

Função Metabólicas dos Hormônios no Exercício

Bioquímica da Atividade Motora

Edilamar Menezes de Oliveira

OBJETIVOS

Discutir o papel do sistema endócrino na regulação metabólica do exercício físico:

- Caracterização do Sistema Endócrino.
- Hormônios e suas ações no metabolismo.
- Resposta hormonal ao exercício físico.

SISTEMA NEURO-ENDÓCRINO

Os sistemas nervoso e endócrino funcionam em associação e atuam na:

- Comunicação química.
- Regulação dos órgãos e sistemas para manutenção da homeostase.

Sistema Nervoso

Axônios liberam mensageiro diretamente no tecido alvo - efeito local.

- Ação rápida e de curta duração.
- Regulação rápida da homeostase.

Ex. noradrenalina, acetilcolina

Sistema Endócrino

Circulação distribui mensageiro em diversos tecidos - **efeito geral**.

- Ação lenta e prolongada.
- Adaptação ao treinamento físico.

Ex. insulina, adrenalina, cortisol, etc

NATUREZA QUÍMICA DOS HORMÔNIOS

NATUREZA QUÍMICA DOS HORMÔNIOS

PROTÉICOS

- formados a partir de proteínas, peptídeos ou aa
- hidrossolúveis (receptores)
- dissolve no plasma
- receptor na membrana

ESTERÓIDES

- derivados do colesterol
- Lipossolúveis (atravessam membranas)
- proteínas carregadoras
- receptor nuclear

NATUREZA QUÍMICA DOS HORMÔNIOS

PROTÉICOS

Hormônios liberados pela:

- Hipófise: GH, ACTH,
- Tireóide: T3 e T4
- Pâncreas: insulina e glucagon
- Adrenais: catecolaminas

ESTERÓIDES

Hormônios liberados pela:

- córtex adrenal: cortisol
- gônadas: testosterona
estrógeno

A ligação do hormônios pode então:

- 1- alterar a permeabilidade da membrana da células alvo para um metabólito ou íon
- 2- ativar uma enzima ou um sistema de enzimas
- 3- ativar genes estimulando a síntese de proteínas intracelulares ou outras substâncias

A ligação do hormônios pode então:

1- alterar a permeabilidade da membrana da células alvo para um metabólito ou íon

Ex.: Insulina

2- ativar uma enzima ou um sistema de enzimas

Ex.: Adrenalina ou Epinefrina

3- ativar genes estimulando a síntese de proteínas intracelulares ou outras substâncias

Ex.: Hormônio do Crescimento

FUNÇÕES DO SISTEMA ENDÓCRINO

- Controla o crescimento e desenvolvimento.
- Controla a reprodução.
- Regula o meio interno (homeostase): glicemia, eletrólitos, pH, etc...
- Regula o metabolismo: mistura de substrato energético para a contração muscular.

PRINCIPAL FUNÇÃO HORMONAL NO METABOLISMO

Modificar a taxa de reações celulares

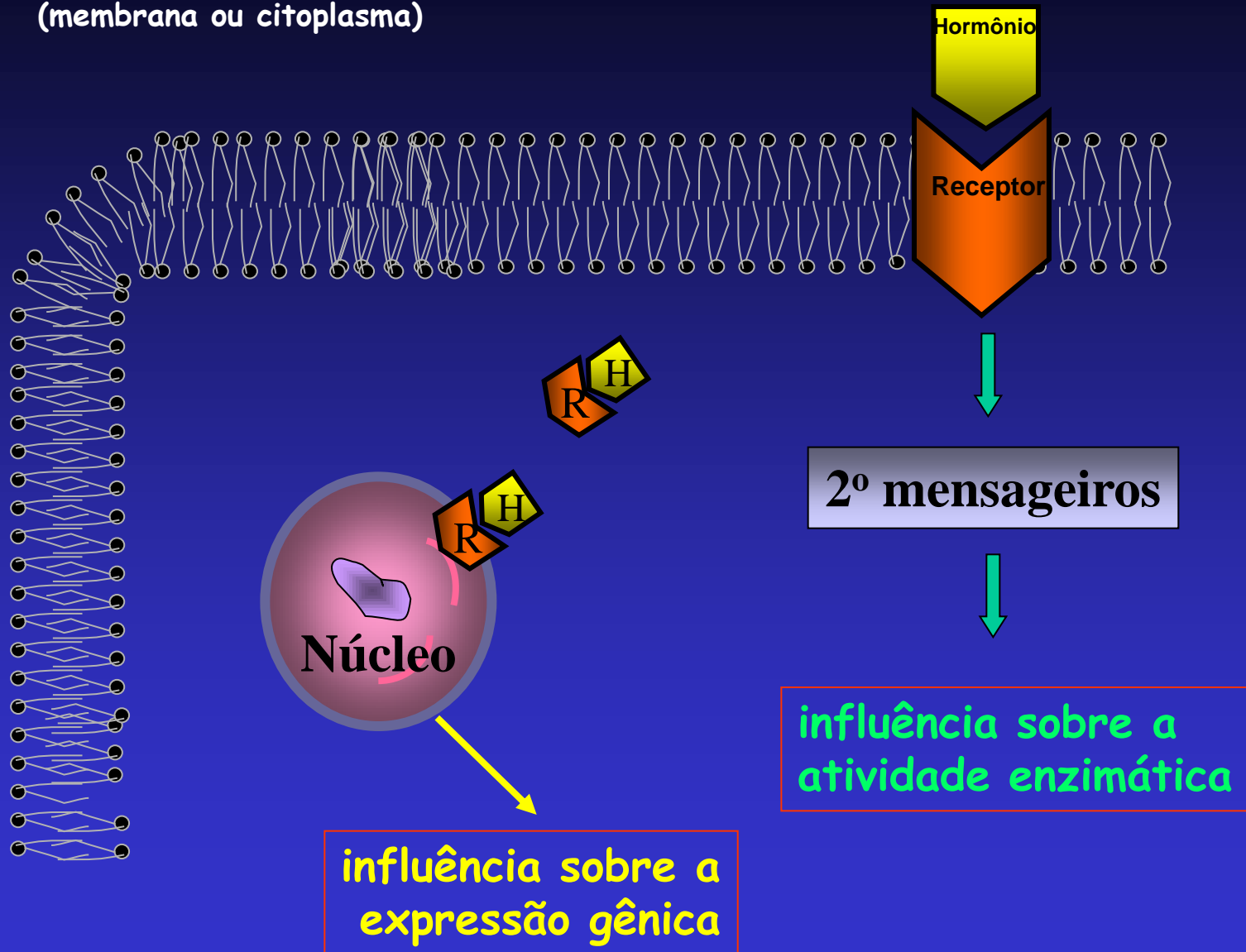
- atividade de enzimas anabólicas e catabólicas.
- transporte de substâncias pela membrana celular.
- indução ou inibição da atividade secretora de glândulas.
- síntese/degradação de substâncias: proteínas, glicogênio, triglicerídeos, etc.

ESPECIFICIDADE HORMÔNIO-CÉLULA ALVO

A presença de receptores específicos, na membrana ou no interior da célula, determinam a ação de um hormônio circulante sobre um tecido específico.

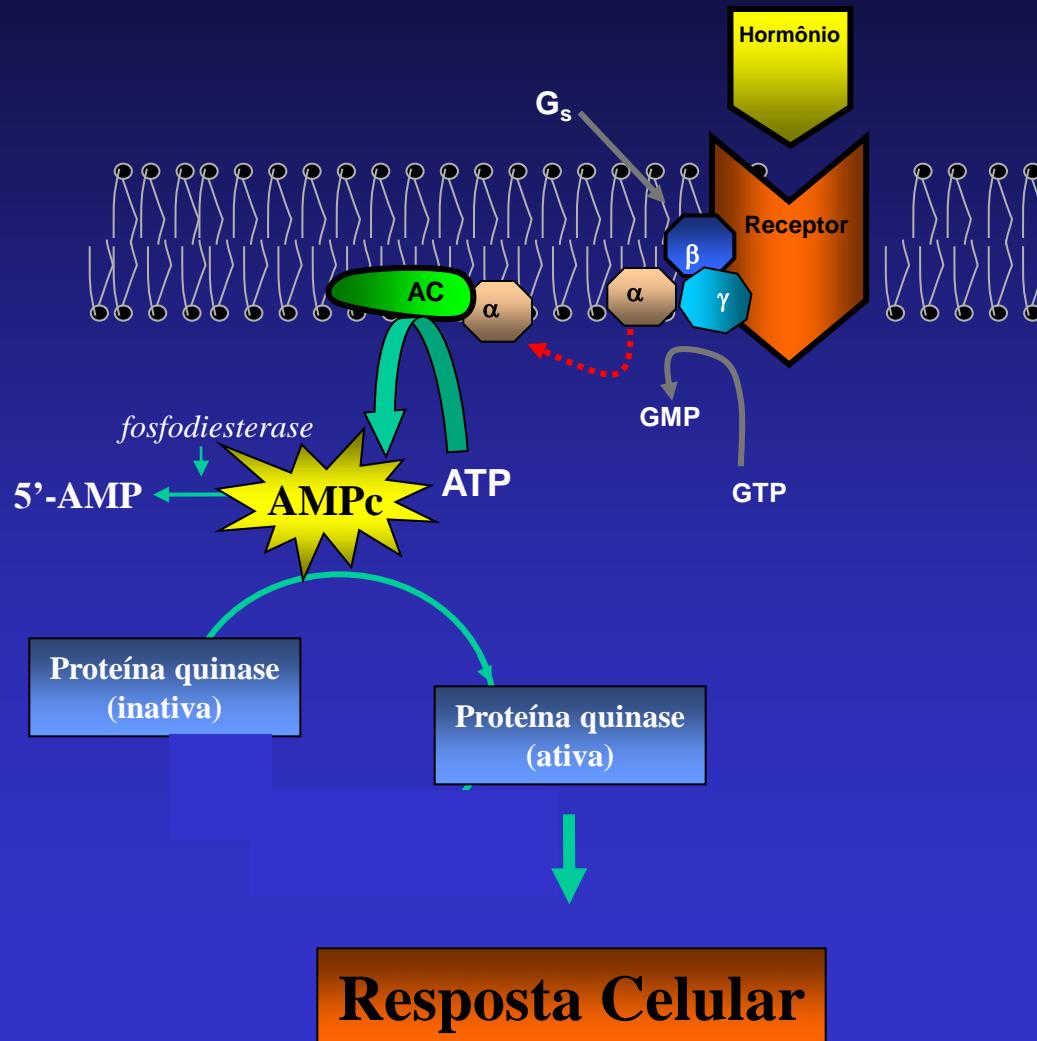
MECANISMO DE AÇÃO HORMONAL

Ligação do **HORMÔNIO** a um **RECEPTOR** específico
(membrana ou citoplasma)

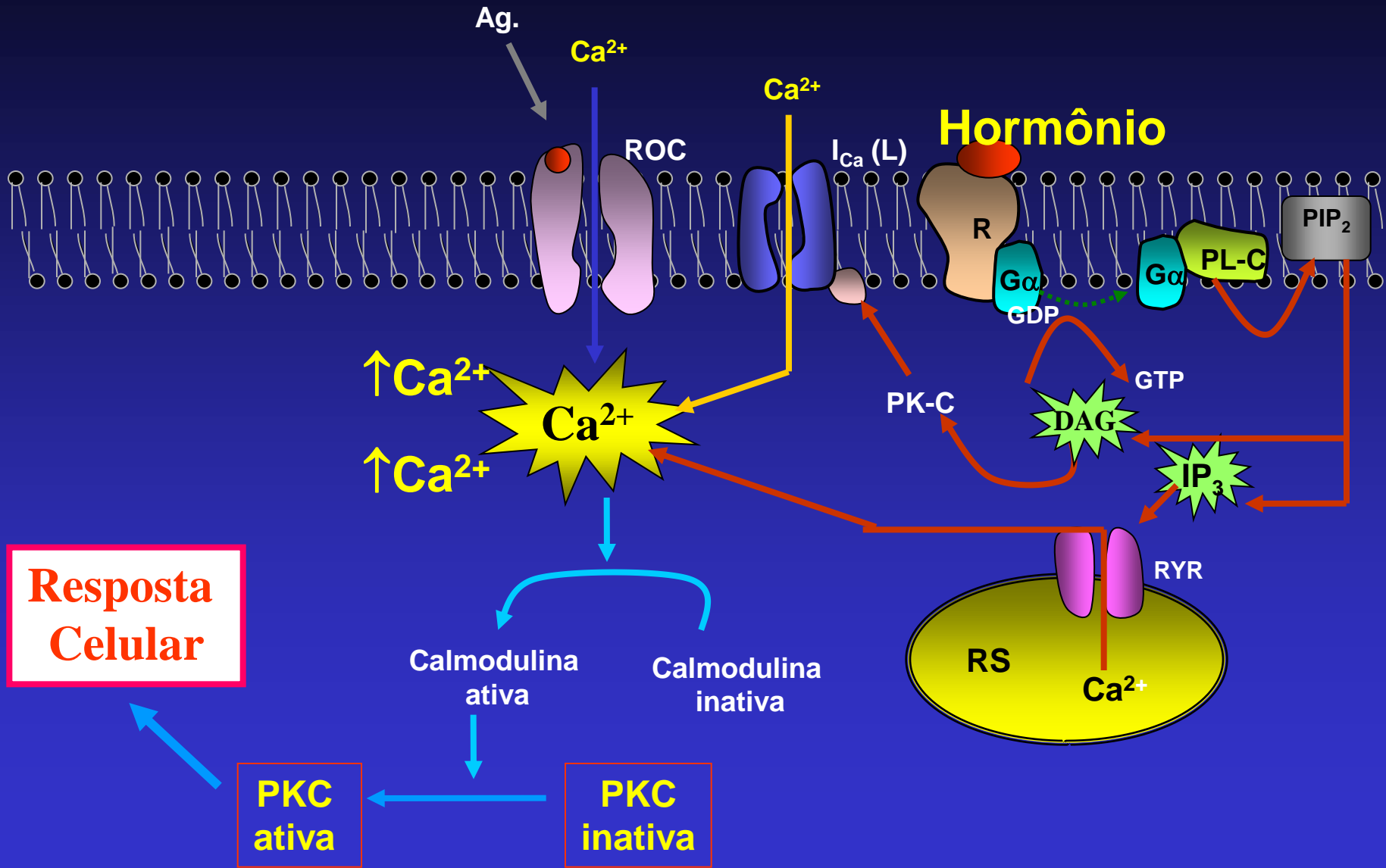


Papel metabólico: mudar o fluxo de uma via metabólica

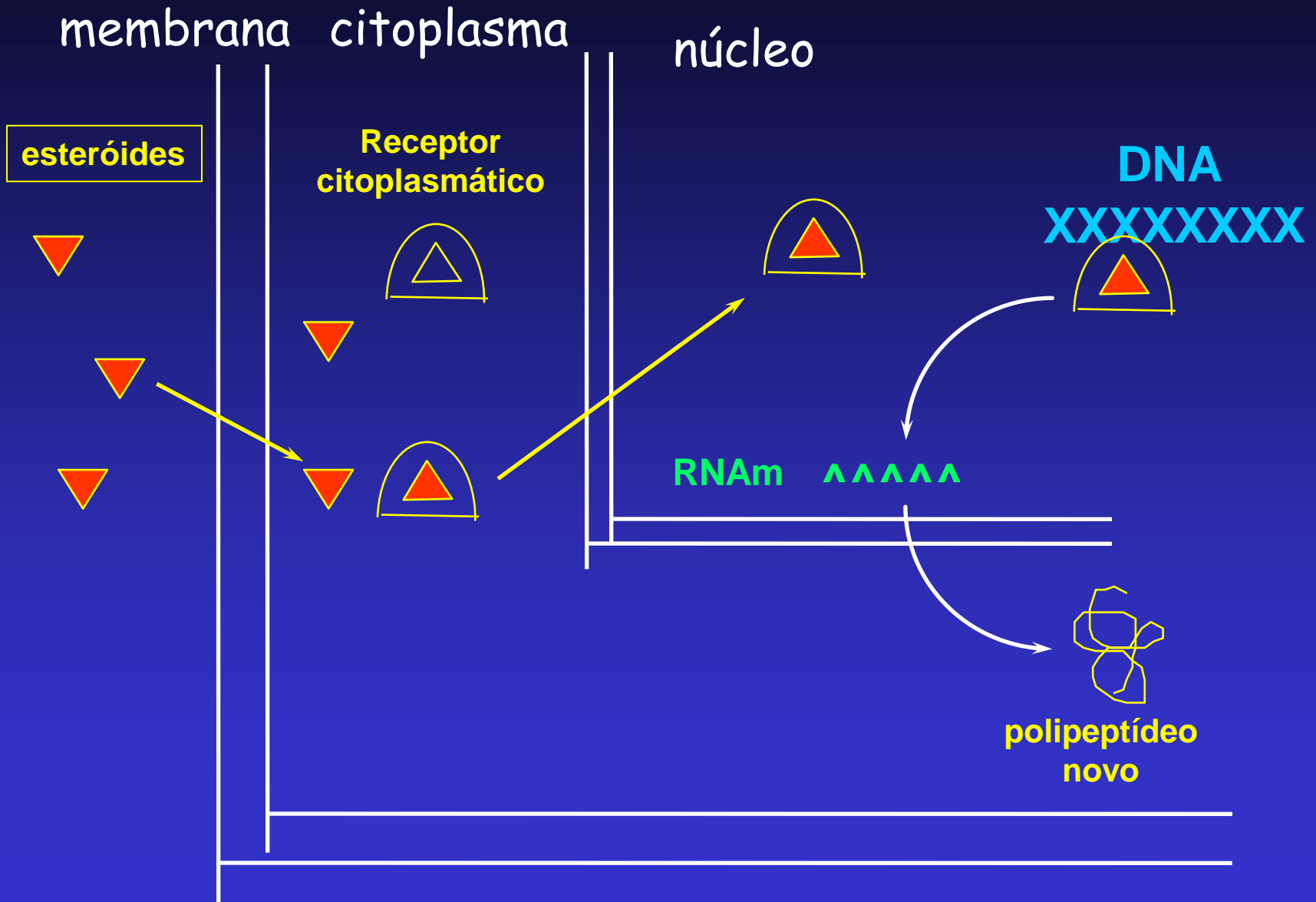
MECANISMO DE AÇÃO: hormônio protéico



MECANISMO DE AÇÃO: hormônio protéico



MECANISMO DE AÇÃO: hormônio esteróide



IMPORTÂNCIA DO SISTEMA ENDÓCRINO NO EXERCÍCIO

- aumenta a demanda por substratos energéticos
- aumenta a FC, VS, DC e PA.
- eleva a temperatura corporal.
- aumenta a eliminação de água - sudorese.
- altera o pH celular e sanguíneo.

ATIVACÃO DA CÉLULA PELO HORMÔNIO

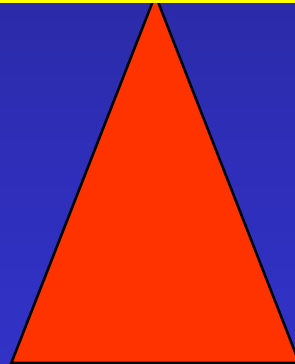
depende:

- concentração do hormônio no sangue.
- nível de receptores na membrana ou no interior da célula.
- afinidade do receptor pelo hormônio:
(UP-regulation; DOWN-regulation).
- mecanismos pós-receptores.

CONCENTRAÇÃO PLASMÁTICA DE HORMÔNIO

TAXA DE
PRODUÇÃO
+
LIBERAÇÃO

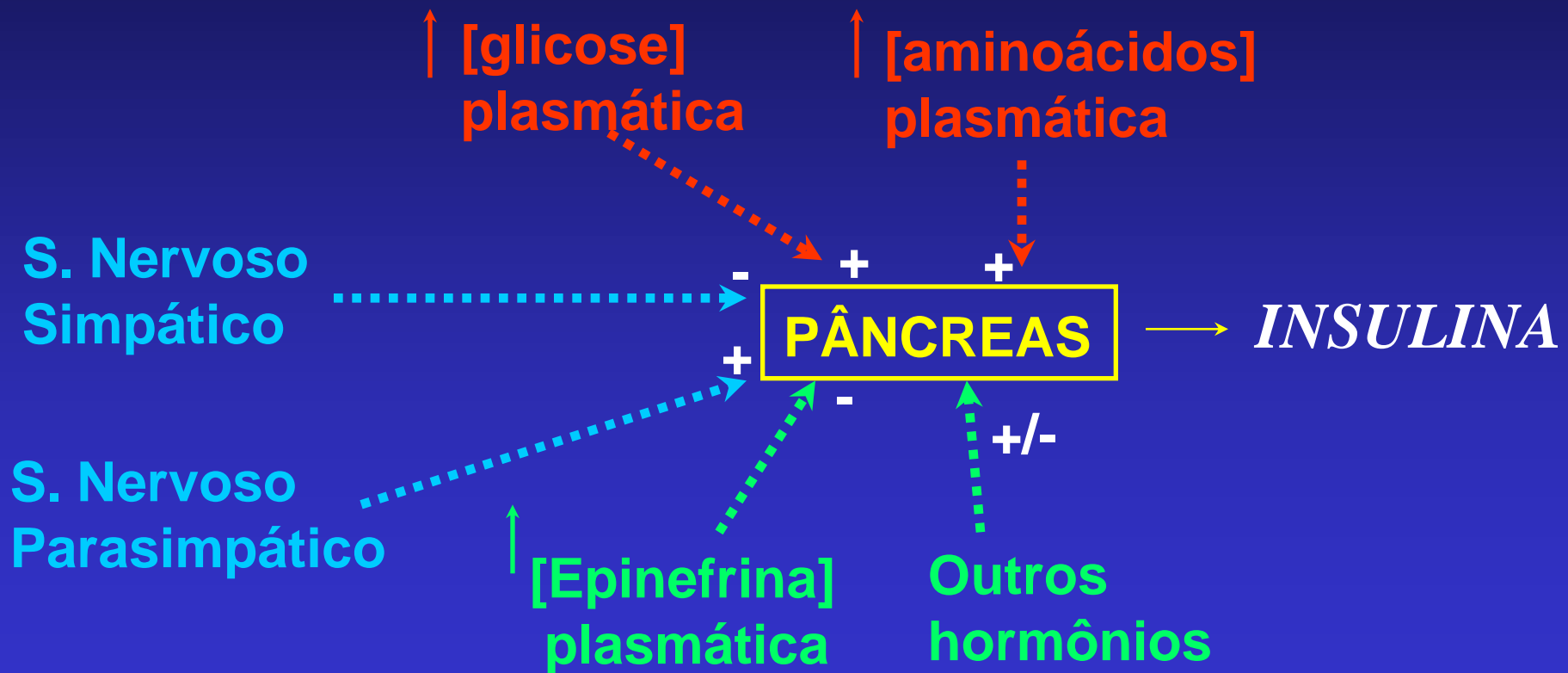
TAXA DE
CAPTAÇÃO
(receptor) + TAXA DE
REMOÇÃO
(fígado e rim)



[HORMÔNIO]

SECREÇÃO HORMONAL: fatores reguladores

- Humoral
- Neural
- Hormonal



PRINCIPAIS ÓRGÃO ENDÓCRINOS PRODUTORES DE HORMÔNIOS

Hipotálamo

Hipófise

Tireóide

Timo

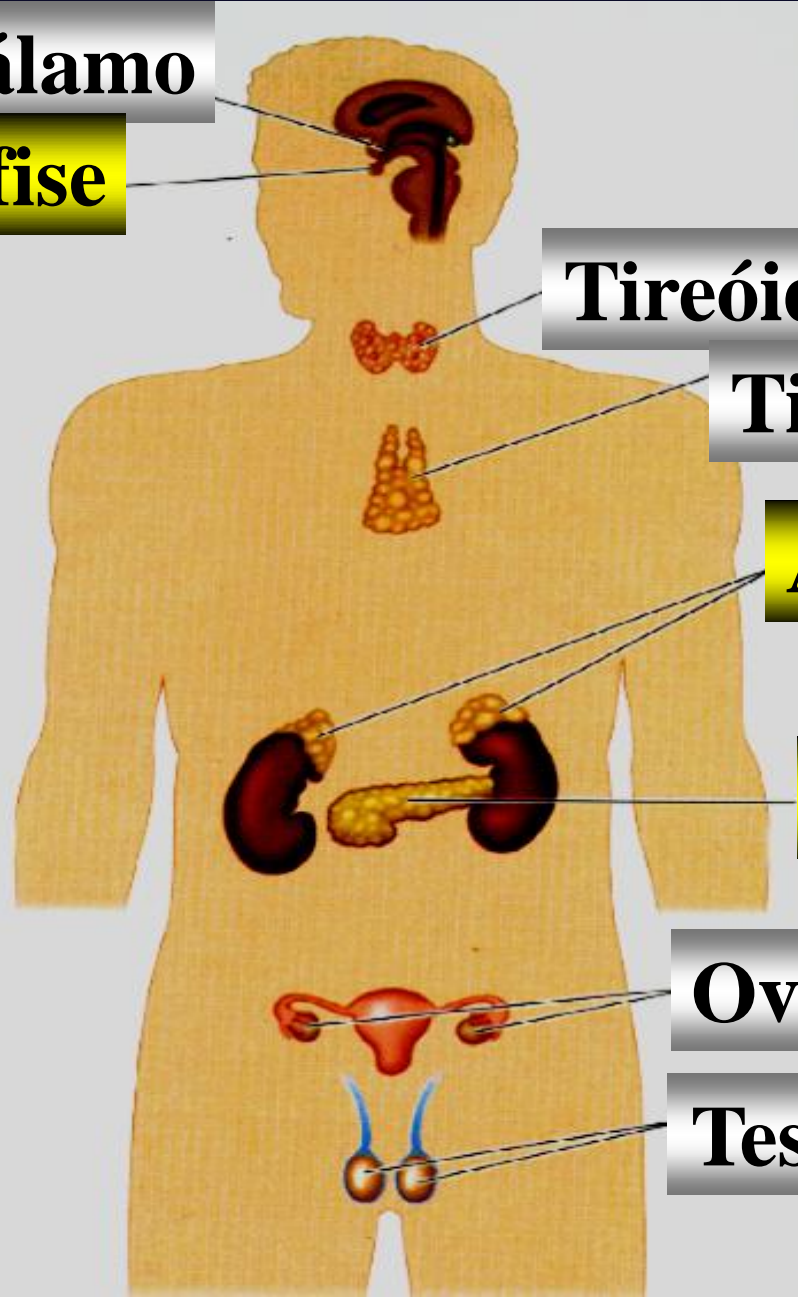
Adrenais

Pâncreas

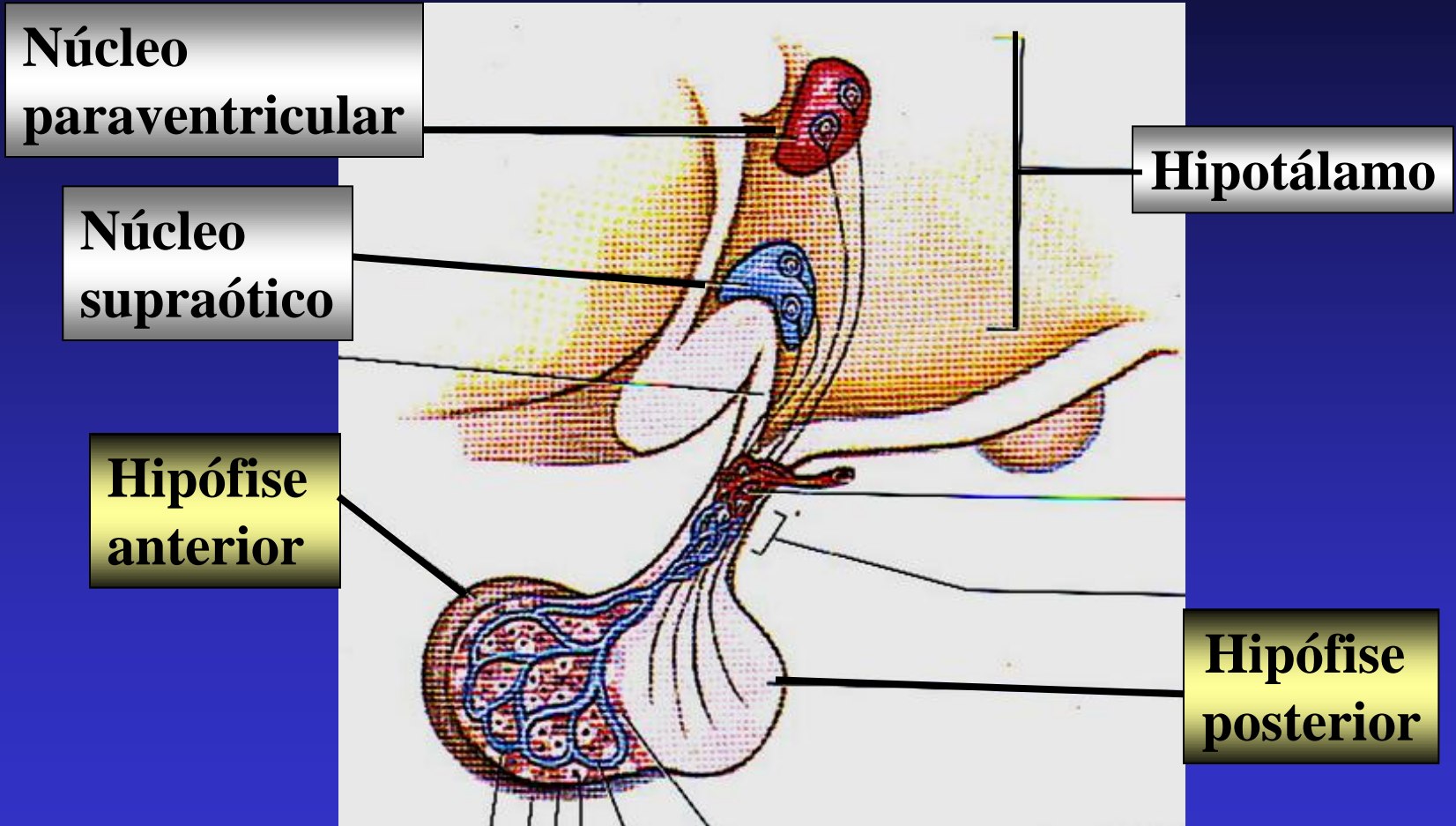
Ovários

Testículos

Gônadas

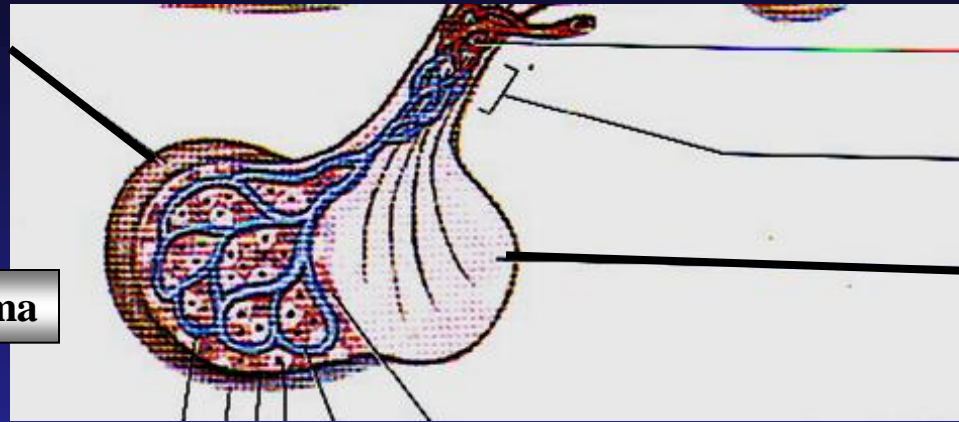


Hipófise e suas secreções



Hipófise e suas secreções

Hipófise anterior



Hipófise posterior

Lactogênio
(Prolactina)

Mama

Horm Gonadotróficos
(FSH e LH)

Ovário

Testículos

Estrógeno e Progesterona

Testosterona

ACTH
(corticotrofina)

Córtex da Supra-renal

Cortisol
e
Aldosterona

Tireotrofina

Tireóide

Tiroxina-T4
e
Triiodotironina-T3

Horm do Crescimento
(Somatotrofina) - GH

Muitos órgãos

Vasopressina
(ADH)

Ocitocina

HIPÓFISE ANTERIOR

(adeno-hipófise)

HORMÔNIO DE CRESCIMENTO (GH)

- age em todo o organismo (crescimento tecidos)
- aumenta taxa de síntese protéica
- aumenta mobilização e uso de ácidos graxos
- inibe a utilização de carboidratos (inibe a ação da insulina), auxiliando na manutenção da glicemia

EXERCÍCIO AGUDO: aumenta a [GH] em poucos minutos
(fator neural)
diminuí a [somatostatina] - inibidor da
ação do GH

HORMÔNIO DE CRECIMENTO

Baixa glicemia
Exercício
Estresse
Sono

+

Hipotálamo

GHRH

+

**Somatostatina
(GHIH)**

-

**Hipófise
Anterior**

Horm. de Crescimento

Fígado

Somatomedinas (IGFs)

**Tecido
Adiposo**

↑ Gliconeogênese

Músculo Esq.

↓ Uso de Glicose

↑ Lipólise

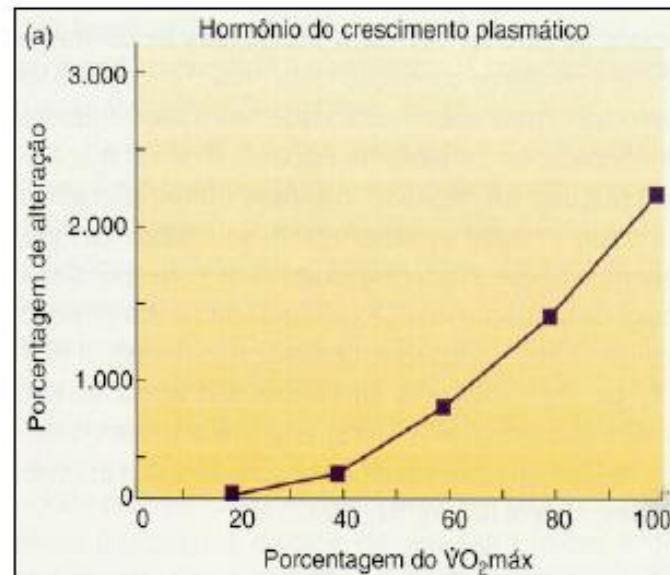
Reparo tecidual
pós-exercício

Síntese protéica
Formação de cartilagem
Crescimento celular
Oxidação de AGL

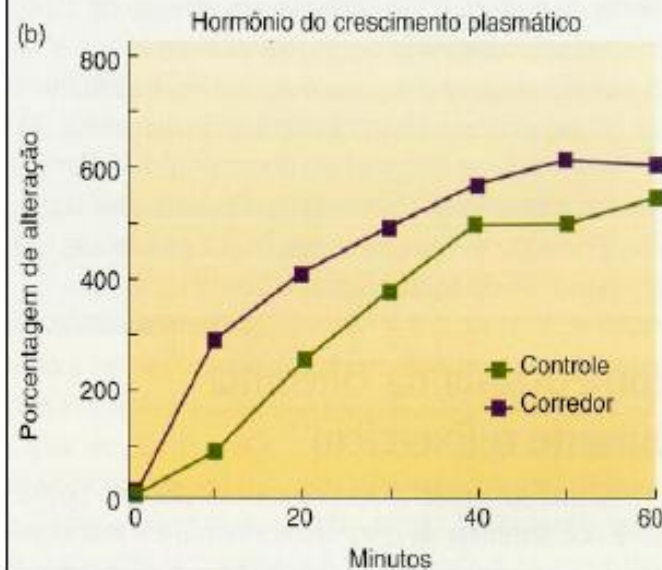
Manutenção da
glicemia

Liberação de hormônio de crescimento no exercício

Efeito da Intensidade

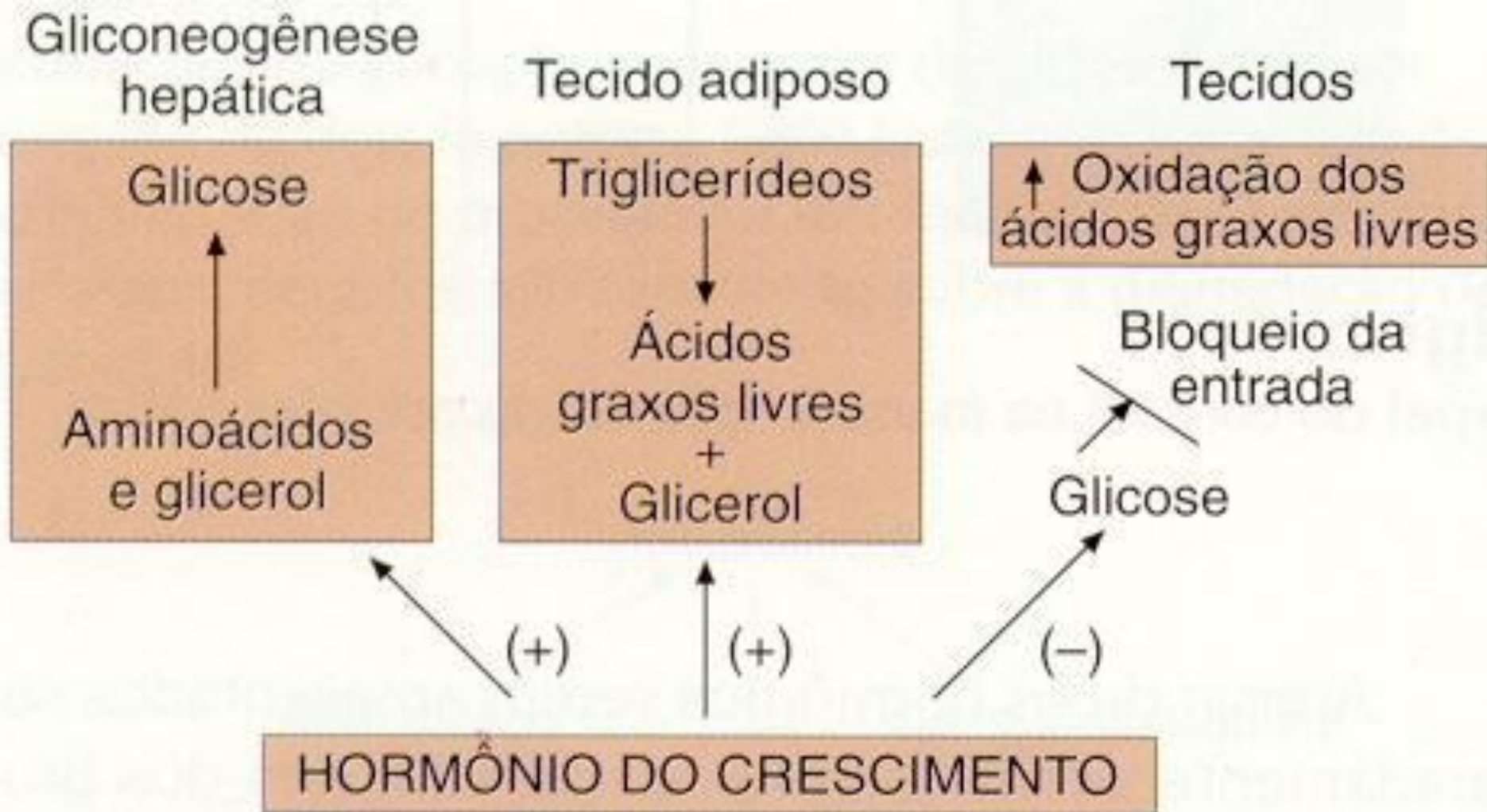


Efeito da duração



Efeito do TF aeróbico

Papel do hormônio de crescimento na manutenção da glicemia durante o exercício



HIPÓFISE ANTERIOR

ADRENOCORTICOTRÓFICO (ACTH)

- age sobre o córtex da glândula adrenal
- controla a secreção de cortisol
- estimula (indiretamente)
proteólise, lipólise, e gliconeogênese



EXERCÍCIO: aumenta a [ACTH] em poucos minutos - fator neural
exercício intenso - grande liberação

HIPÓFISE ANTERIOR

TIREOTROFINA (TSH)

- age sobre a glândula tireóide
- controla a secreção de T3 (triodotiroxina)
T4 (tiroxina)
- estimula (indiretamente) o aumento do metabolismo



EXERCÍCIO: aumenta a [TSH] - fator neural

HIPÓFISE ANTERIOR

GLÂNDULA TIREÓIDE

Secreta: T3 - TRIIODOTIRONINA
T4 - TIROXINA

- regulam o metabolismo de maneira geral
- aumenta taxa metabólica (metab. basal: > 60-100%)
- aumenta síntese protéica (enzimas)
- aumenta síntese de mitocôndrias (nº e tamanho)
- aumenta captação de glicose pelos tecidos
- aumenta taxa de lipólise (> oferta de AGL)

EXERCÍCIO: aumenta a liberação de TSH pela hipófise anterior
(estimula a liberação de T3 e T4 pela tireóide)

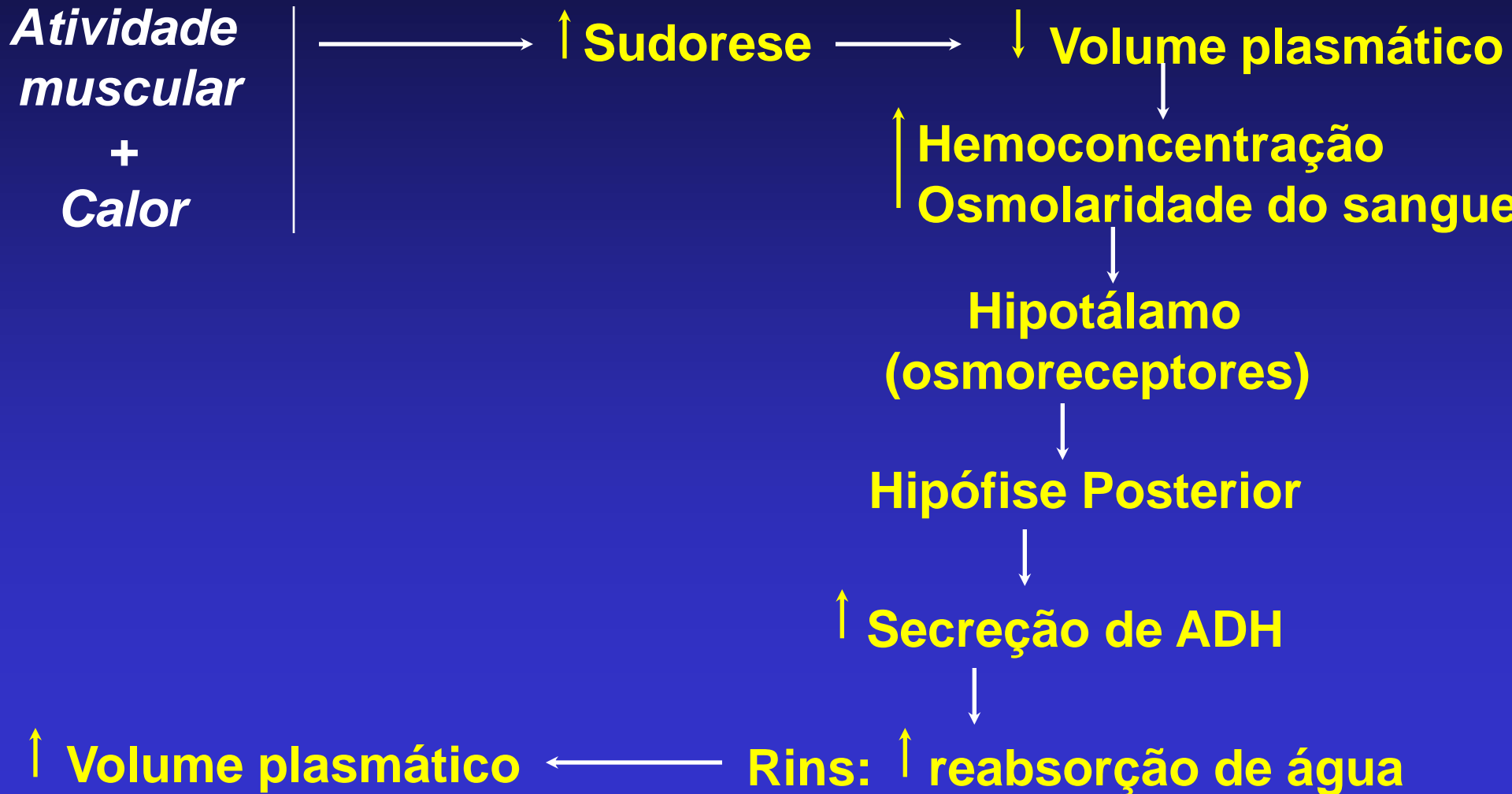
HIPÓFISE POSTERIOR (neuro-hipófise)

HORMÔNIO ANTIDIURÉTICO (ADH)-(Vasopressina)

- age sobre o rim
- auxilia no controle da secreção de água (reduz)
- aumenta a pressão arterial (vasoconstrição e retenção de água)

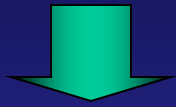
HORMÔNIO ANTI-DIURÉTICO (ADH)

Conservação de Água pelo organismo



Supra-renal e suas secreções

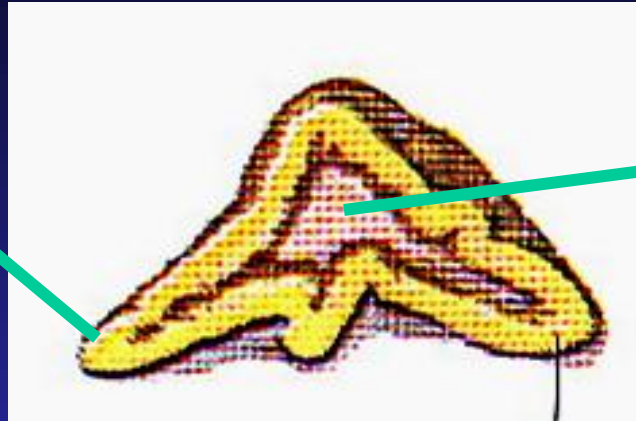
Córtex Adrenal



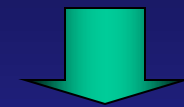
**Secreta
hormônios esteróides**

Mineralocorticóides:

**Aldosterona
Corticosterona
Desoxicorticosterona**



Medula Adrenal



**Secreta
catecolaminas**

Glicorticóides:

Cortisol

Androgênios

**Adrenalina
e
Noradrenalina**

Medula Adrenal

Localizadas acima dos rins

Parte medular: secreta catecolaminas:

Noradrenalina (20%)

Adrenalina (80%)

- estimulada pelo S.N. Simpático (efeitos similares)
- efeitos potentes e mais prolongados (remoção + lenta)
- Ligam-se a receptores: alfa adrenérgicos ($\alpha 1$ e $\alpha 2$)
beta adrenérgicos ($\beta 1$ e $\beta 2$)

Medula Adrenal

AÇÕES CONJUNTAS DAS CATECOLAMINAS

preparam o organismo para a ação rápida
("lute ou fuga")

aumentam:

FC e contratilidade do miocárdio (DC)

taxa metabólica

glicogenólise (muscular) > oferta de glicose

lipólise (> oferta de AGL)

fluxo de sangue aos músculos ativos (vasod.)

diminuem:

fluxo sangüíneo para as vísceras

ação da insulina (< uso de glicose sangüínea)

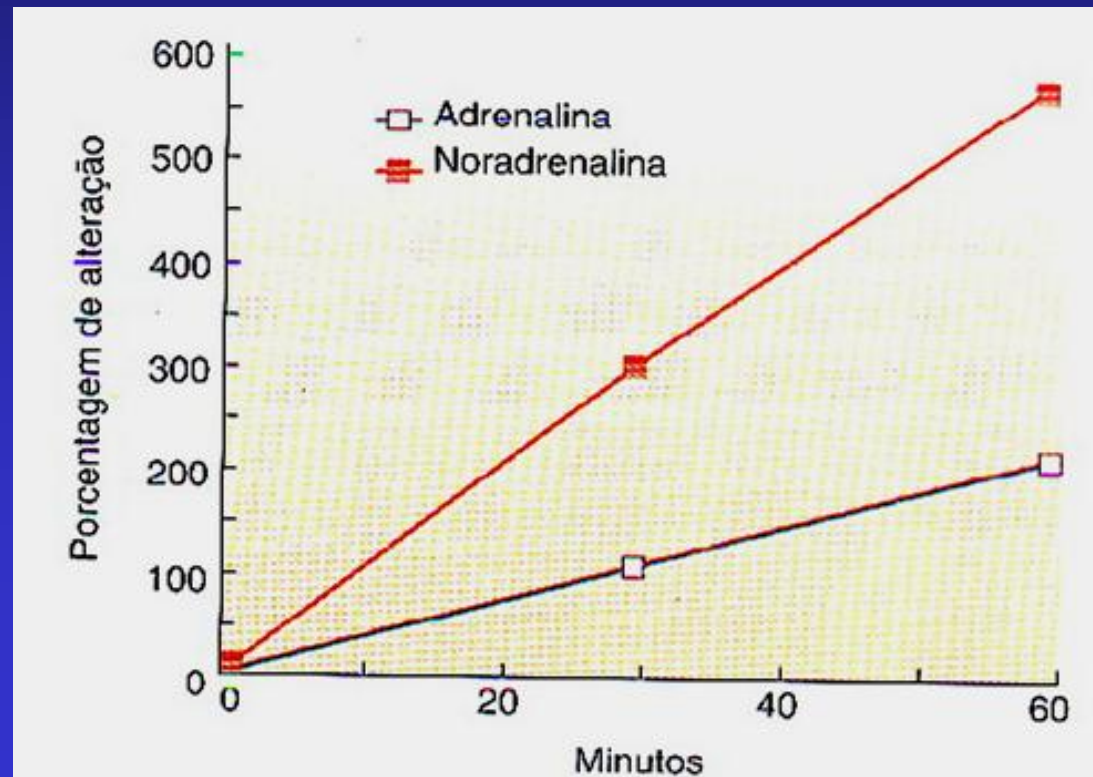
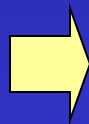
Medula Adrenal

- Liberação de catecolaminas é estimulada por muitos fatores: **posição corporal**
estresse psicológico
exercício físico

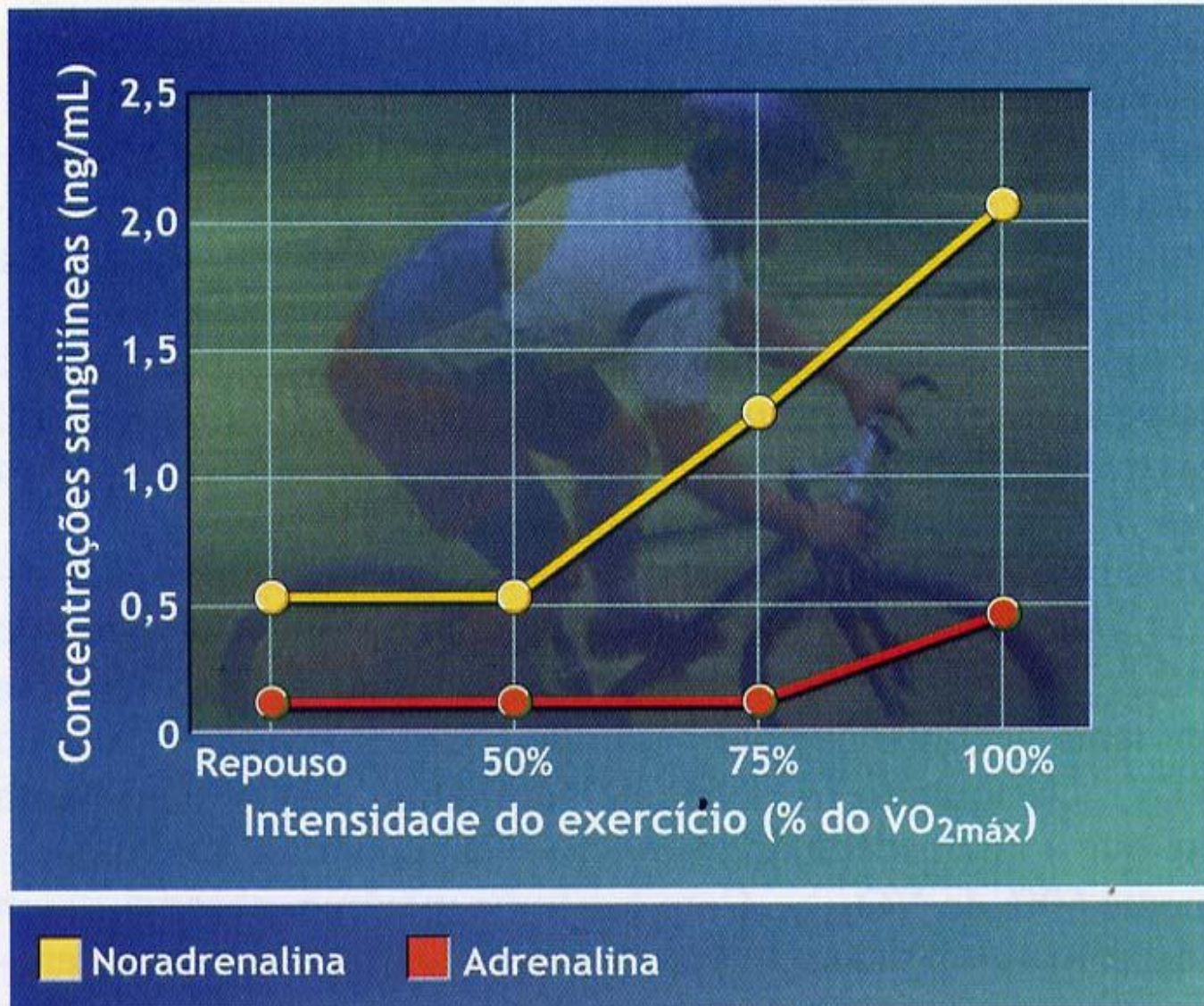
exercício físico:

até 50% VO_2 max: varia pouco

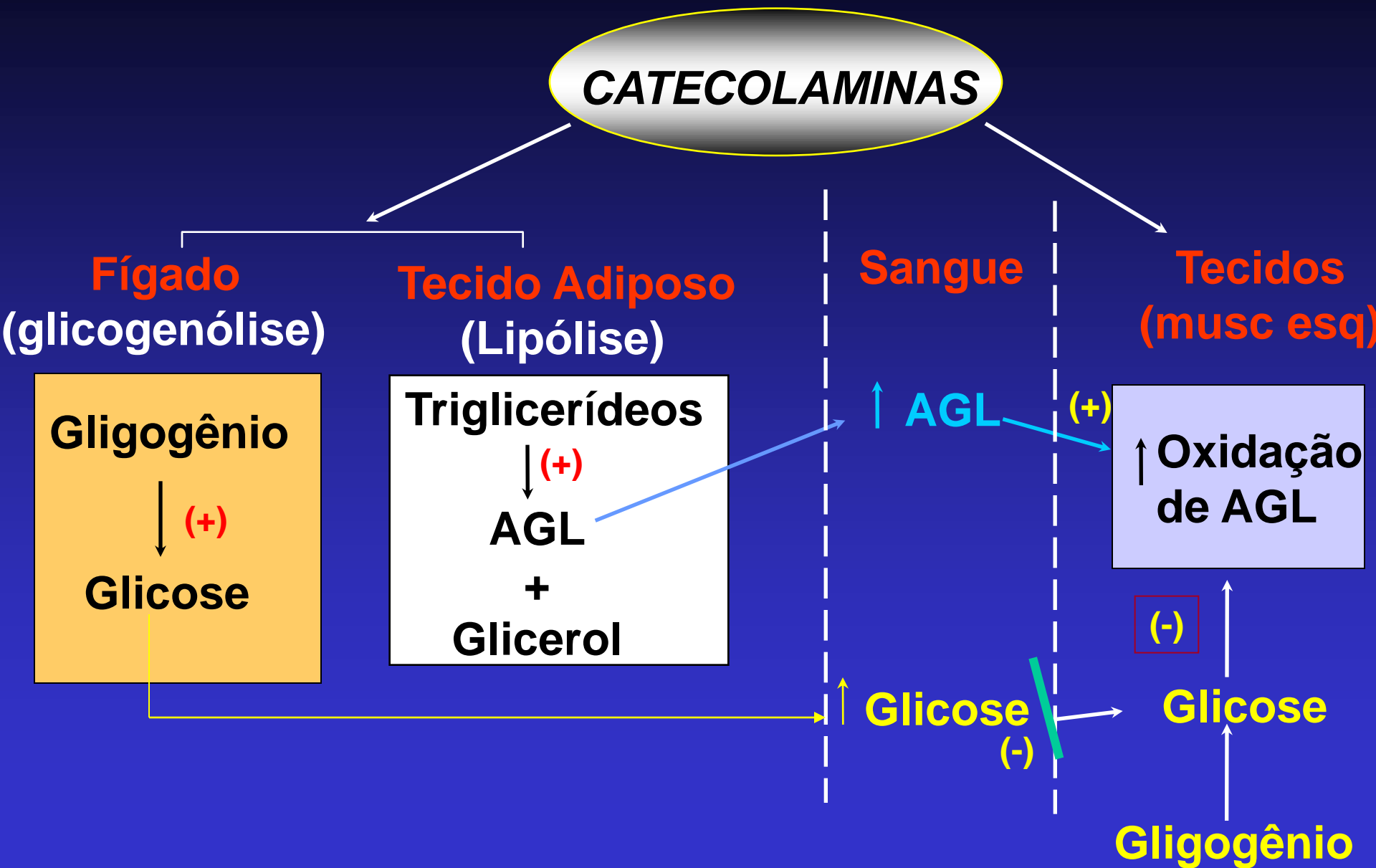
Durante o exercício:
a ~60% do VO_2 max



Catecolaminas no Exercício Progressivo



Catecolaminas: MANUTENÇÃO DA GLICEMIA MOBILIZAÇÃO DE SUBSTRATOS



Córtex Adrenal

Glicocorticóides:

- auxiliam o organismo na adaptação ao estresse
- auxiliam na manutenção da glicemia (a longo prazo)

CORTISOL

aumenta:

lipólise (> oferta e utilização de AGL e glicerol)
catabolismo protéico (> oferta de alanina)
gliconeogênese hepática (> oferta de glicose)

- amplifica o efeito das catecolaminas:
 - vasoconstrição
 - > lipólise
 - < uso de glicose

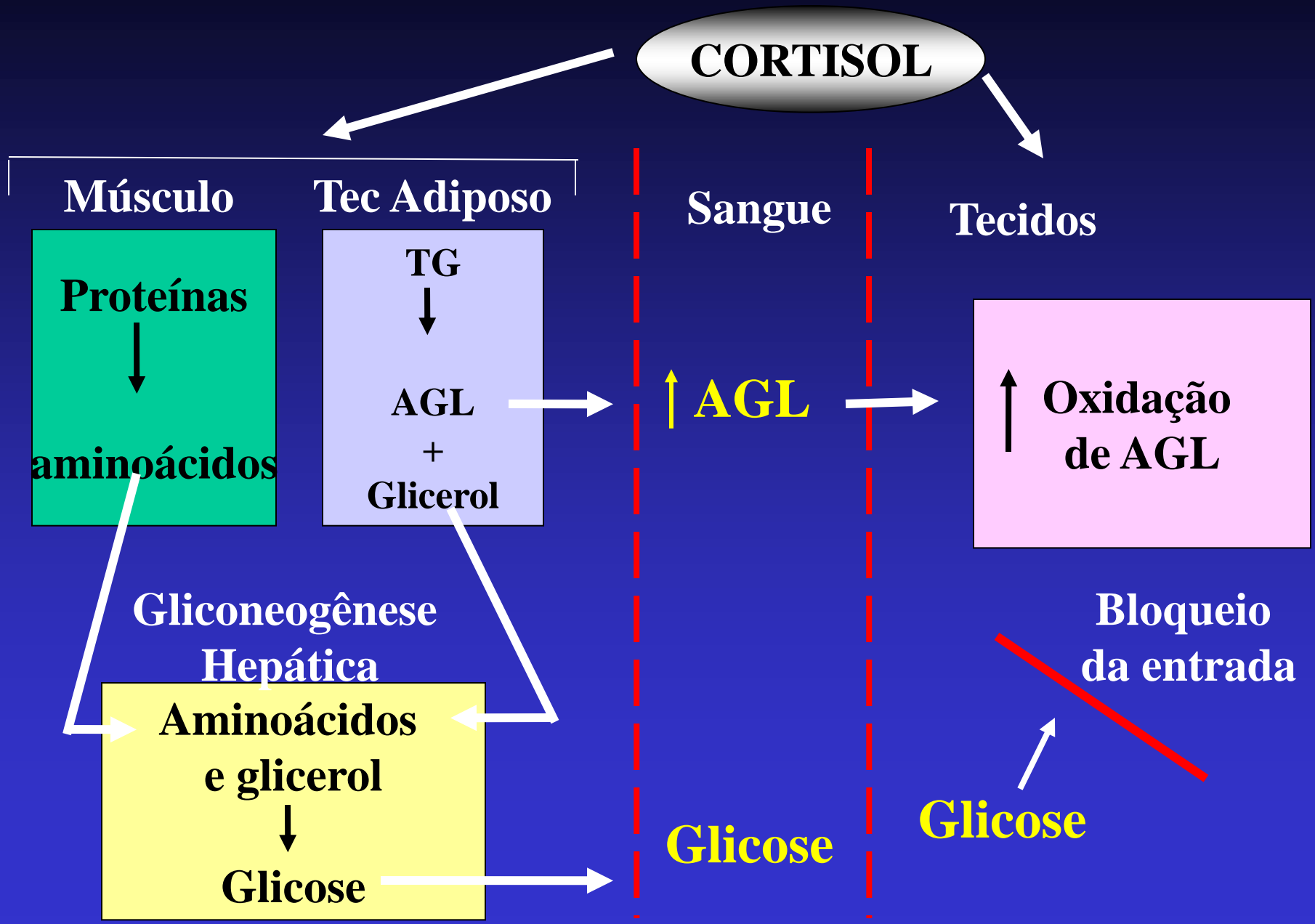
Córtex Adrenal

CORTISOL

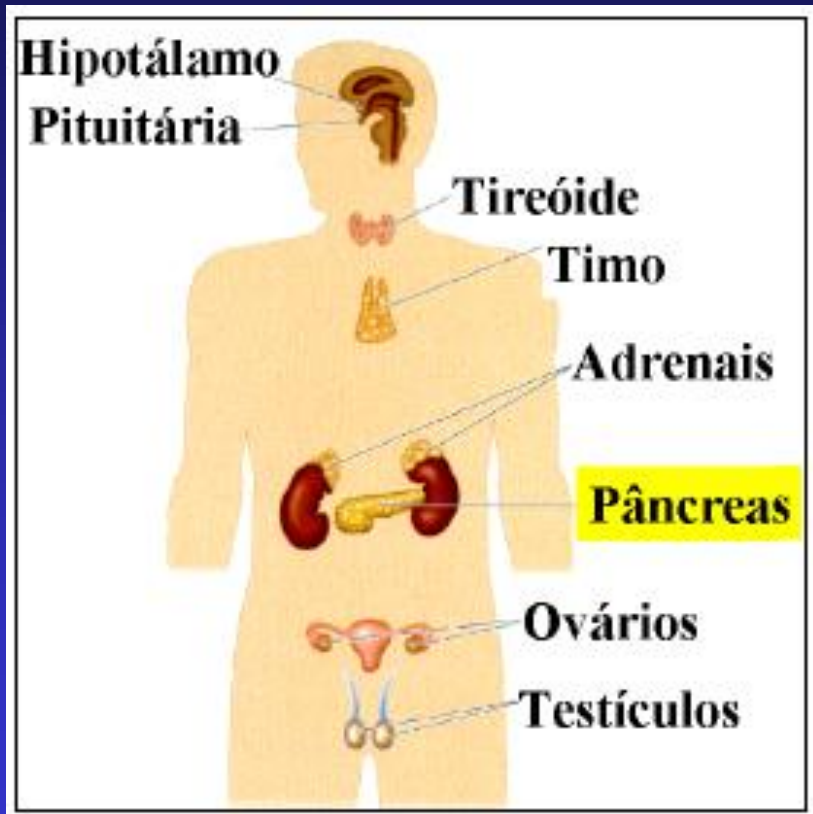
Exercício prolongado:

- **cortisol não aumenta significativamente desde o início**
- **age como antagonista da insulina inibe o uso de glicose e potencializa o uso de AGL**

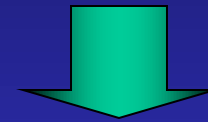
Cortisol: MANUTENÇÃO DA GLICEMIA MOBILIZAÇÃO DE SUBSTRATOS



Pâncreas e suas secreções



PÂNCREAS



**Insulina
e
Glucagon**

PÂNCREAS

Importante na regulação do nível de glicose no plasma.

Células BETA: secretam o hormônio **INSULINA**.

Principal função é reduzir a [glicose] no sangue.

Aumenta síntese de proteínas e gorduras.

Aumenta o transp de glicose (> GLUT4 membrana músc)

Aumenta a taxa de glicólise (> oferta energética).

Promove a glicogênese, lipogênese e proteogênes (rep).

Inibe a glicogenólise e a lipólise.

EFEITOS METABÓLICOS DA INSULINA

➤ **Metabolismo de Lípidos:**

↓ **Lipólise (T. Adiposo e muscular).**

↓ **Produção de corpos cetônicos (fígado).**

↑ **Lipogênese (T. adiposo e fígado).**

EFEITOS METABÓLICOS DA INSULINA

➤ **Metabolismo de Proteínas**

↑ **Transporte de aminoácidos: músculo e fígado).**

↑ **Proteogênese: (músculo, fígado e outros).**

↓ **Proteólise: (músculo).**

PÂNCREAS

Células ALFA: secretam o hormônio **GLUCAGON**.

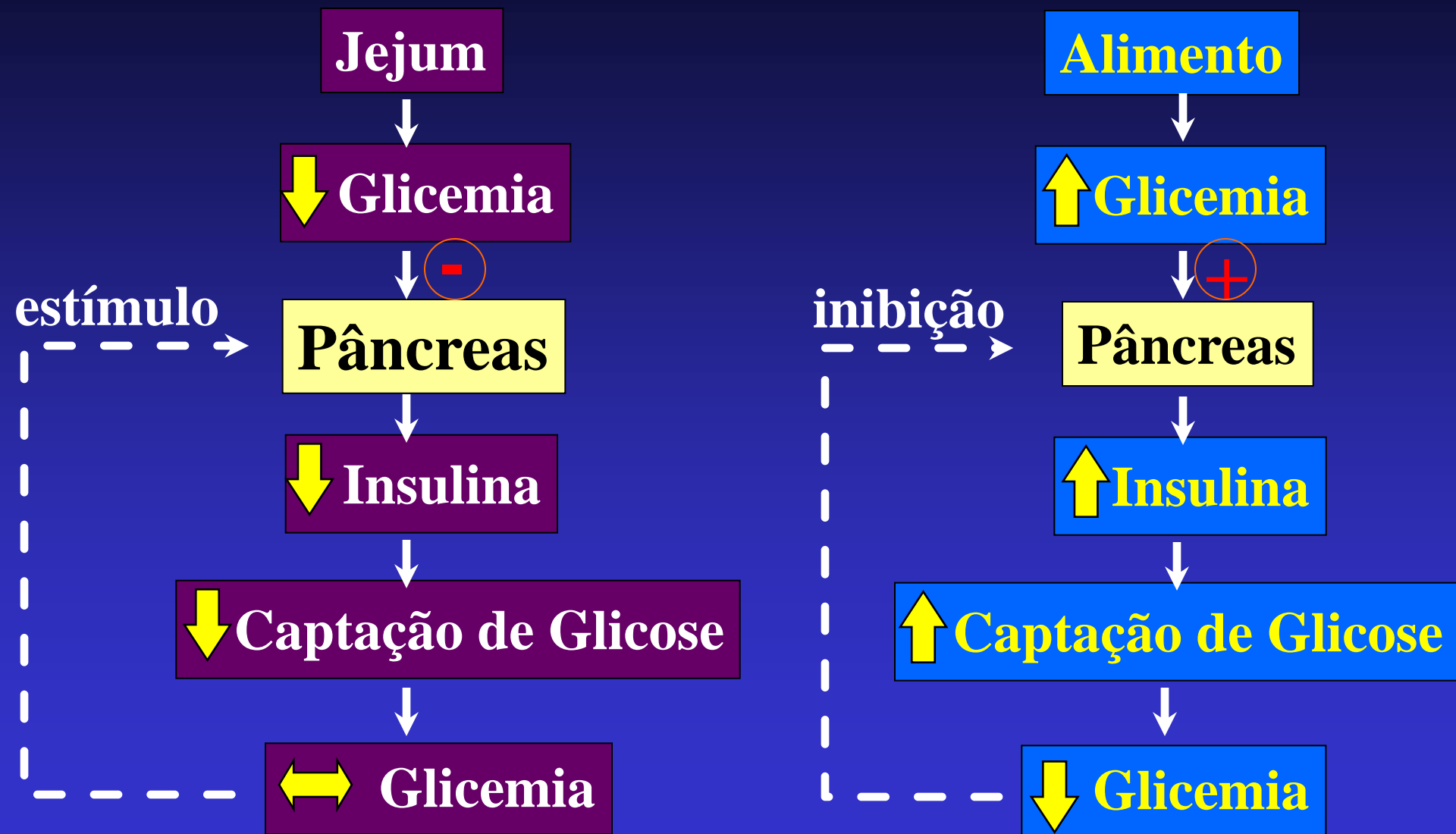
Principal função é aumentar a [glicose] no sangue.

Aumenta a glicogenólise hepática (> liberação).

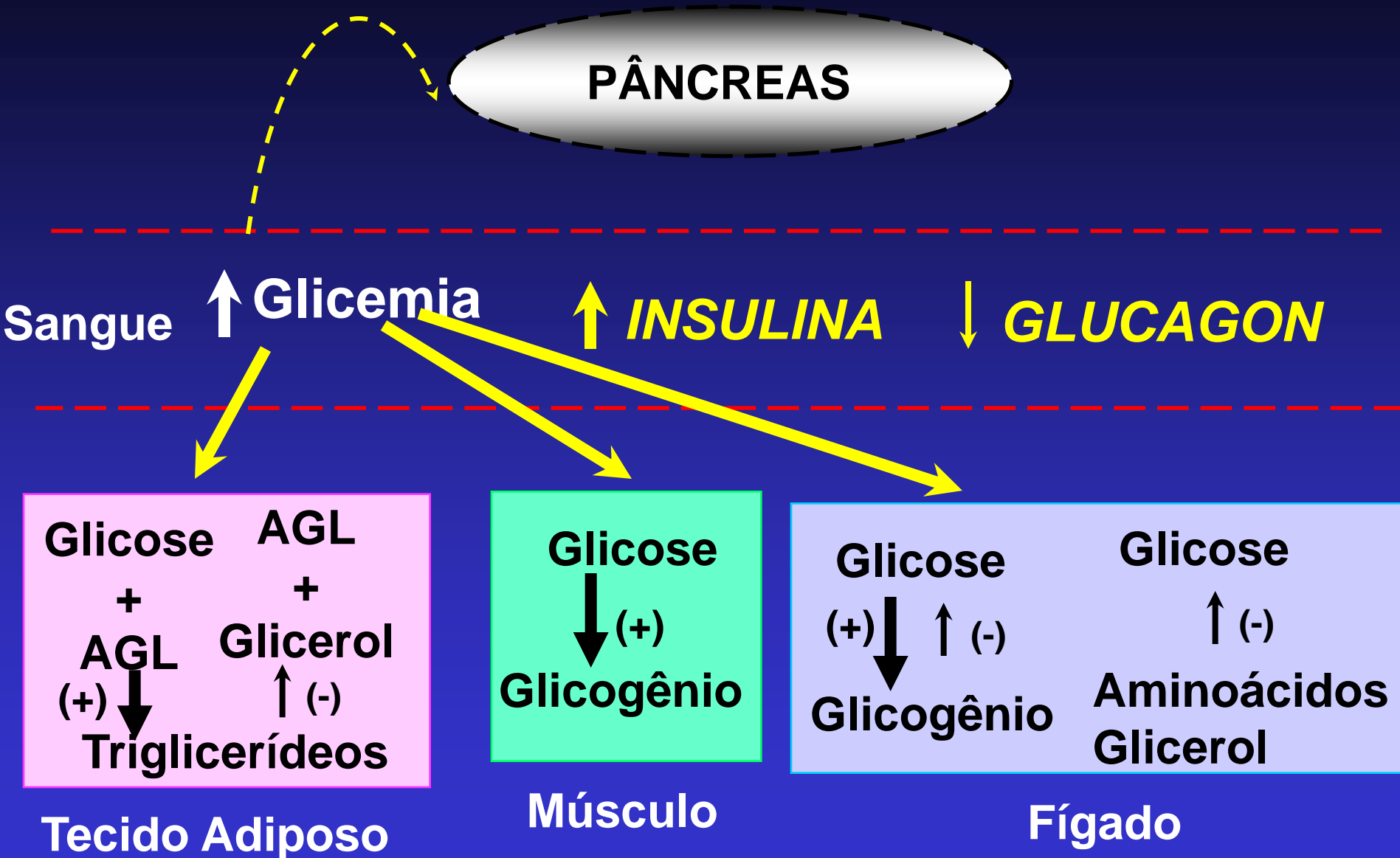
Aumenta a gliconeogênese.

inibe a glicogênese e a lipogênese.

HOMEOSTASE DE GLICOSE SANGÜÍNEA



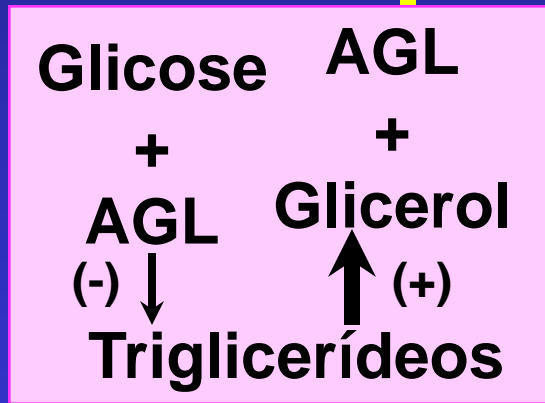
INSULINA e GLUCAGON: mobilização de Glicose e AGL



INSULINA e GLUCAGON: mobilização de Glicose e AGL



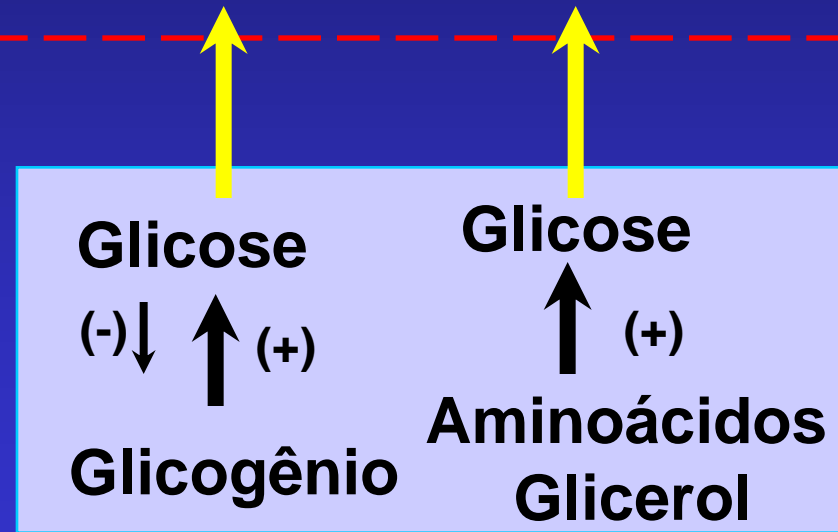
Sangue ↓ **INSULINA** ↑ **GLUCAGON** ↓ **Glicemia**



Tecido Adiposo

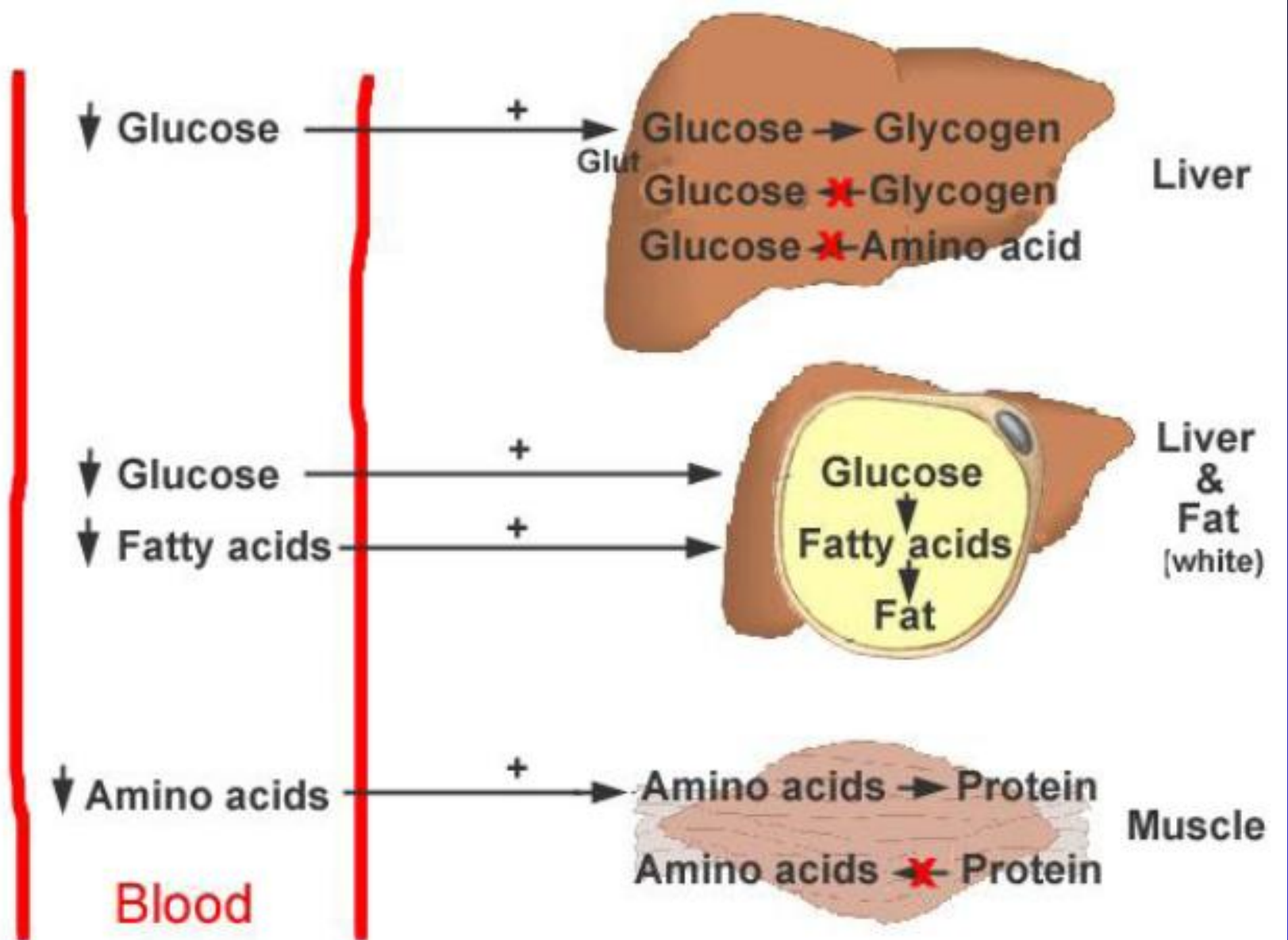


Músculo

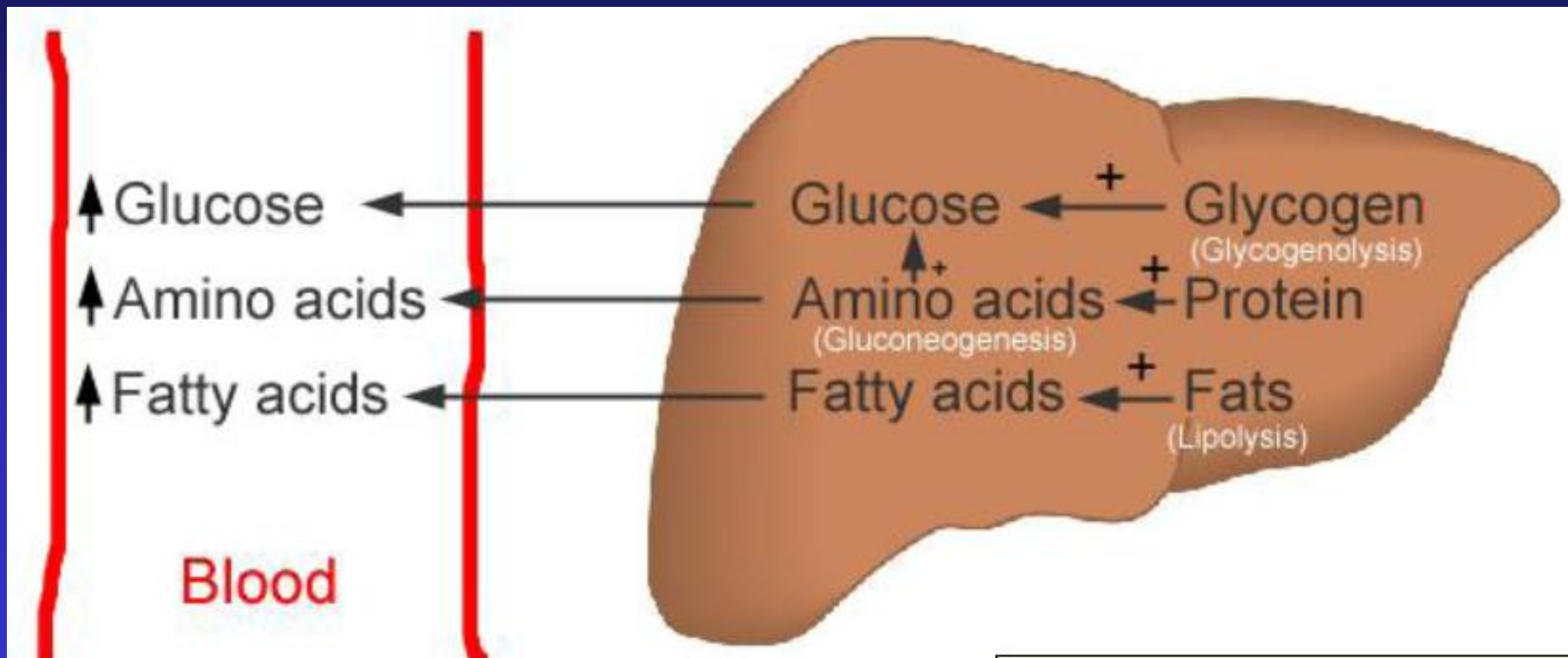


Fígado

Insulina armazena substratos energéticos

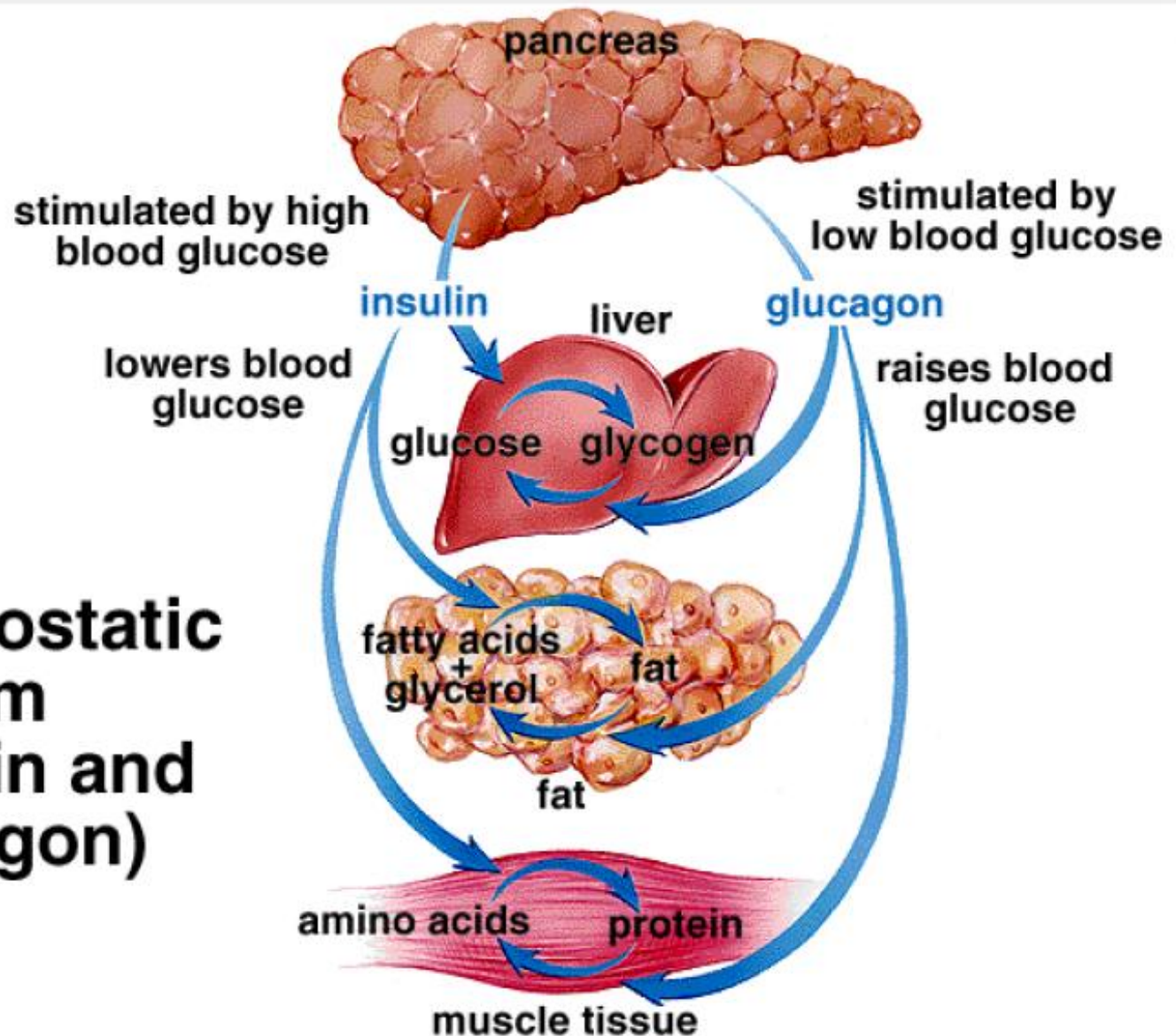


Glucagon mobiliza reservas energéticas

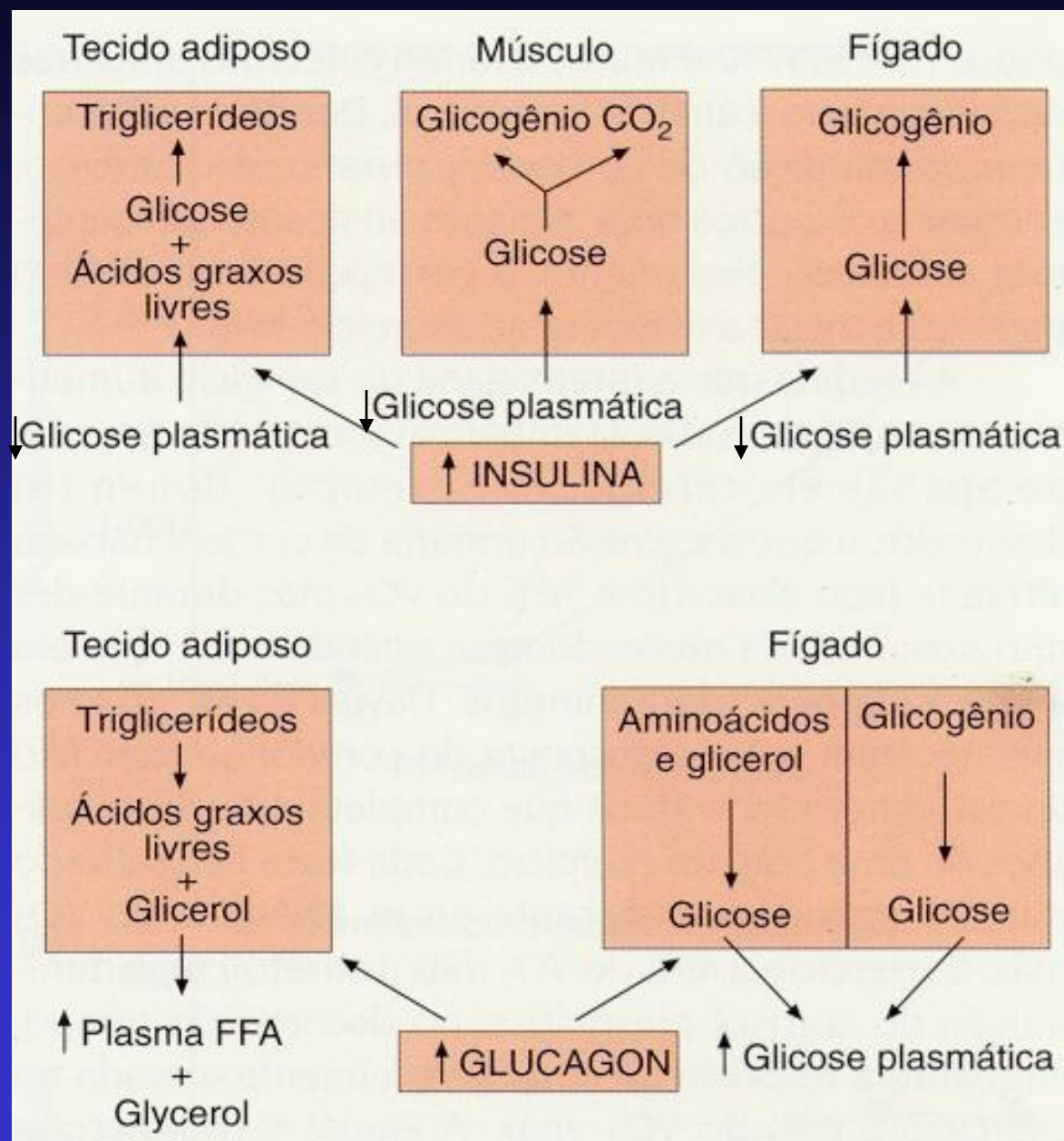


Efeitos metabólicos da Insulina e Glucagon

Homeostatic System (Insulin and Glucagon)

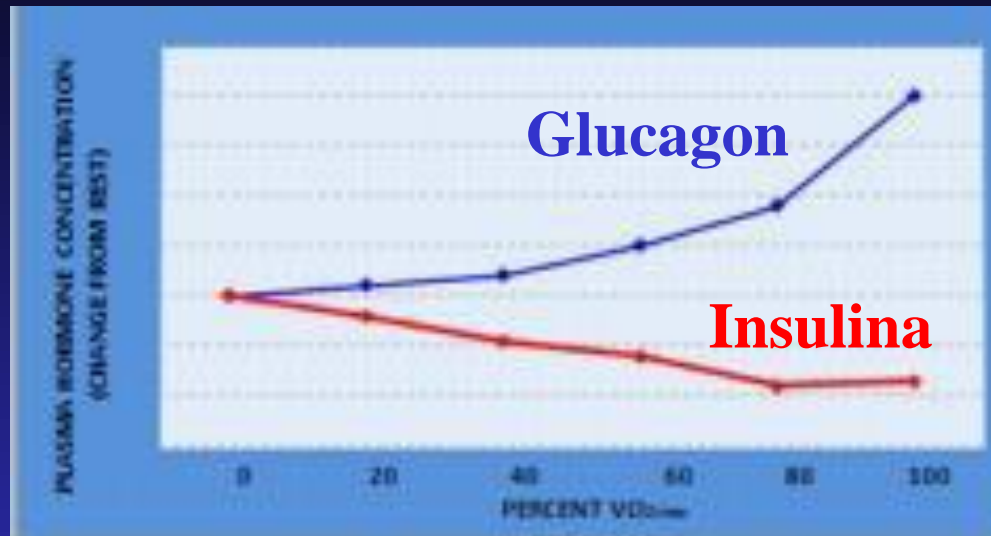


Papel da insulina e glucagon na manutenção da Glicemia

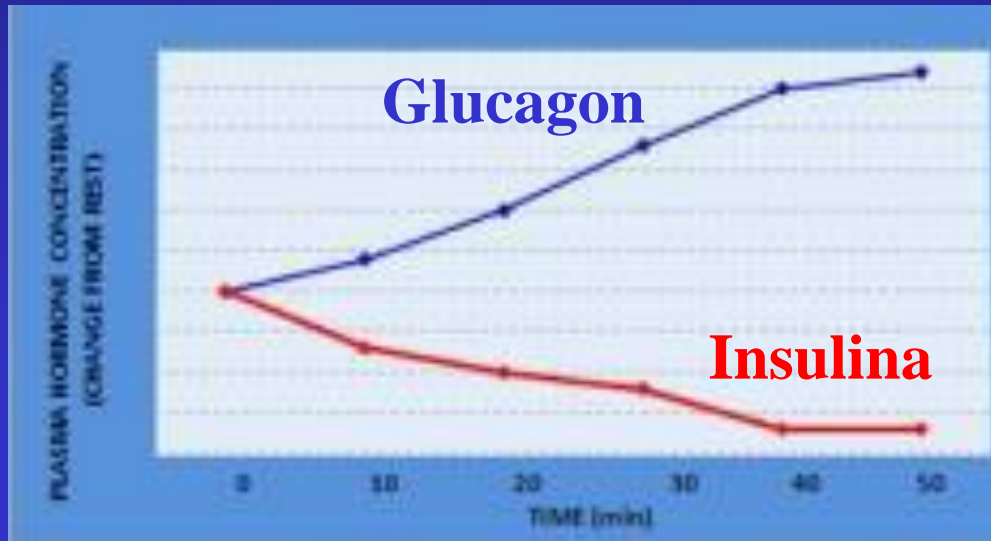


Liberação de Insulina e Glucagon no Exercício

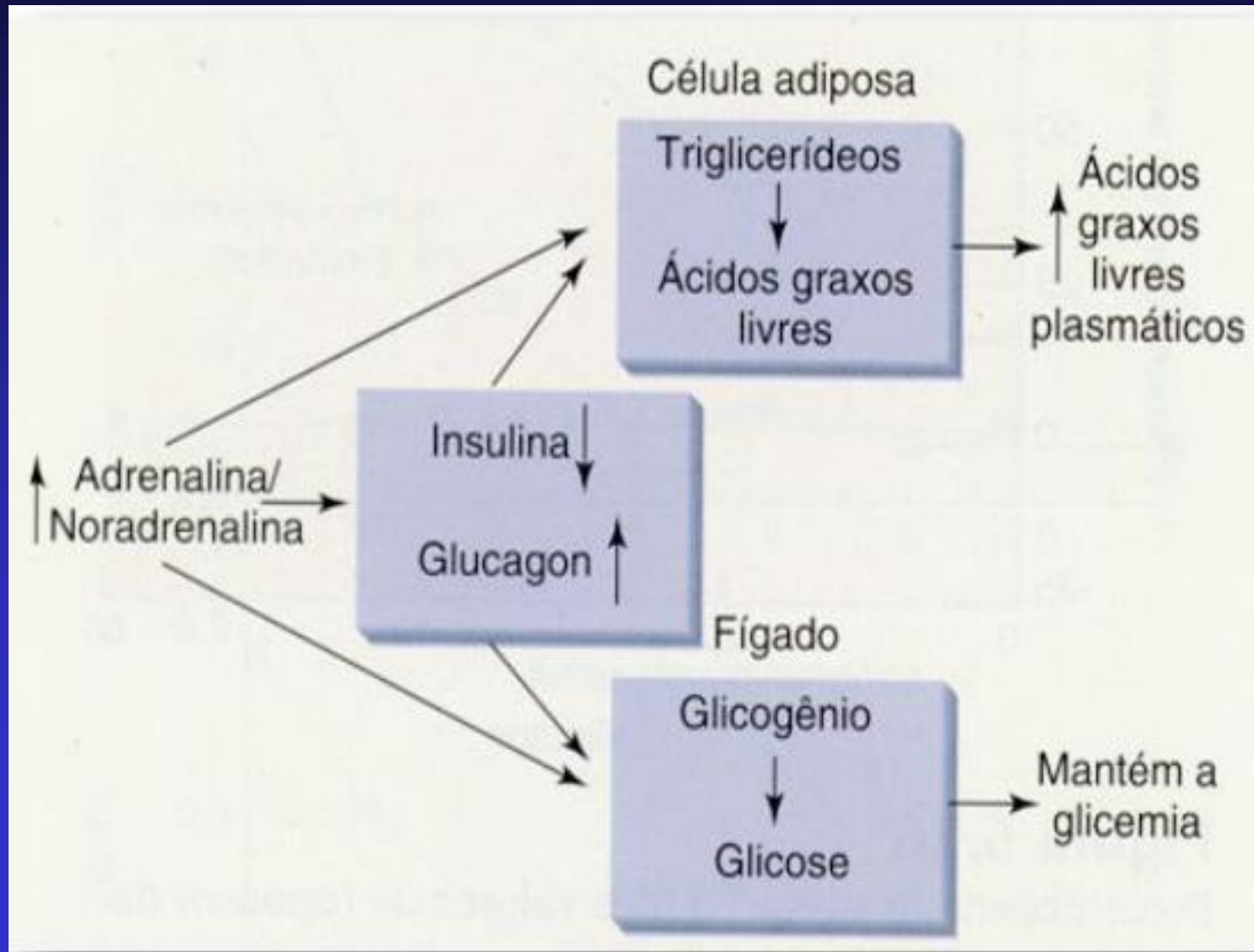
**Exercício
progressivo**



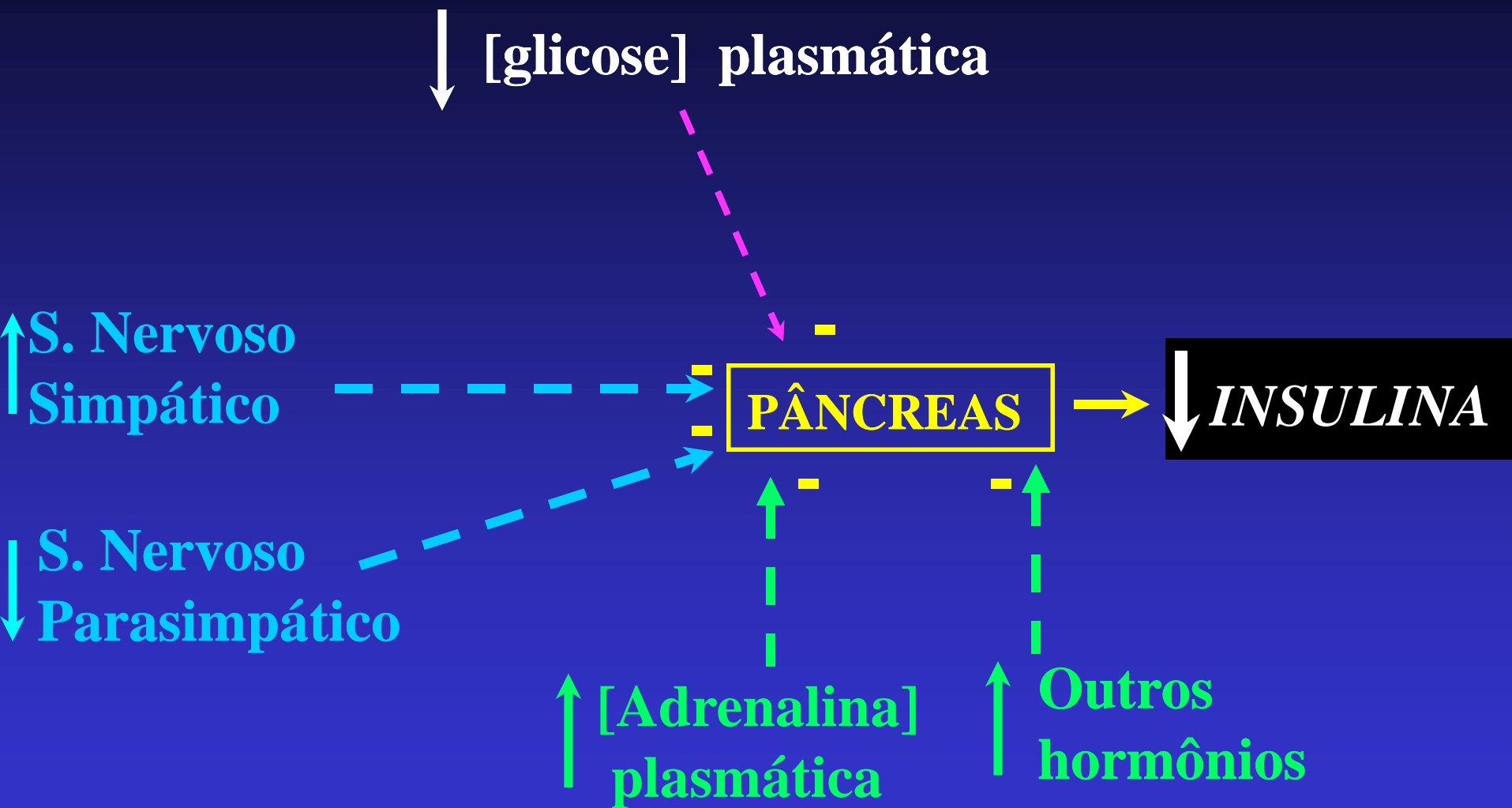
**Exercício
prolongado**



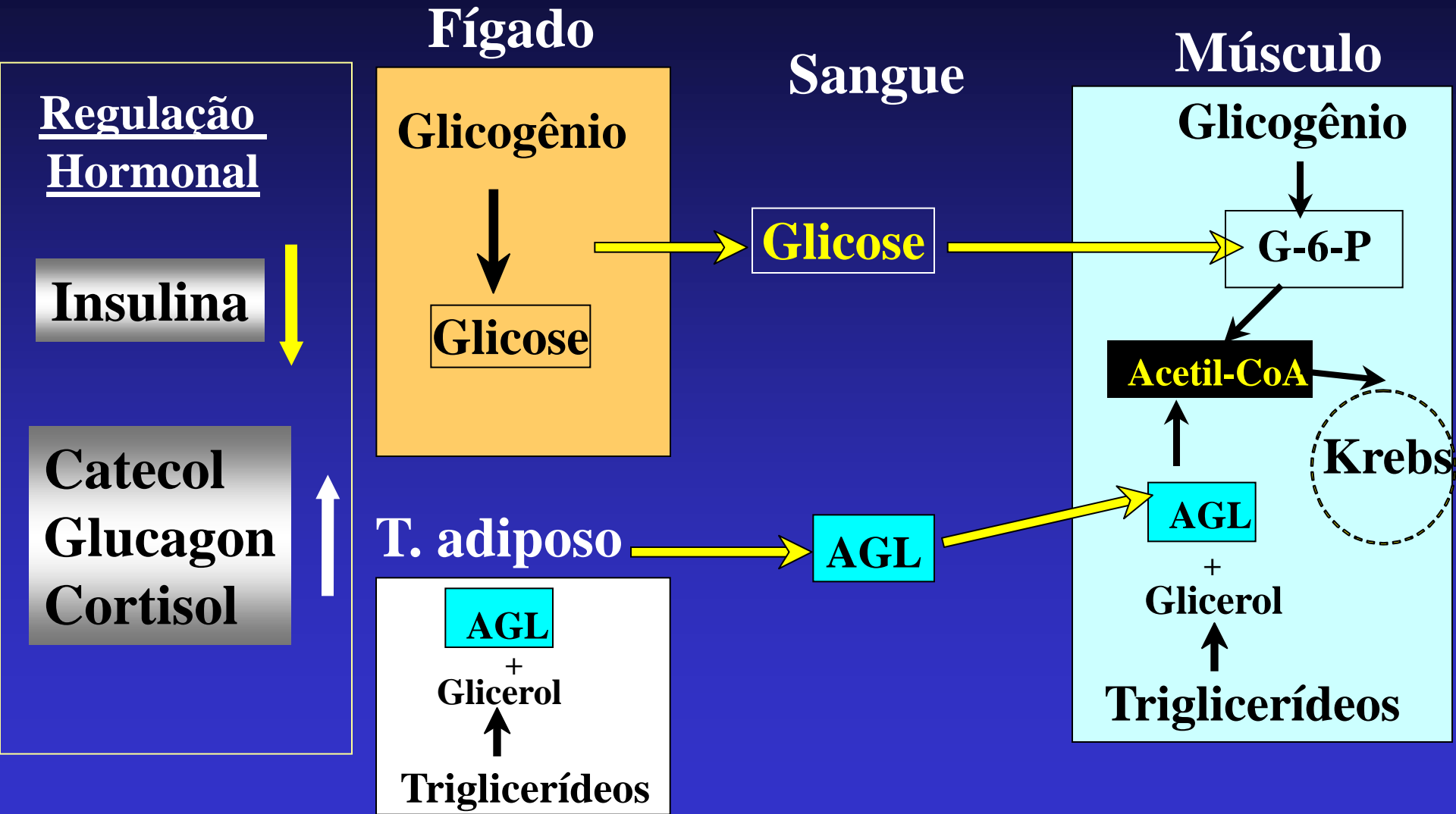
Efeitos da atividade simpática aumentada sobre o metabolismo de glicose e gordura durante o exercício físico aeróbico



SECREÇÃO DE INSULINA NO EXERCÍCIO



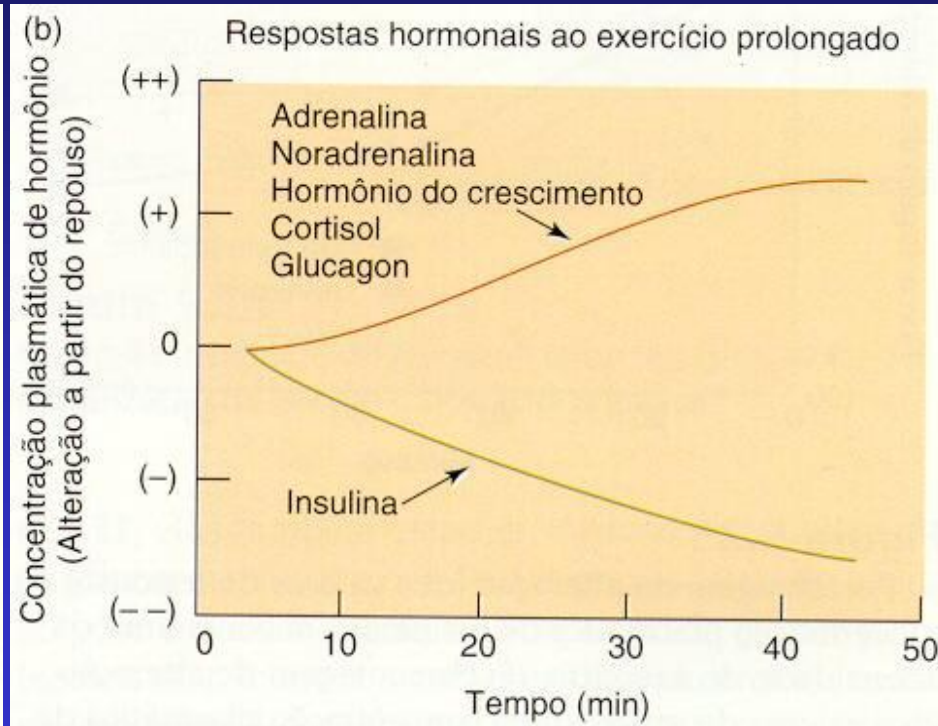
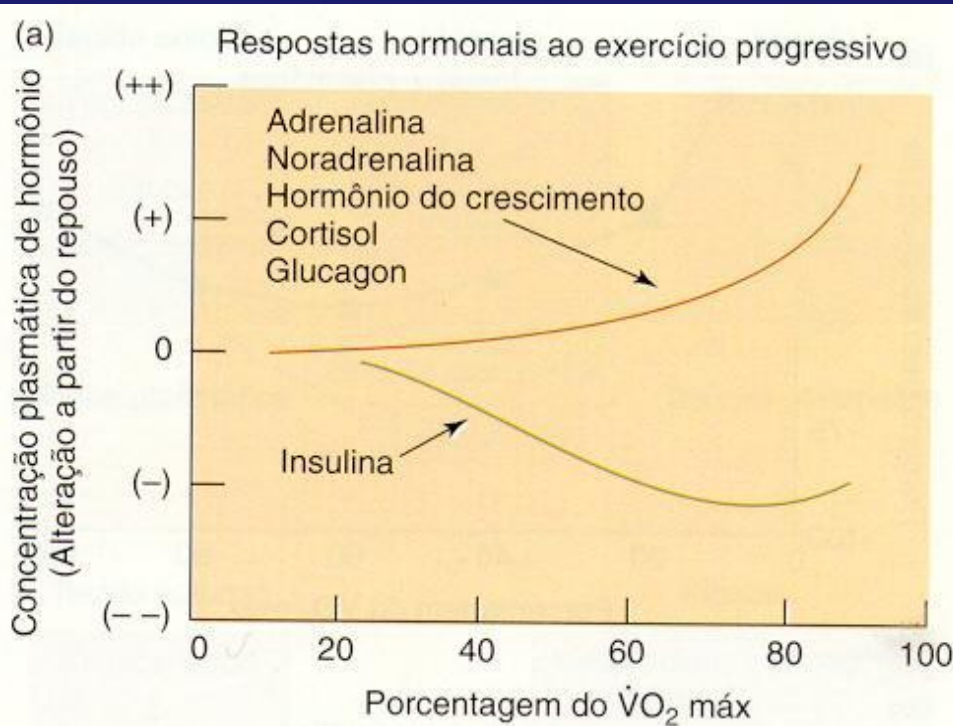
Metabolismo Durante o Exercício



Resumo da Resposta Hormonal no Exercício

Efeito da intensidade

Efeito da duração



SUMÁRIO DOS EFEITOS METABÓLICOS DOS HORMÔNIOS

INSULINA

Captação de glicose
Glicólise e glicogênese (repouso)
Lipogênese (rep)
Diminuição da glicemia
Inibição da lipólise

INSULINA E GH: Proteogênese (repouso)

GLUCAGON; NA e Ad (não específicos): Glicogenólise Hepática

GLUCAGON: Gliconeogênese Hepática

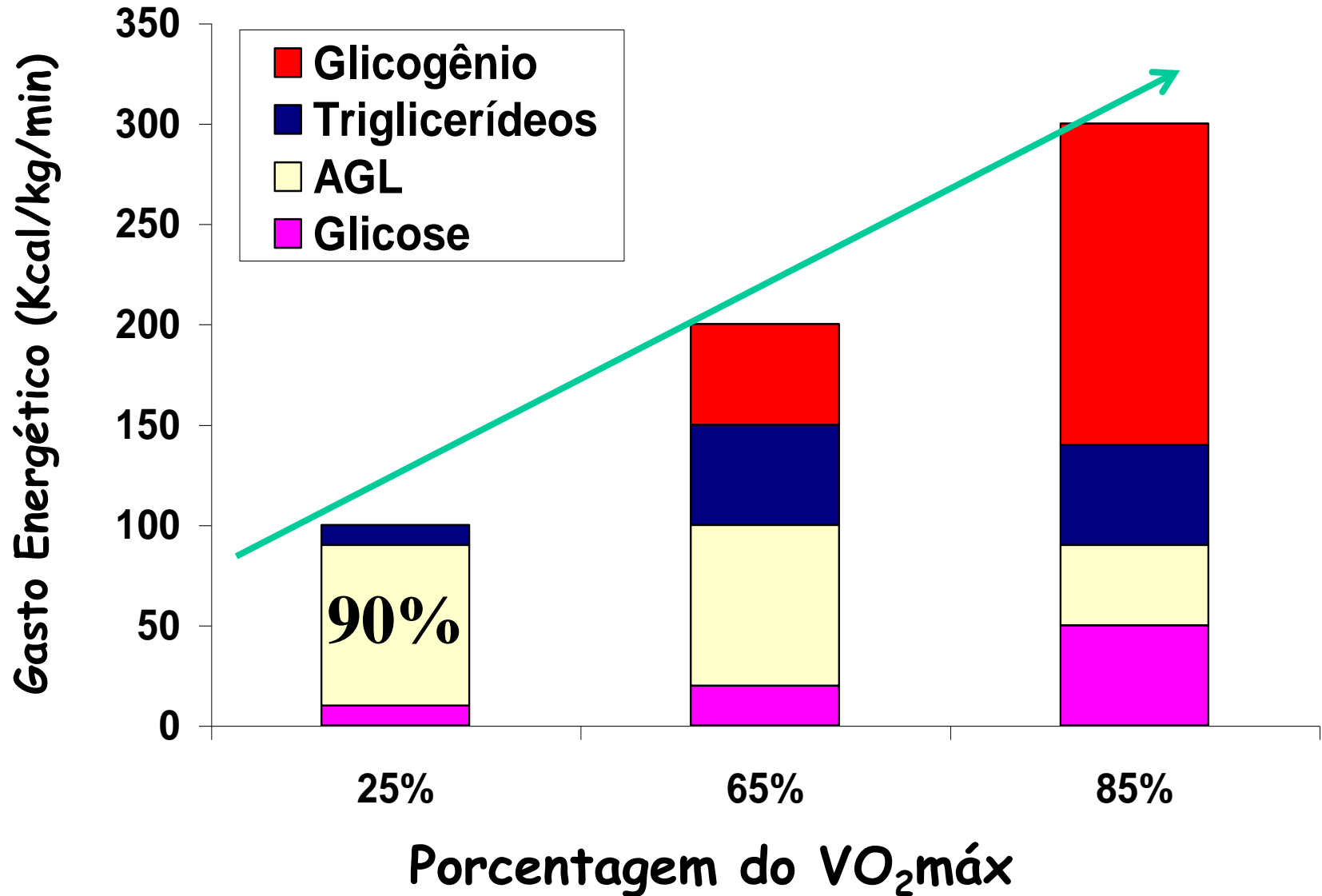
CATECOLAMINAS, GH, CORTISOL: Lipólise

CORTISOL: Proteólise

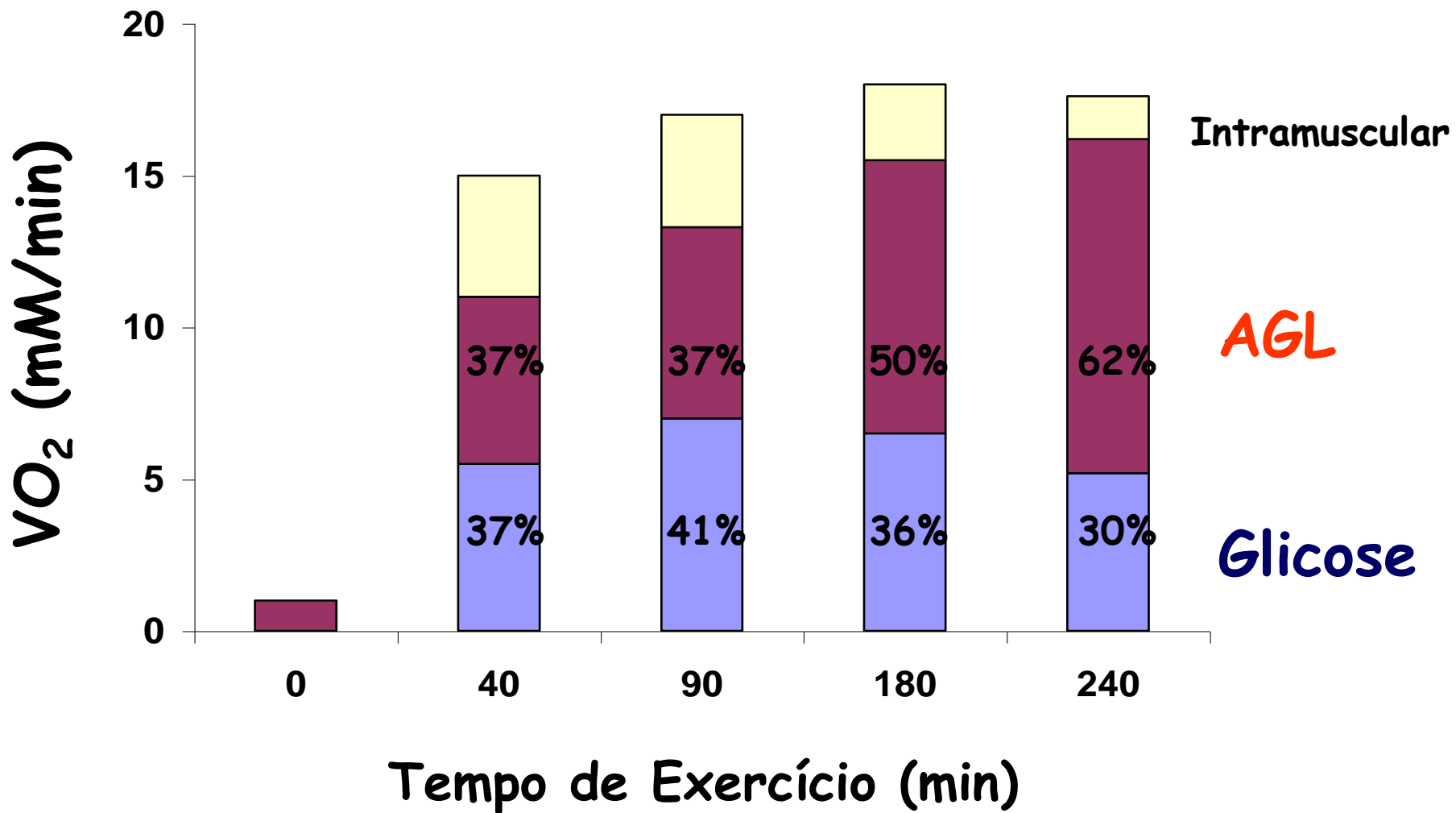
**GLUCAGON, CATECOL, CORTISOL: Aumento da glicemia: direto
indireto**

GH, CATECOLAMINAS, CORTISOL: Inibição da captação de glicose

Efeito da Intensidade do Exercício na Utilização de Substrato



Efeito da Duração na Utilização de Substratos (30% VO_2 máx)



FATORES DETERMINANTES DAS RESPOSTAS AO EXERCÍCIO FÍSICO

EXERCÍCIO

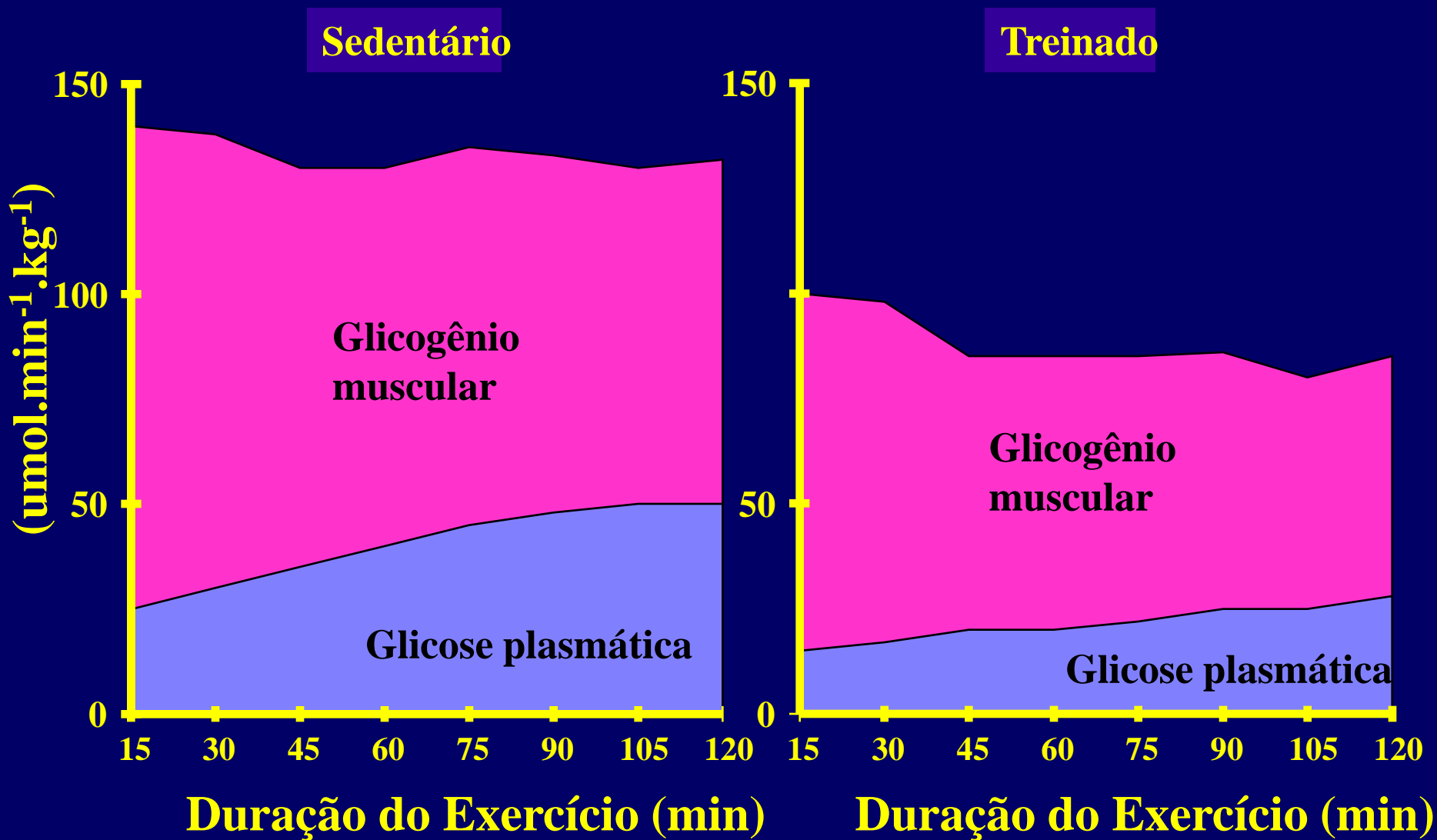
- Intensidade
- Duração
- Tipo

INDIVÍDUO

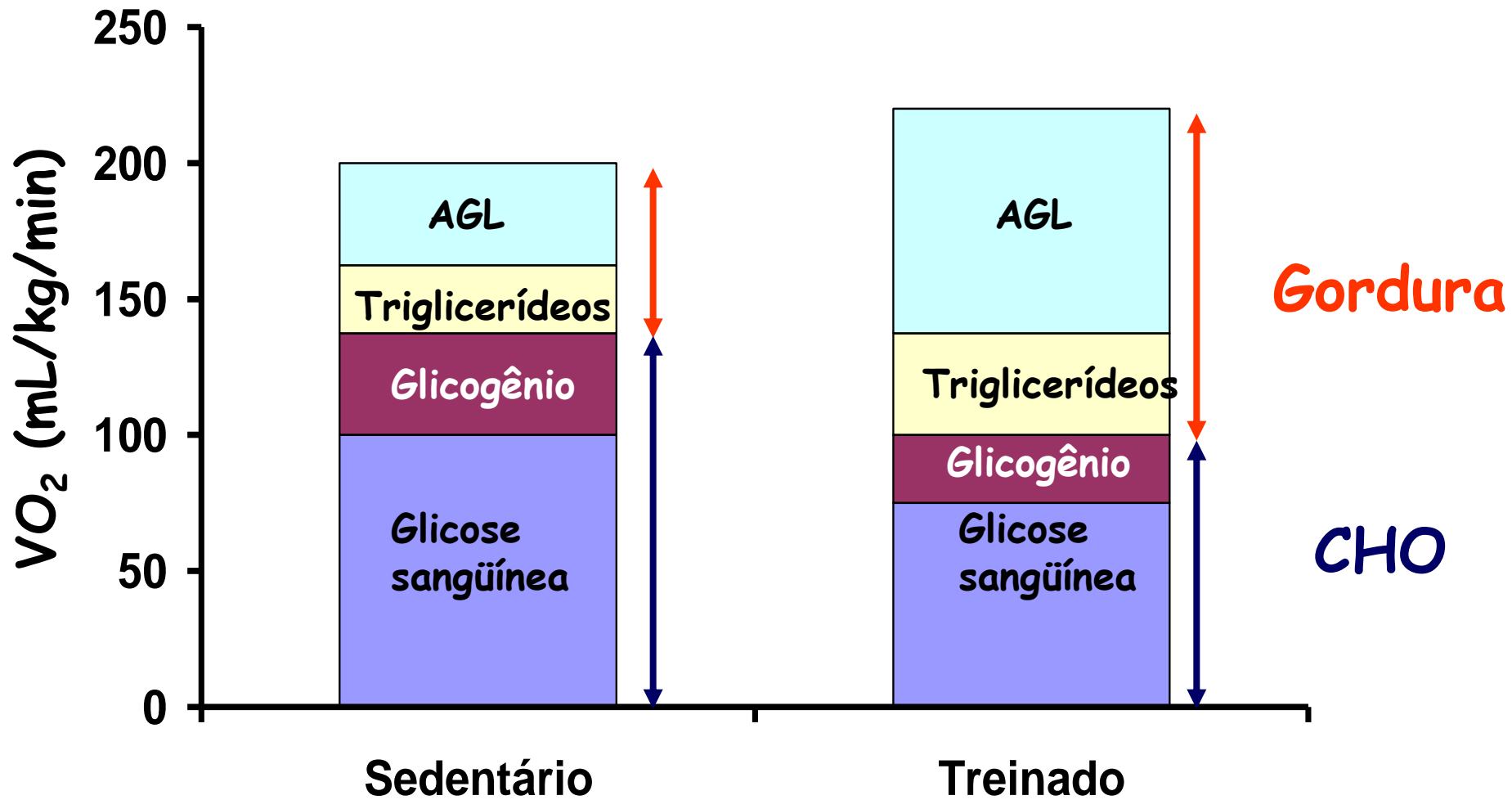
- Idade
- Estado de saúde
- Nível de treinamento
- Nutrição

SLIDES EXTRAS

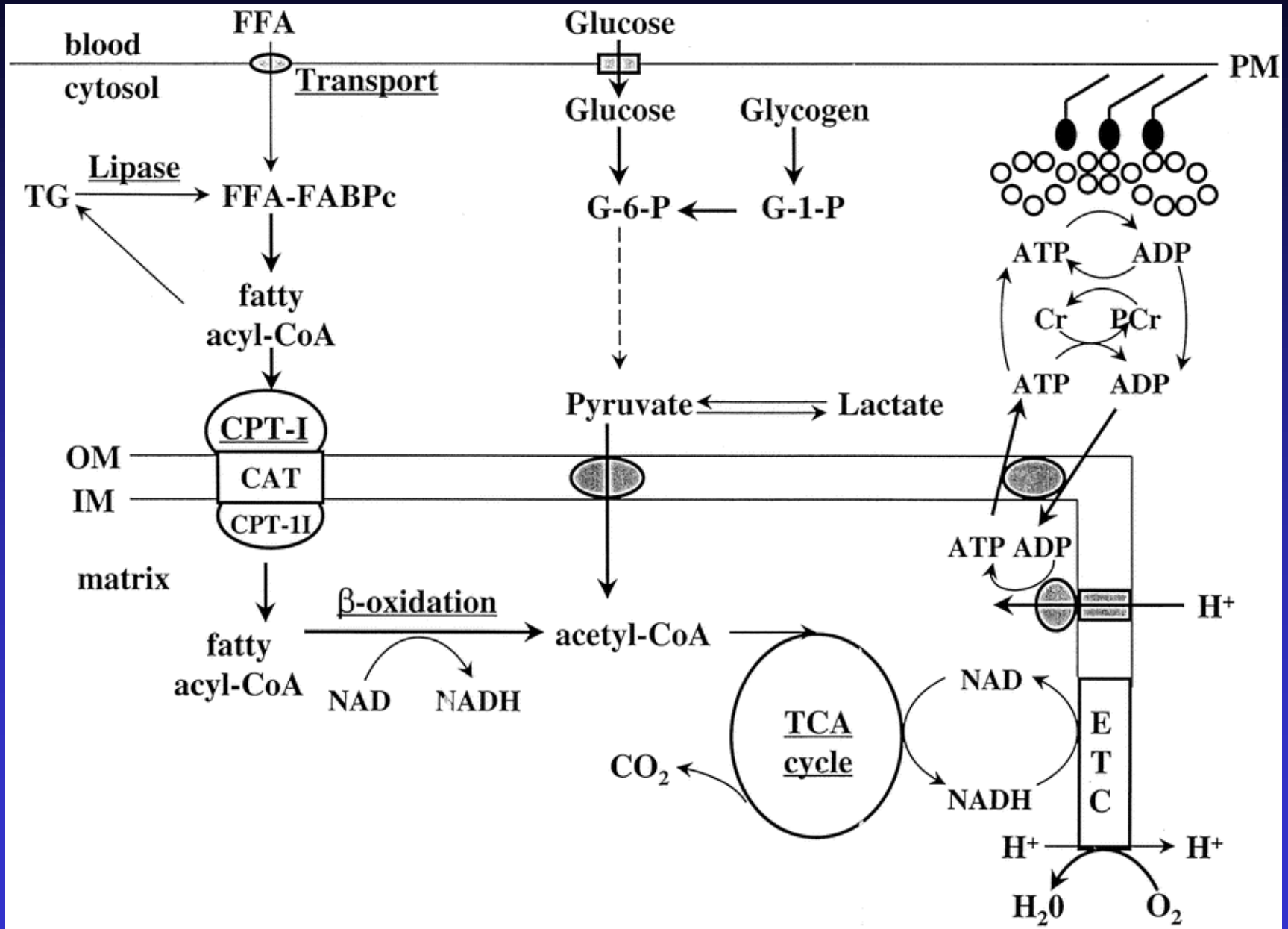
Treinamento Físico e Oxidação de Carboidratos



Contribuição dos Substratos Energéticos (Mesma Intensidade Relativa)

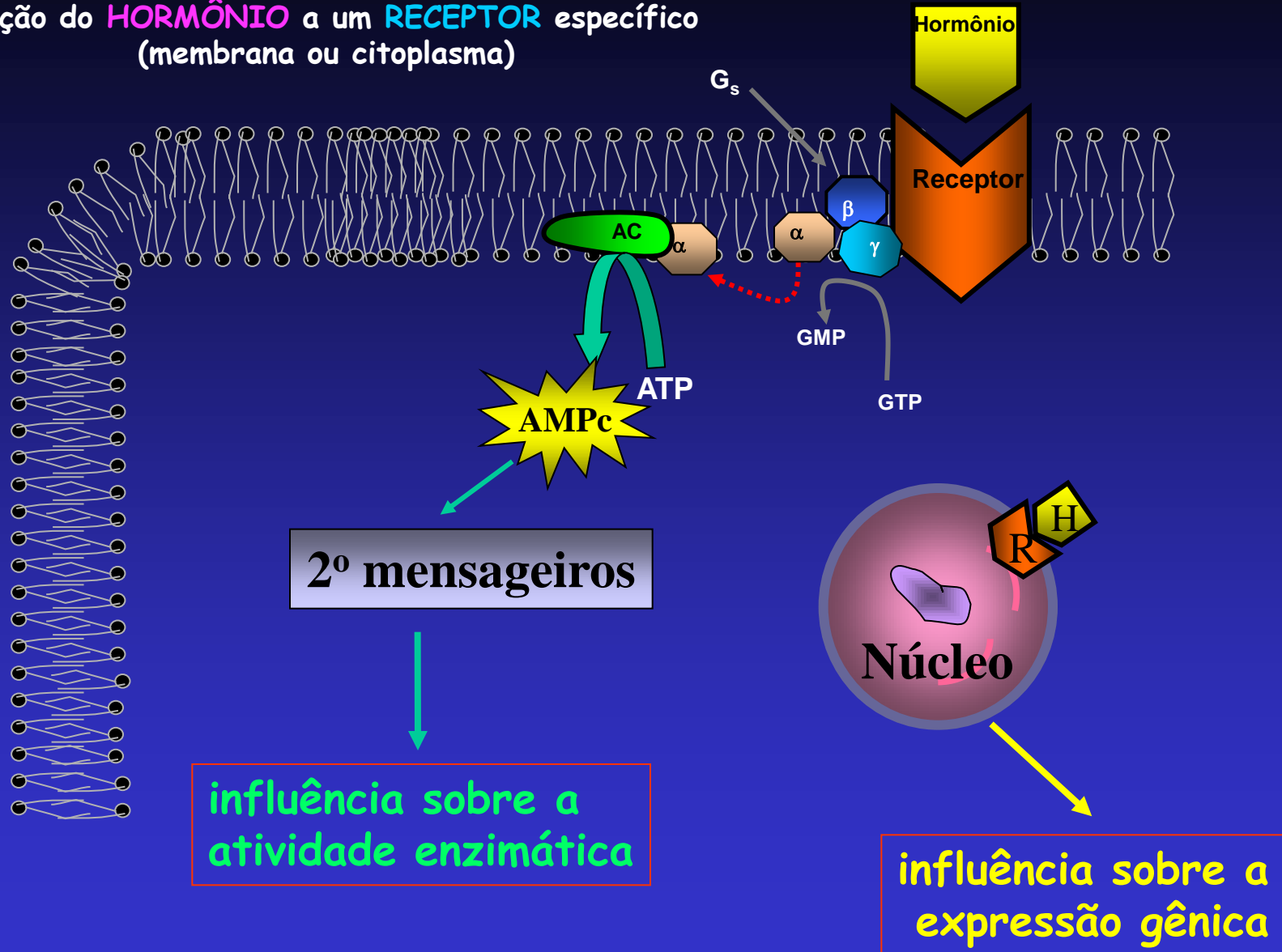


METABOLISMO ENERGÉTICO MUSCULAR



MECANISMO DE AÇÃO HORMONAL

Ligação do **HORMÔNIO** a um **RECEPTOR** específico
(membrana ou citoplasma)



Papel metabólico: mudar o fluxo de uma via metabólica