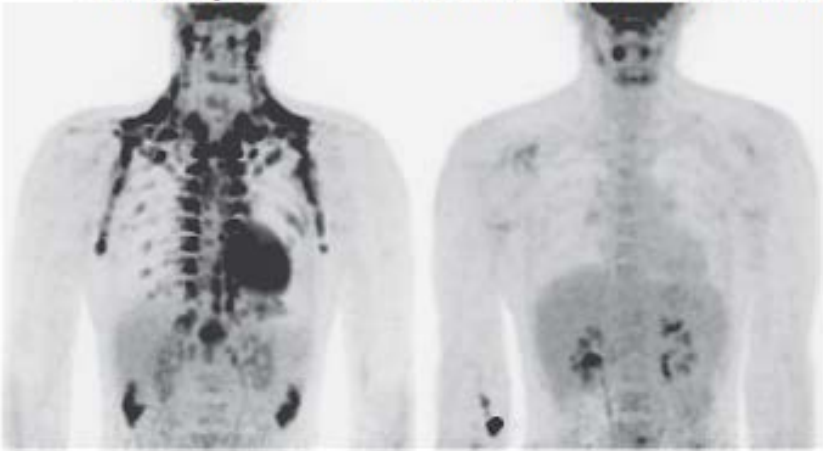
Recém-nascido



Função

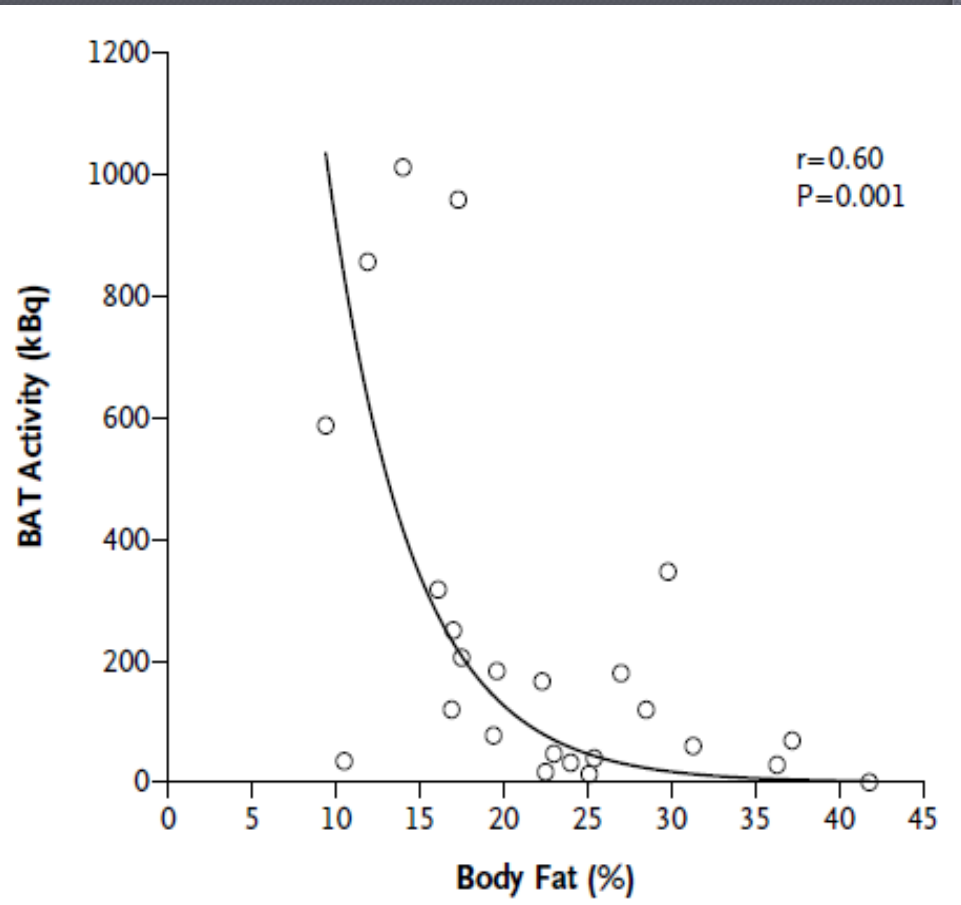
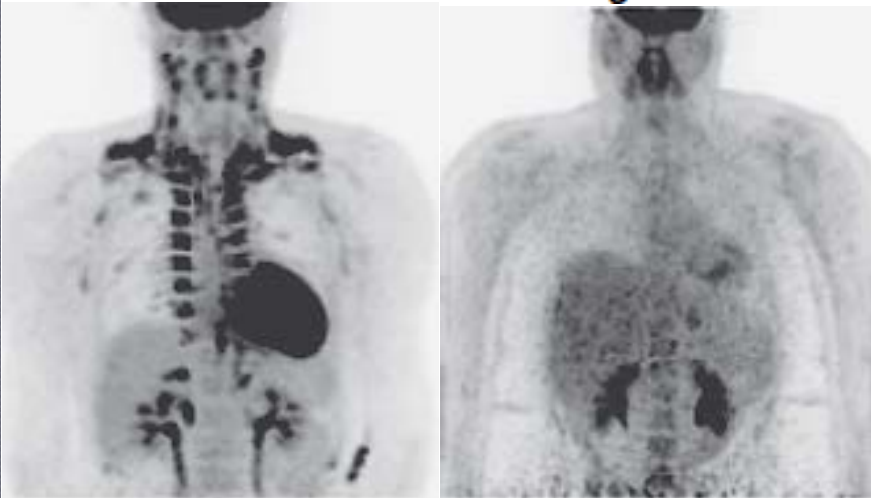
Cold Exposure

Thermoneutral Conditions



Lean

Overweight or Obese

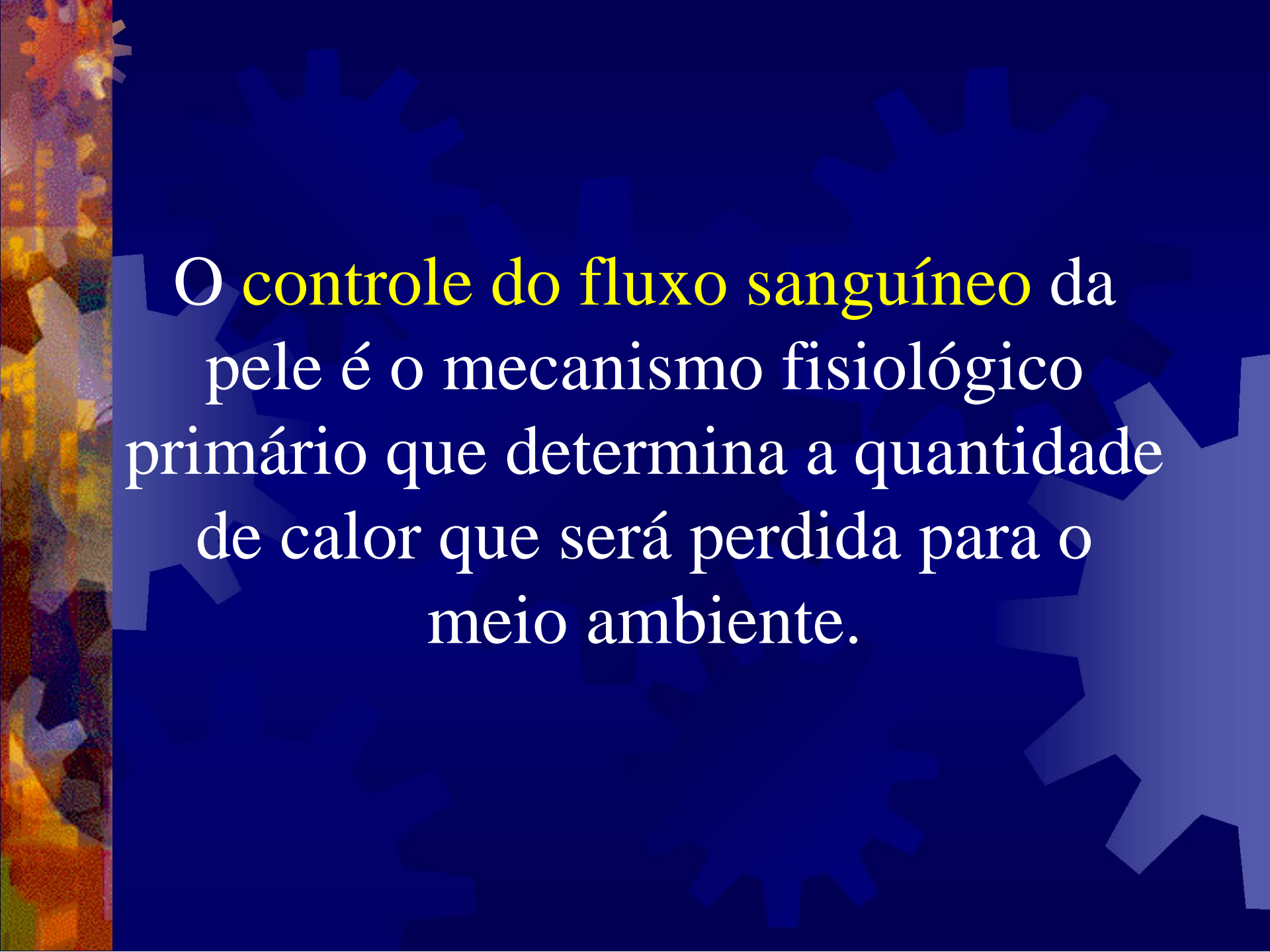


TERMOGÊNESE

Energia calorífica gerada ao nível dos tecidos vivos

Depende:

- ✓ Taxa de metabolismo basal
- ✓ Taxa de metabolismo decorrente da atividade muscular
- ✓ Taxa de metabolismo secundário ao efeito da Tiroxina
- ✓ Taxa de metabolismo causada pela estimulação simpática
- ✓ Aumento do metabolismo celular com a subida da temperatura corporal



O controle do fluxo sanguíneo da pele é o mecanismo fisiológico primário que determina a quantidade de calor que será perdida para o meio ambiente.

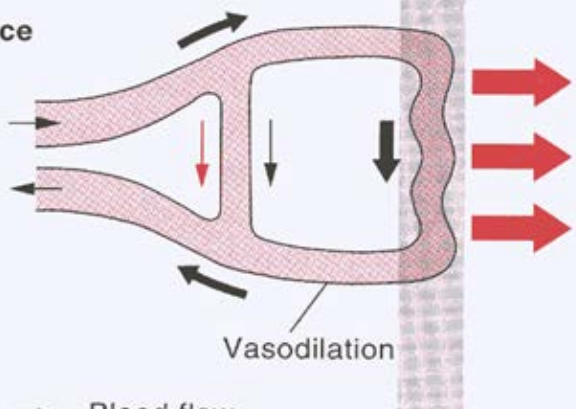
Mecanismos de Perda de calor

Fluxo Sangüíneo Cutâneo

(interviene en el comportamiento de supervivencia)

Vasodilatação

High conductance



→ Blood flow
→ Heat transfer

Cuerpo calloso

Fórnix

Hipocampo
(interviene en el almacenamiento de información)



Lobulo frontal

Hipotálamo
(control de procesos fisiológicos automáticos)

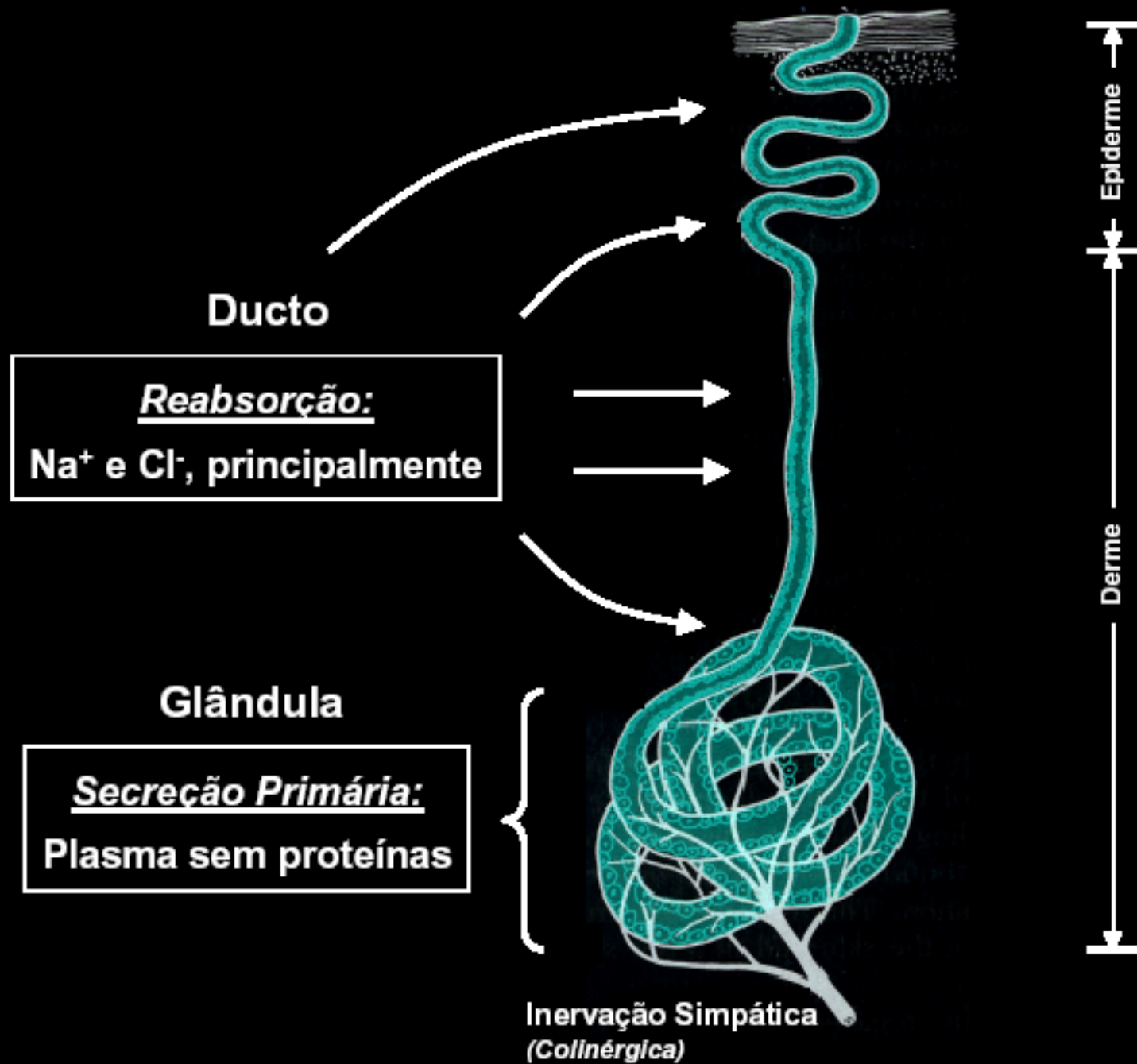
Estructura pituitaria o hipófisis

Tálamo
(estación repetidora de información)

Tallo cerebral

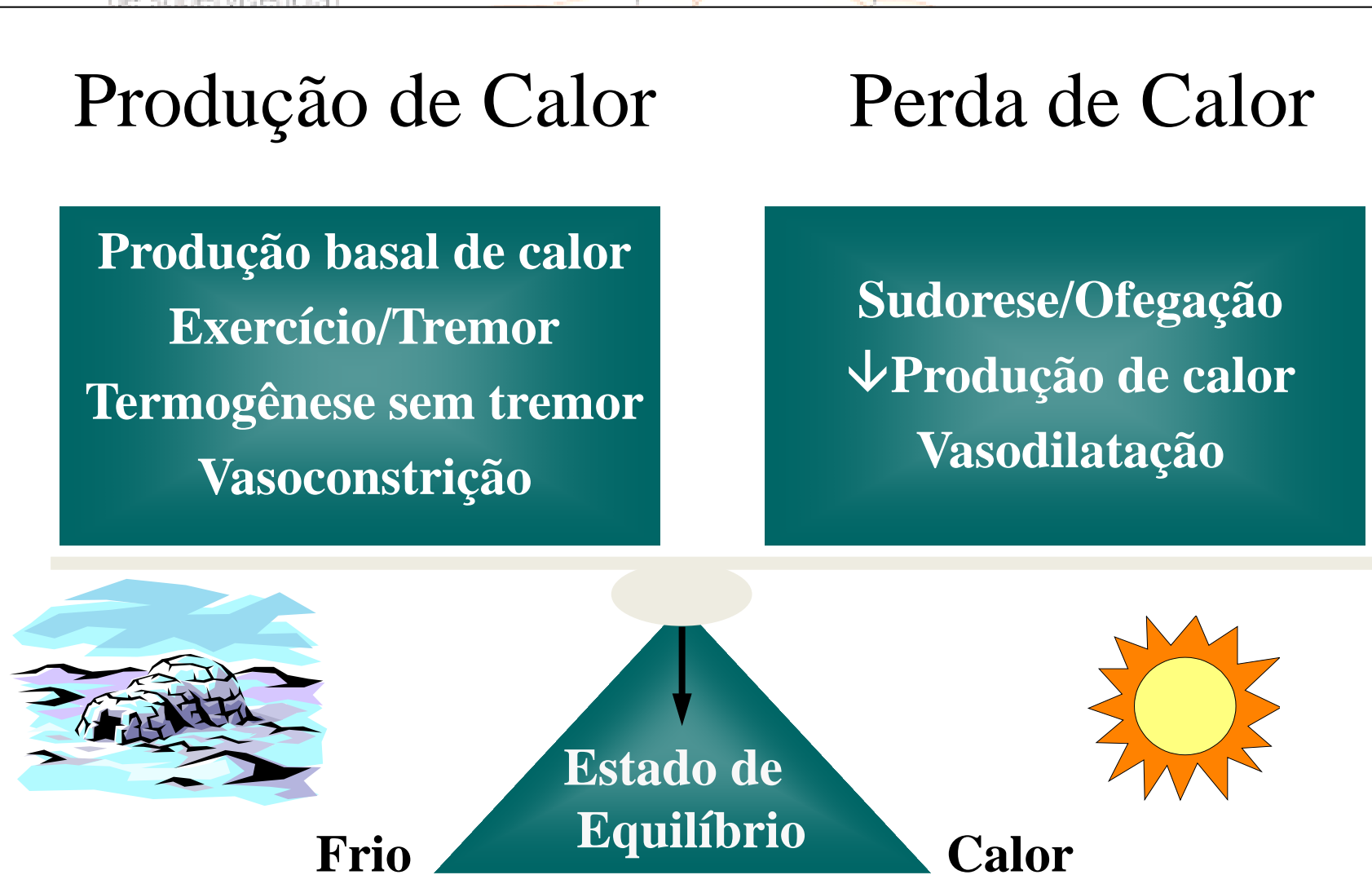
Cerebelo

- há inibição dos centros simpáticos no hipotálamo posterior, que causam vasoconstricção



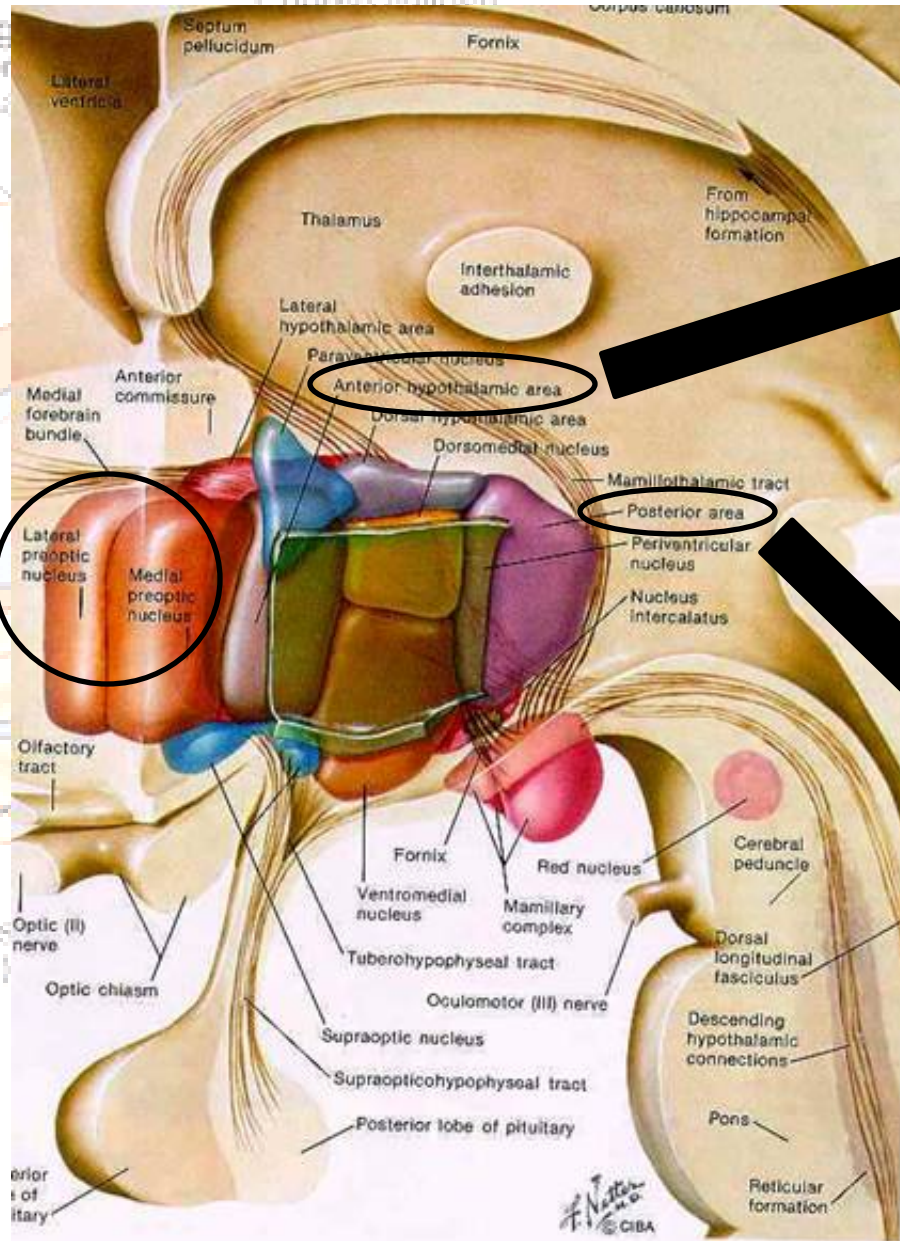
Termorregulação

- Mantida graças ao equilíbrio entre a perda e a produção de calor



Controle central da temperatura corporal

Circunvolução cíngica
(interviene en el control de supervivencia)



Hipocampo
(interviene en el control de la memoria)

Área Hipotalâmica Anterior

Respostas de perda de calor

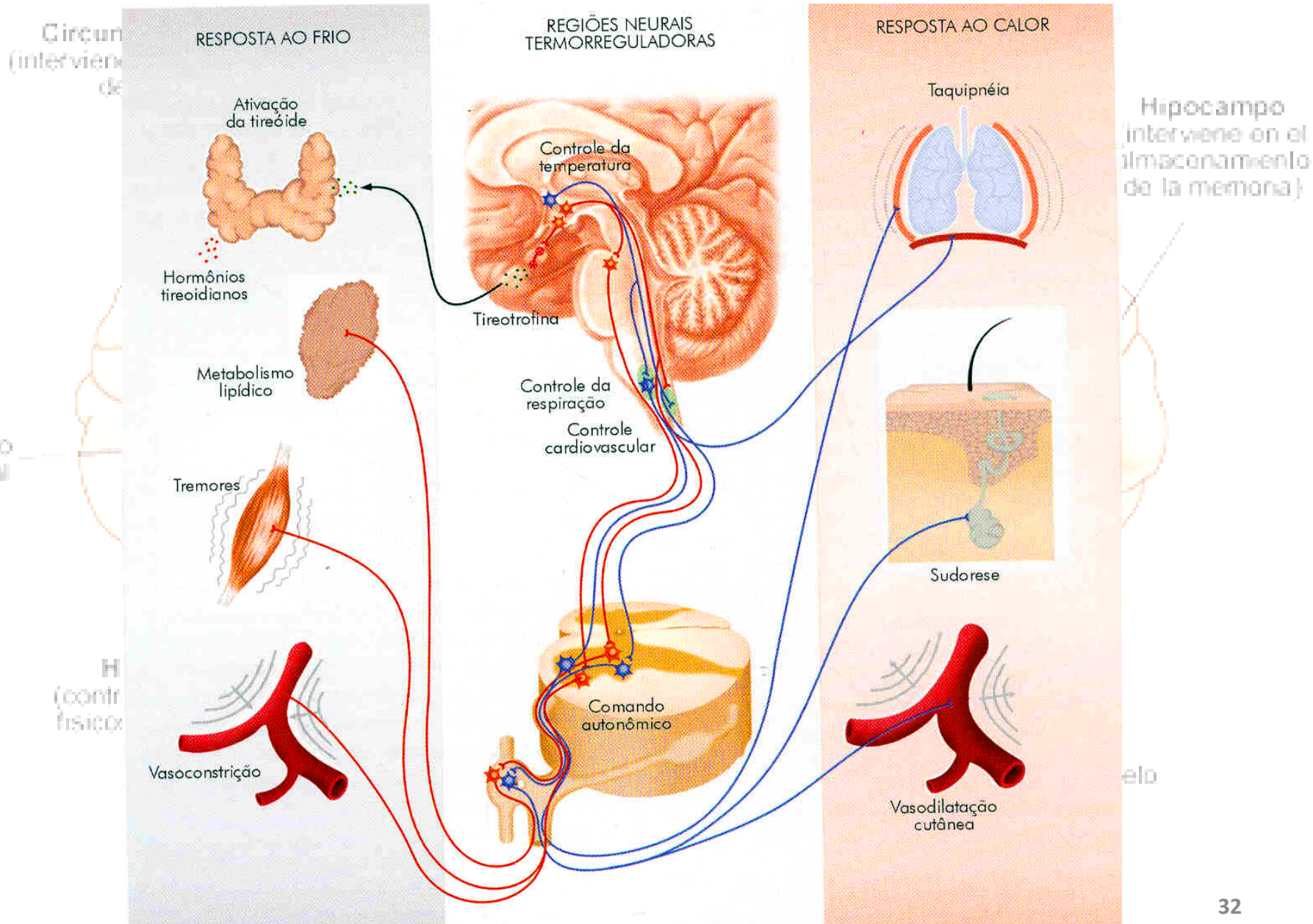
Lobulo frontal

Área Pré-óptica do hipotálamo

Área Hipotalâmica Posterior

Respostas de produção e retenção de calor

Resumo dos mecanismos de manutenção da temperatura corporal



Regulação da Temperatura Corporal

Aferências

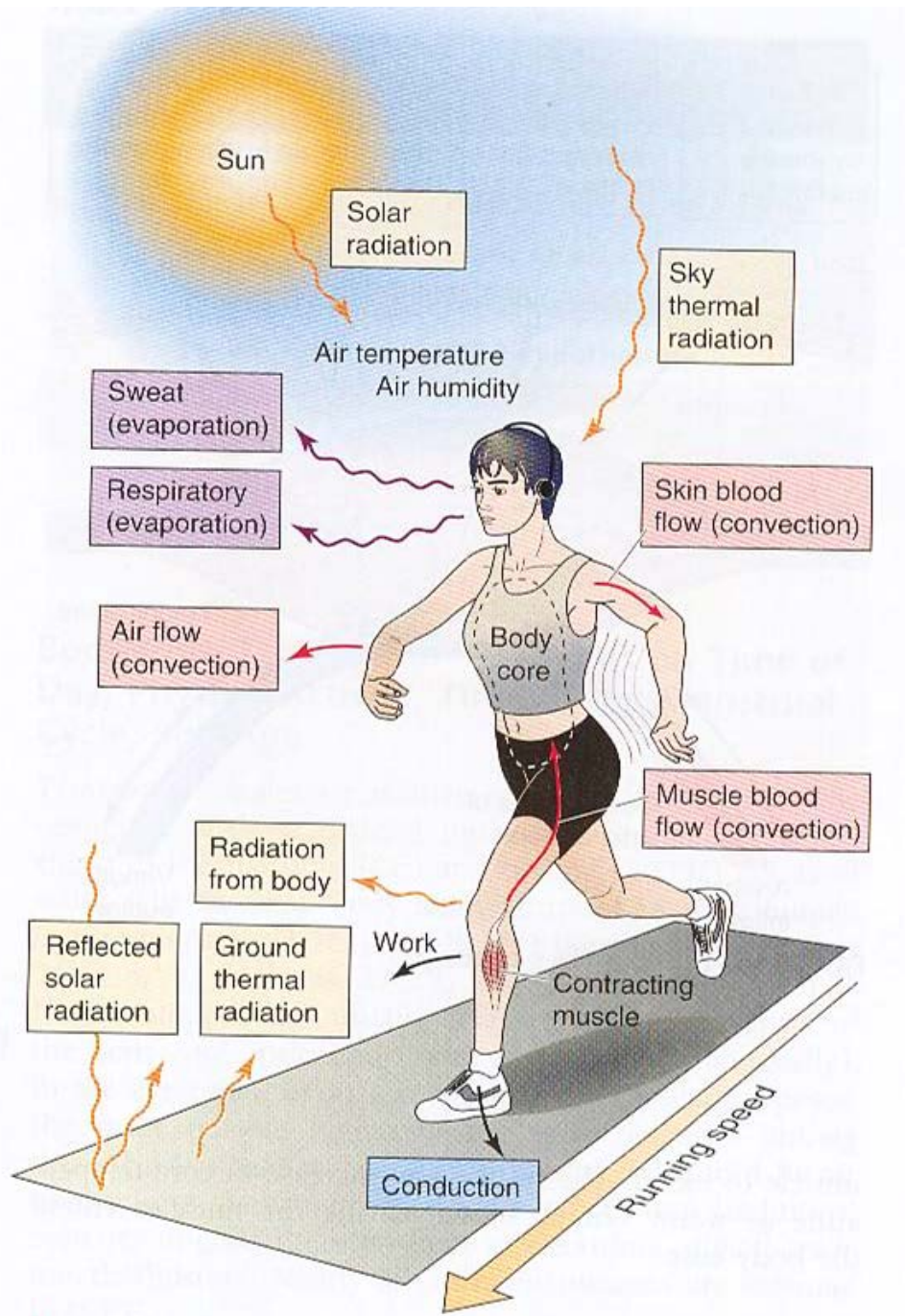
- ✓ R. Térm. Cutâneos
- ✓ R. Térm. Profundos
- ✓ R. Térm. Hipotalâmicos

C. Integrador

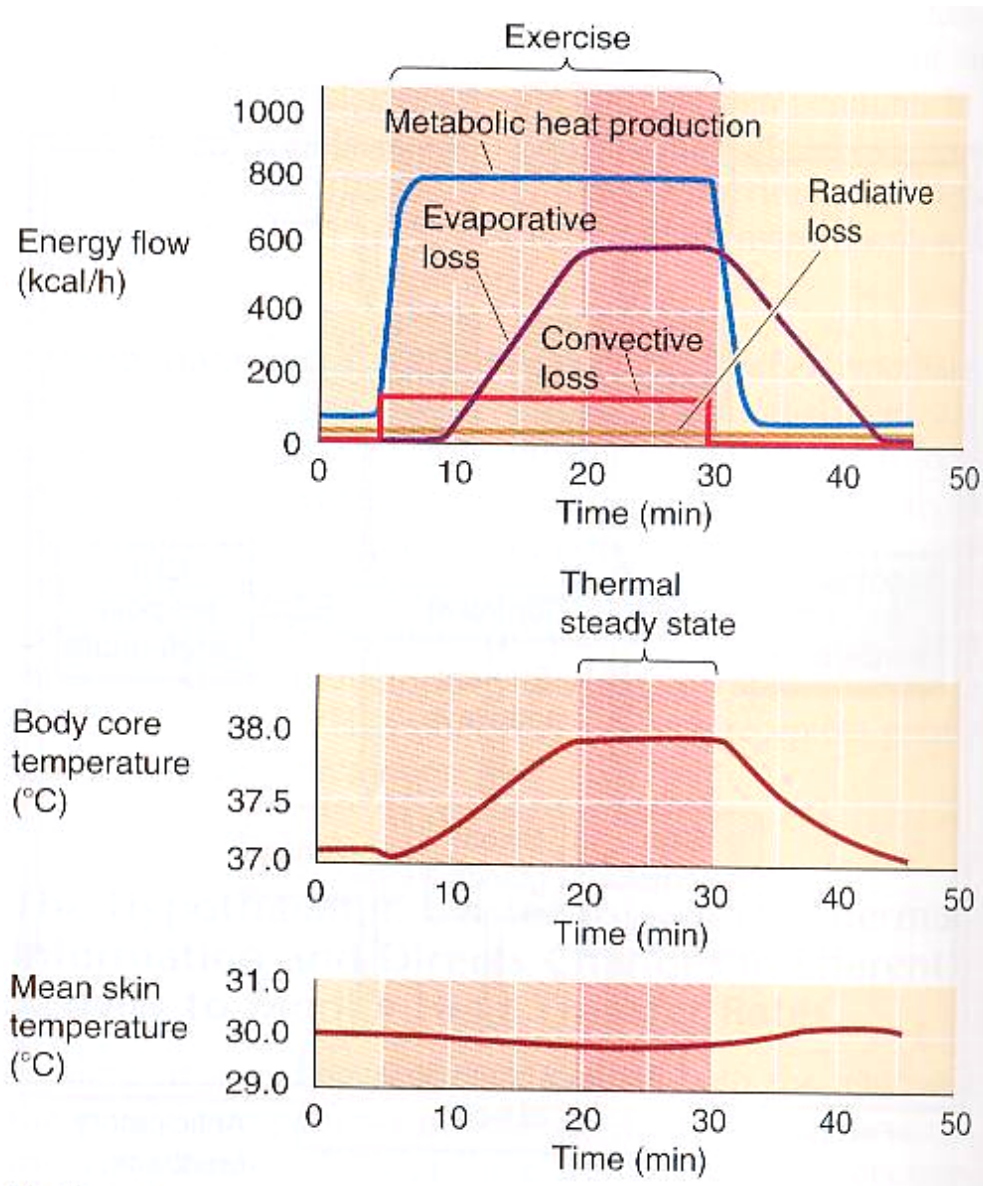
HIPOTÁLAMO

Eferências

- ✓ Córtex Cerebral
- ✓ S.N. Somático
- ✓ S.Neurovegetativo
- ✓ Hipófise



Hipertermia no exercício físico



Diferenças entre Hipertermia do exercício e Hipertermia febril

Febre

Elevação da temperatura corporal por alteração do ponto de regulação hipotalâmico

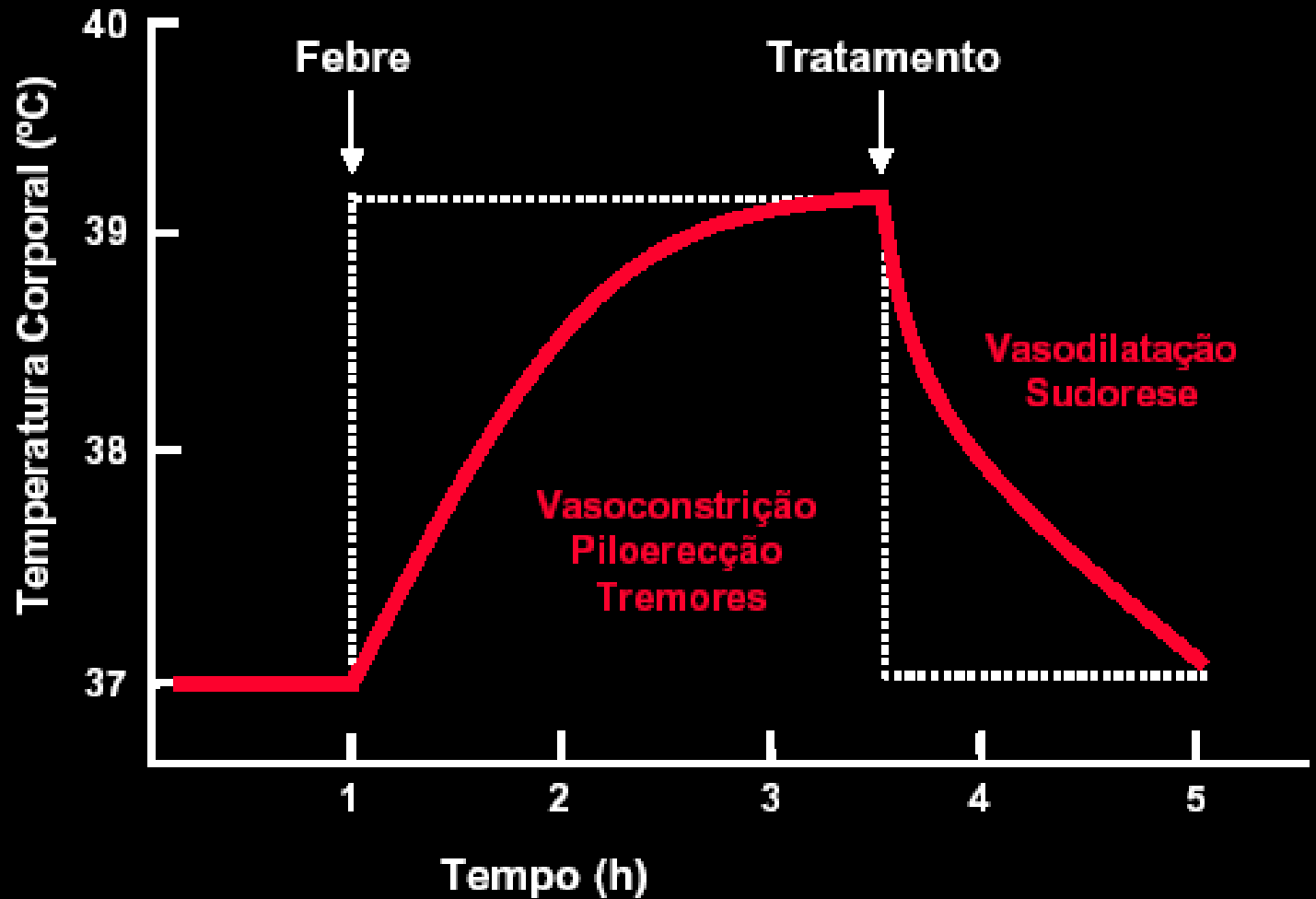
✓ Efeitos Benéficos

- **Diminuição da proliferação e virulência dos microorganismos**
- **Aumento da capacidade fagocítica e bactericida dos PMNs**
- **Potenciação dos efeitos citotóxicos dos Linfócitos**

✓ Efeitos Deletérios

- **Aumento da taxa metabólica**
- **Desidratação**

Febre



Febre



Microorganismos

**Pirogêneos
Exógenos**



PMNs e Linfócitos

**Pirogêneos
Endógenos**



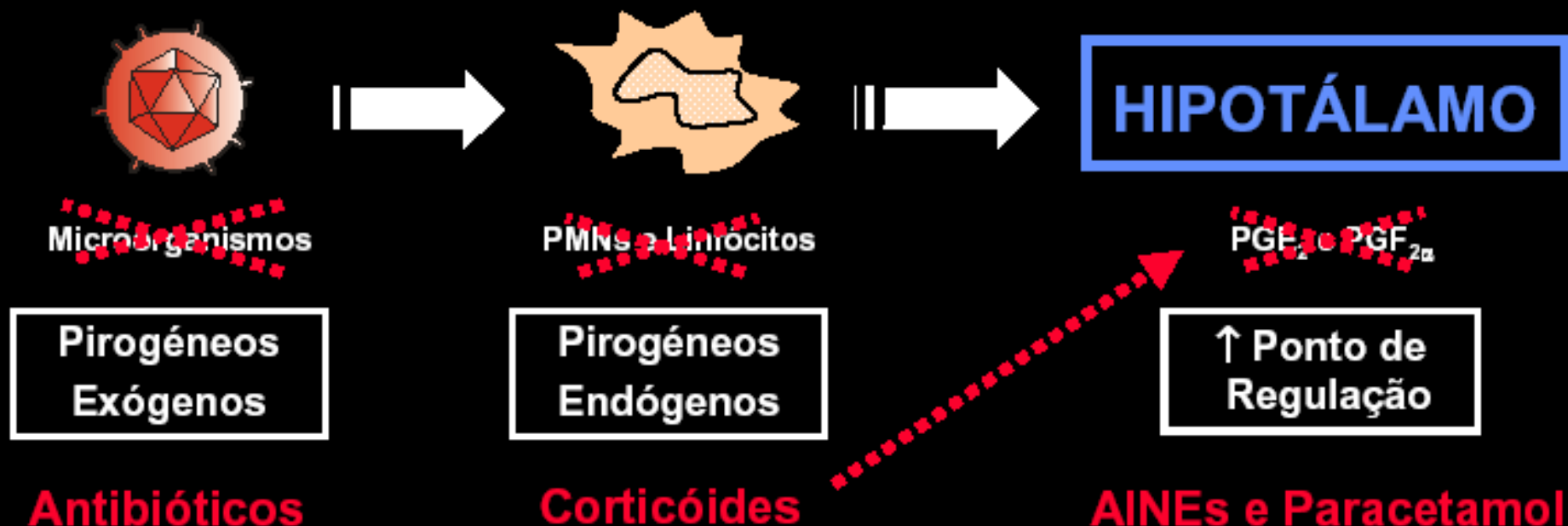
HIPOTÁLAMO

PGE_2 e $PGF_{2\alpha}$

**↑ Ponto de
Regulação**

Febre

TRATAMENTO



Hipotermia

***Diminuição da temperatura corporal
para valores inferiores a 35°C***

Recém-Nascido Pré-Termo



A Hipotermia do recém-nascido:

- 1- Grande área de superfície corporal em relação à massa corporal total
- 2-Incapacidade de ativar a termogênese de tremor
- 3-Pouca quantidade de tecido adiposo subcutâneo
- 4-Incapacidade de se aquecerem voluntariamente