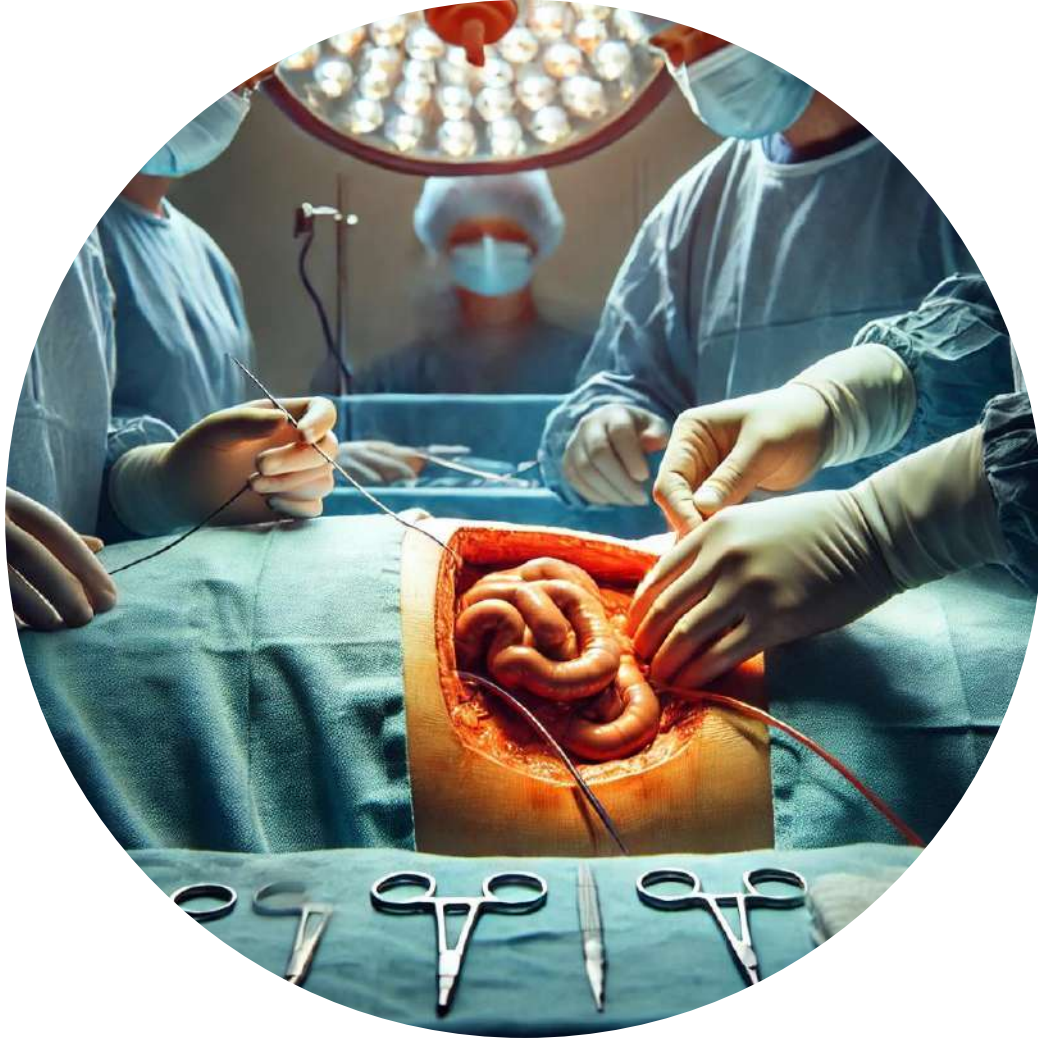


Resposta Endócrino
Metabólica
Imunológica do
Trauma - REMIT

- Dr. Jayme A Bertelli
- Disciplina de Técnica Operatória e Cirurgia Experimental
- Universidade Federal de Santa Catarina - 2024





Objetivos da REMIT

Manter a perfusão tecidual

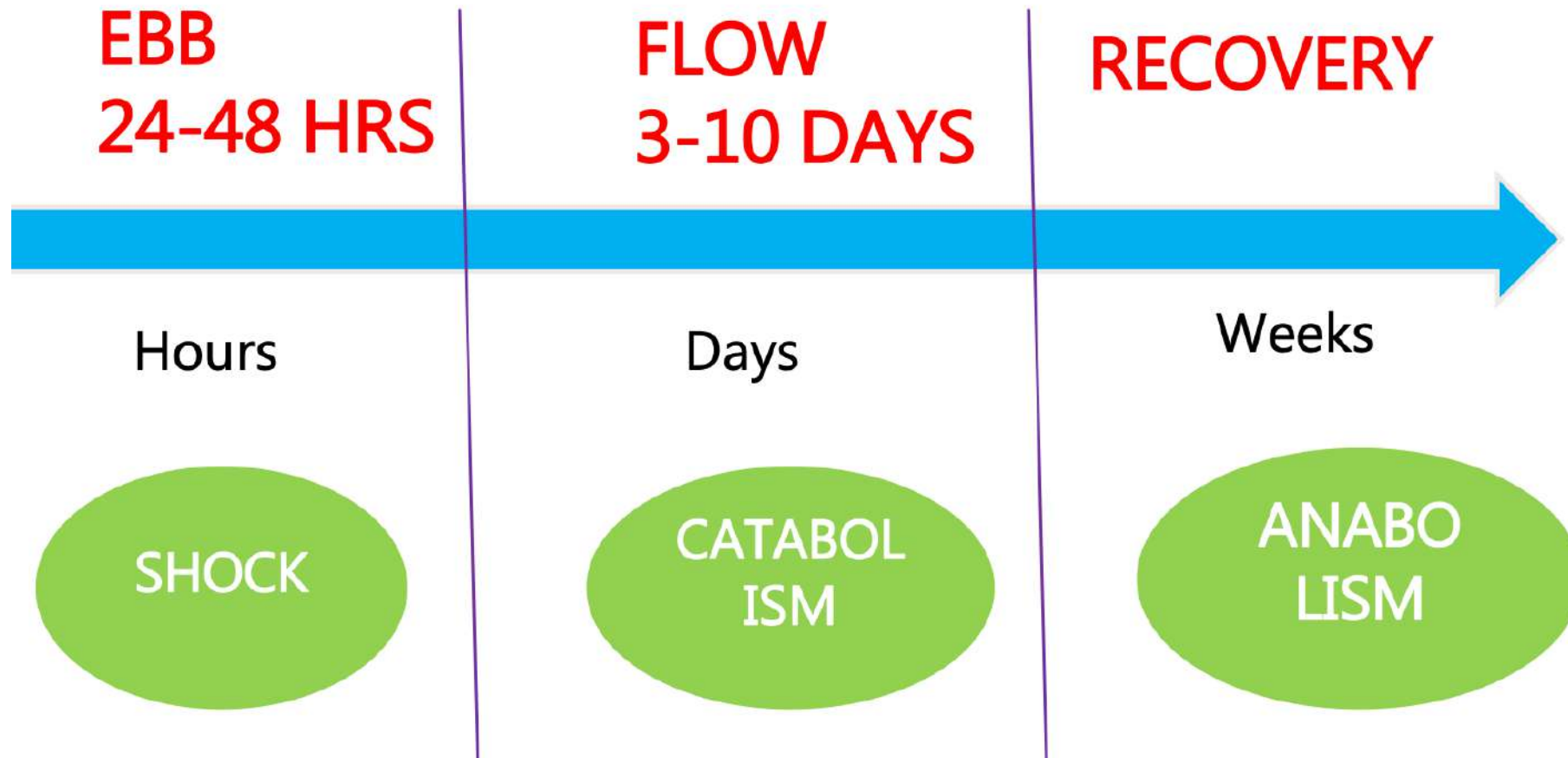
Aporte energético

Promover a reparação tecidual

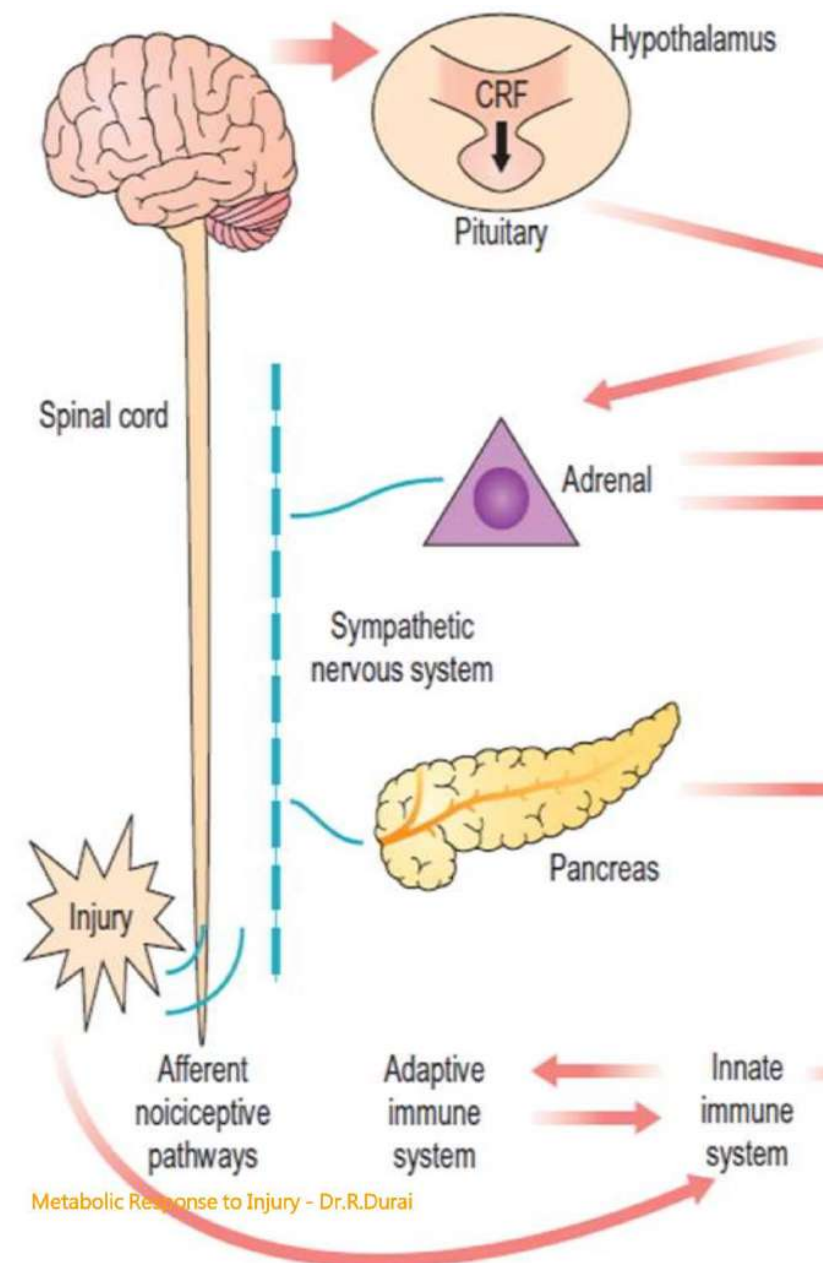
Controlar a proliferação de
microrganismos

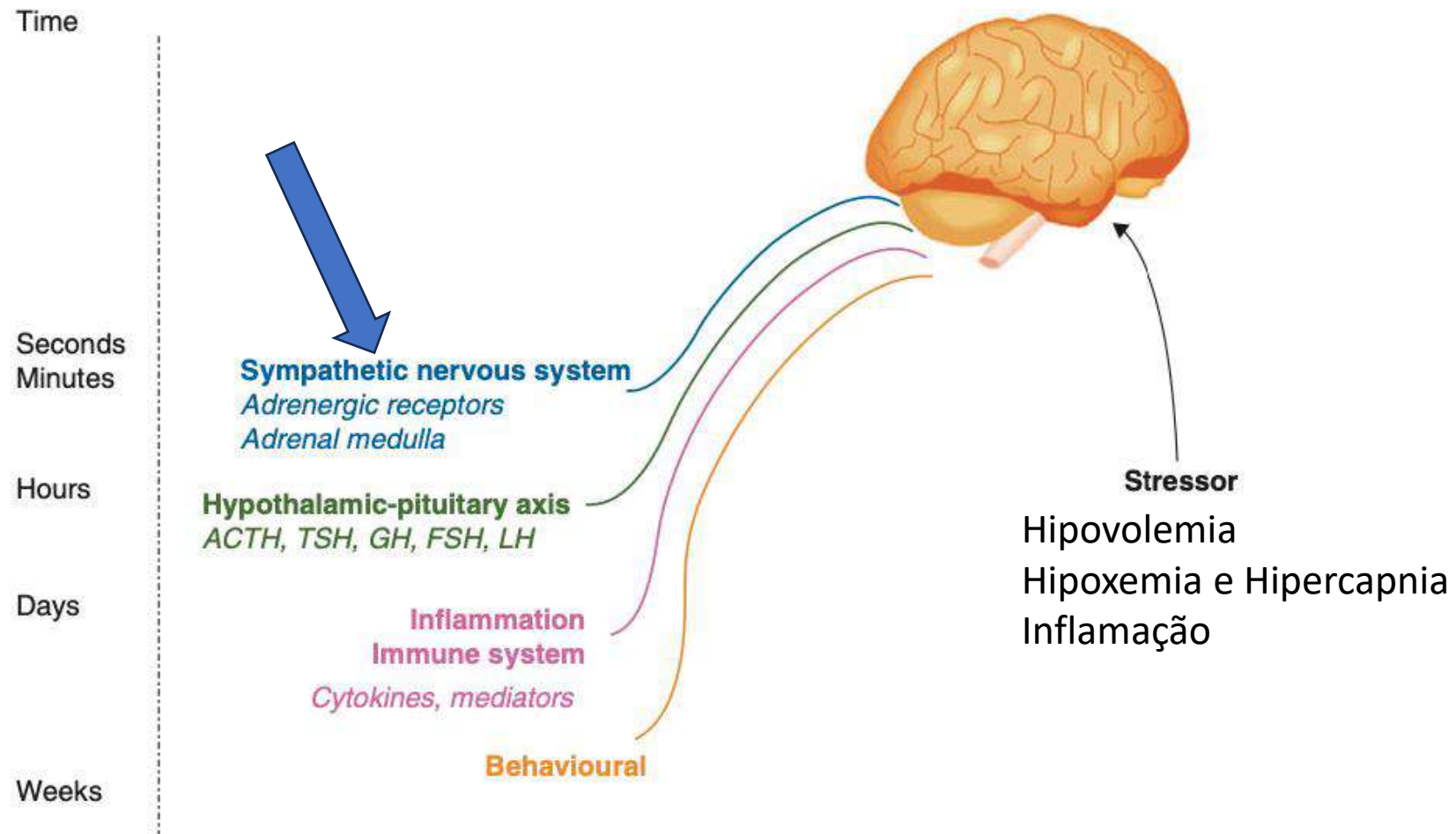


Fases da REMIT – (Cuthbertson – 1930)

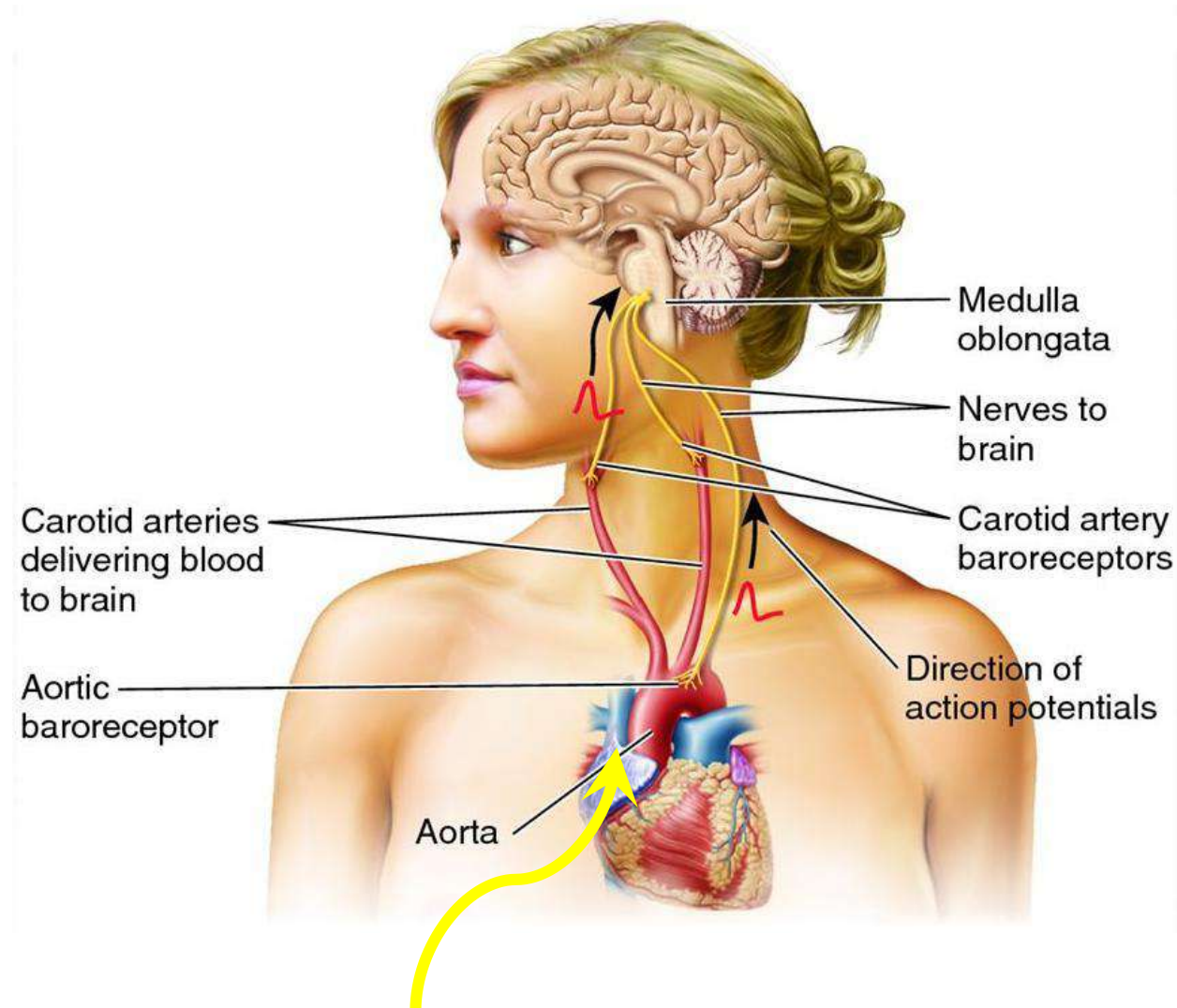


Ativação do Sistema Simpático





Baroreceptores



Atrio direito – receptores de volume

Órgãos Alvos



BRAIN



HEART

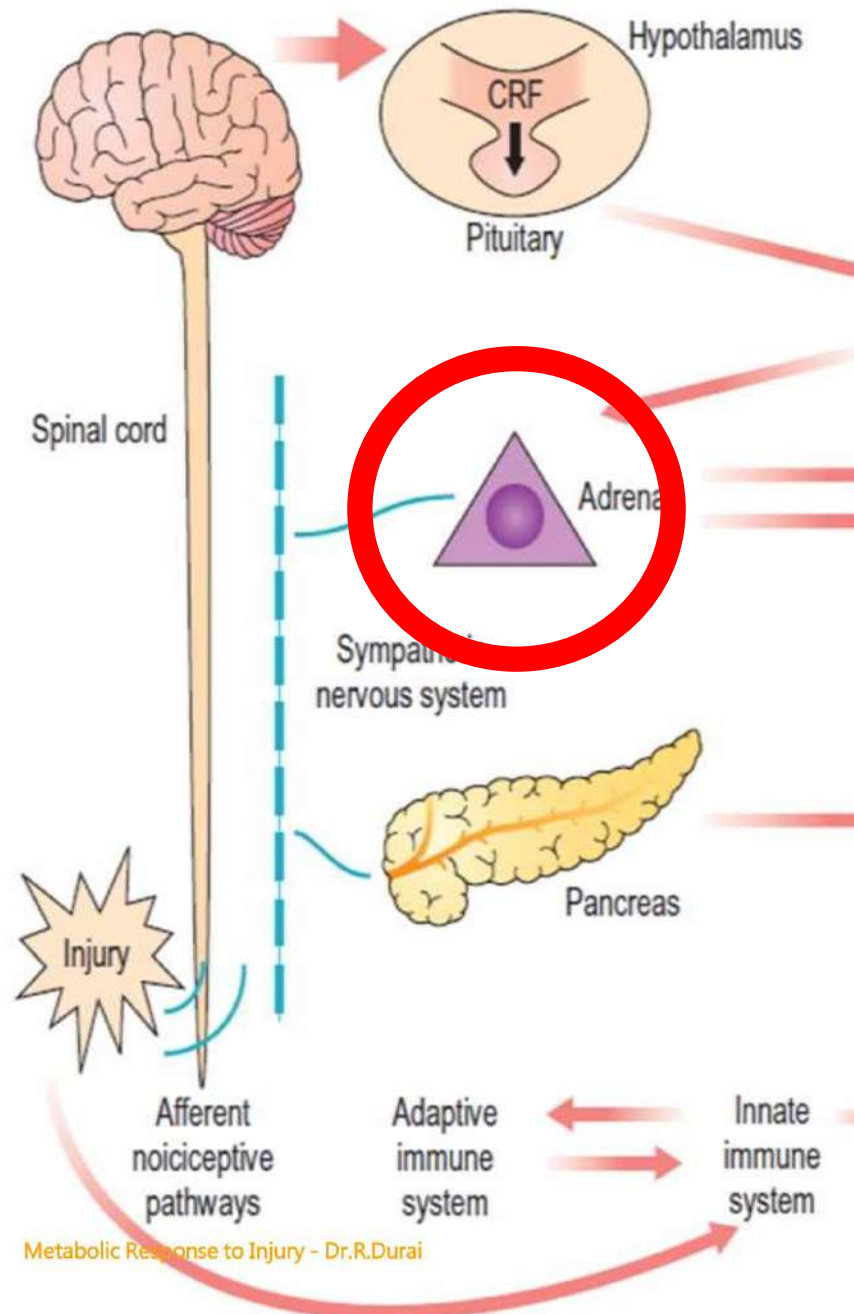
Catecolaminas

Noradrenalina

Adrenalina

Dopamina

Níveis Elevados 12-24hs

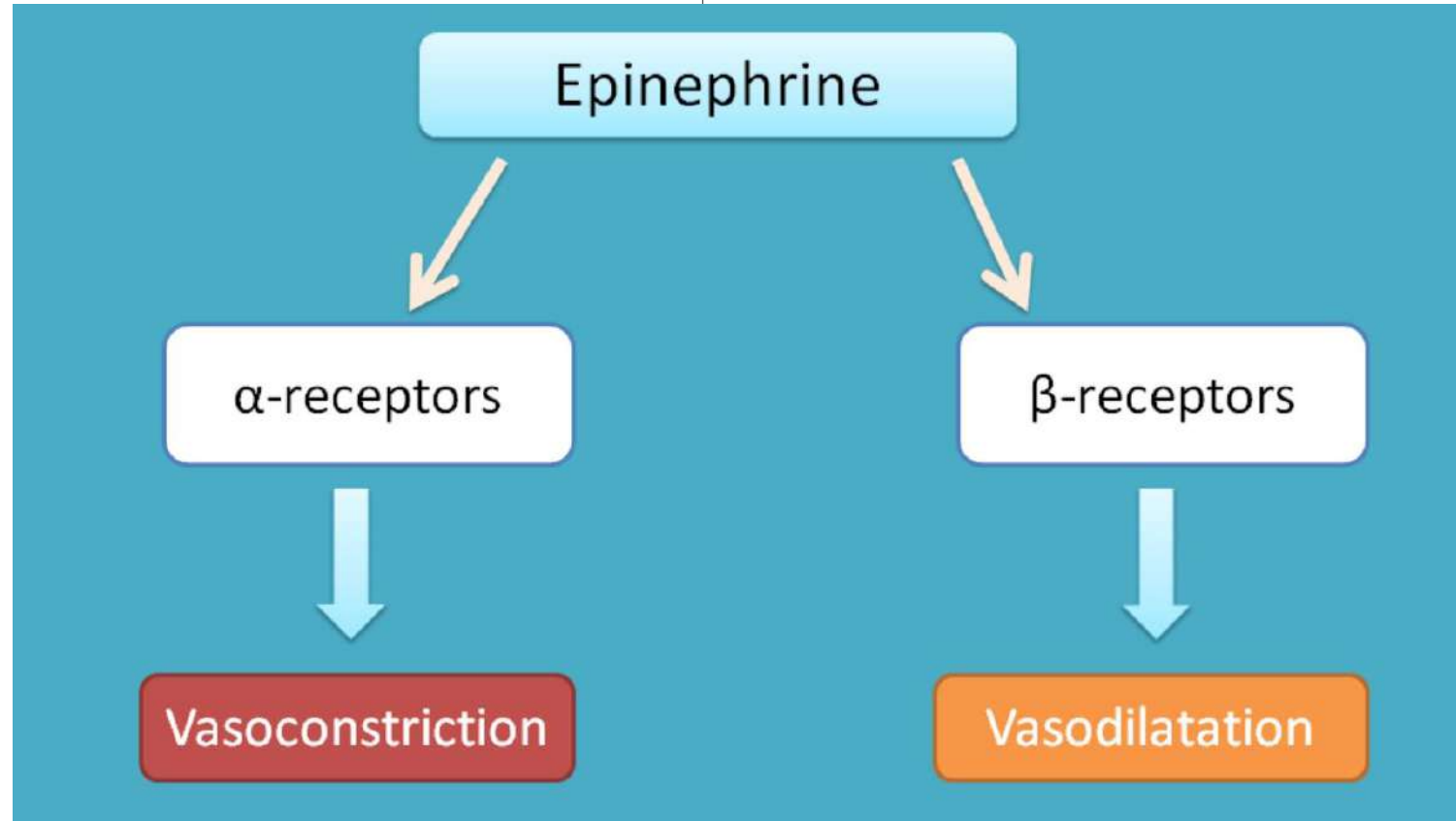


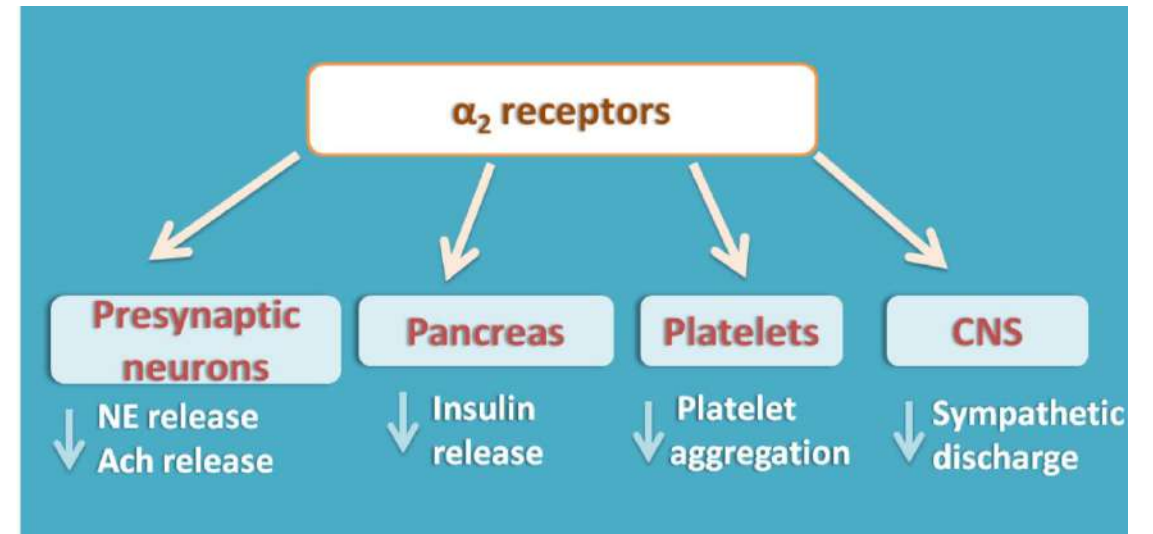
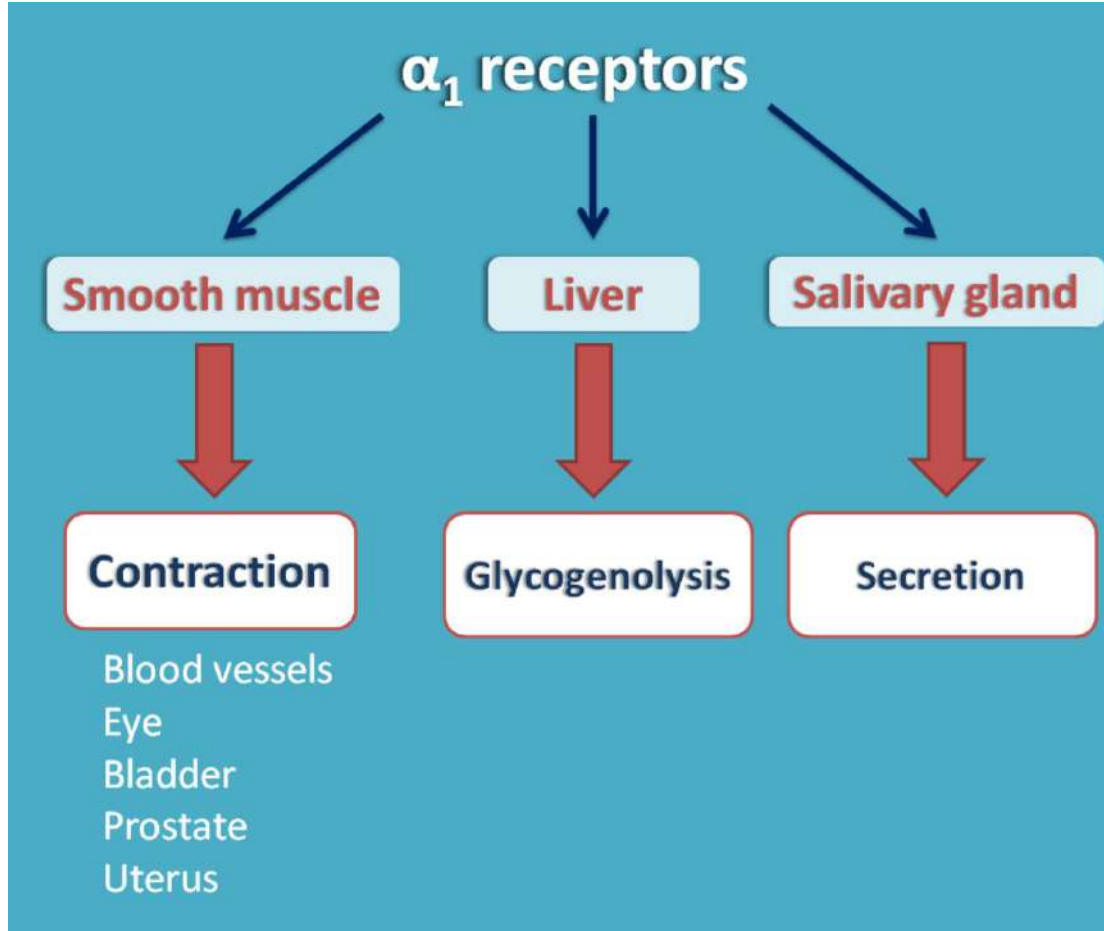
Catecolaminas

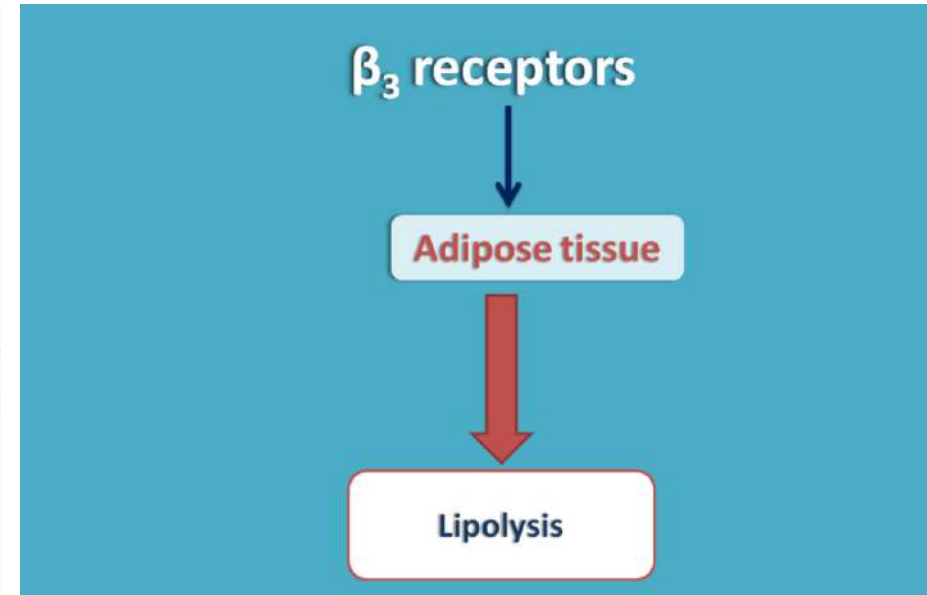
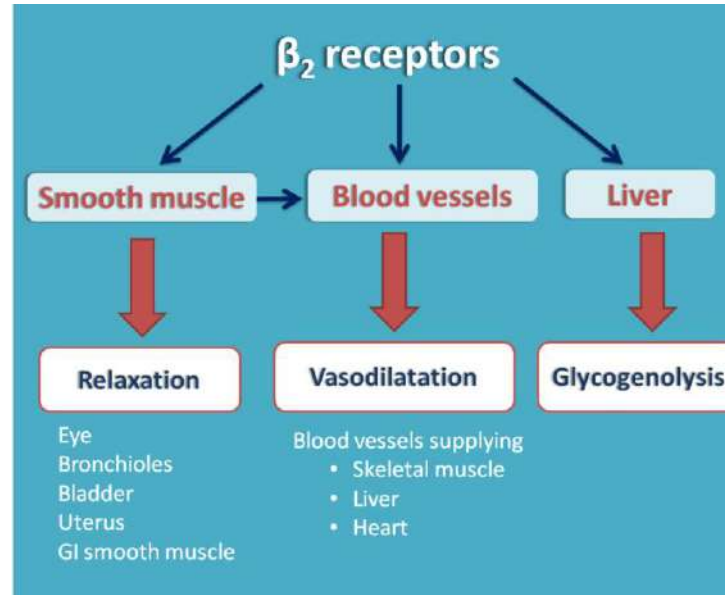
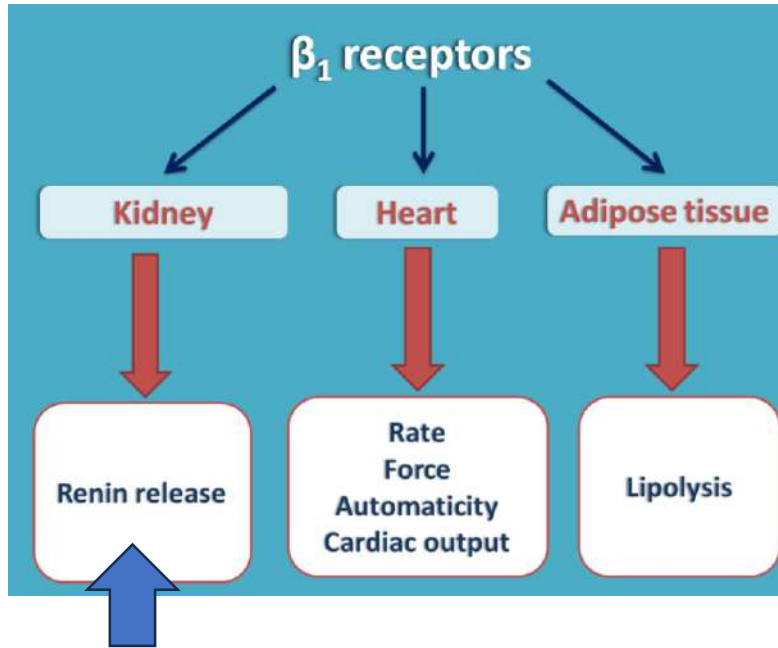
- Taquicardia, no intuito de aumentar o débito cardíaco;
- Taquipneia, buscando elevar os níveis de oxigênio;
- Atividade plaquetária, ativando o sistema de coagulação;
- Vasoconstrição, em busca de reduzir sangramentos e direcionar o fluxo sanguíneo para as regiões prioritárias;
- Redução da síntese de insulina, com o intuito de aumentar a disponibilidade de glicose.

3 a 5" para dobrar a frequência cardíaca

10 a 15" para dobrar a pressão arterial







- Aldosterona (Supra Renal-Mineralocorticóide) – retem sódio e elimina potássio – volume e aumento do potássio por lesão tecidual

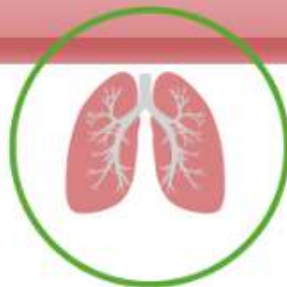
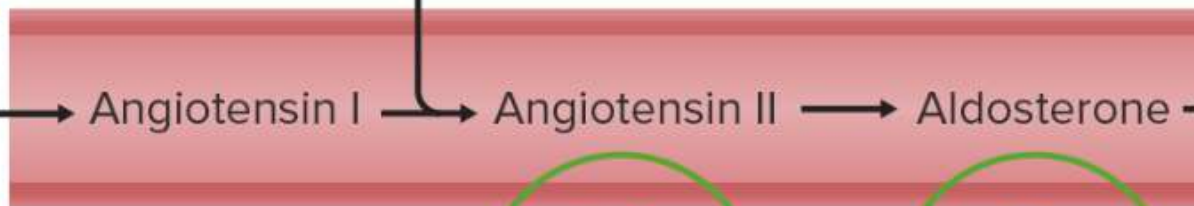
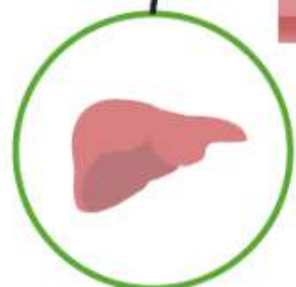
Kidney releases
renin into blood



Angiotensin-converting
enzyme (ACE)

Angiotensin II stimulates
aldosterone secretion
by adrenal cortex

Aldosterone stimulates
 Na^+ and H_2O
reabsorption in the
nephrons



Na^+



H_2O

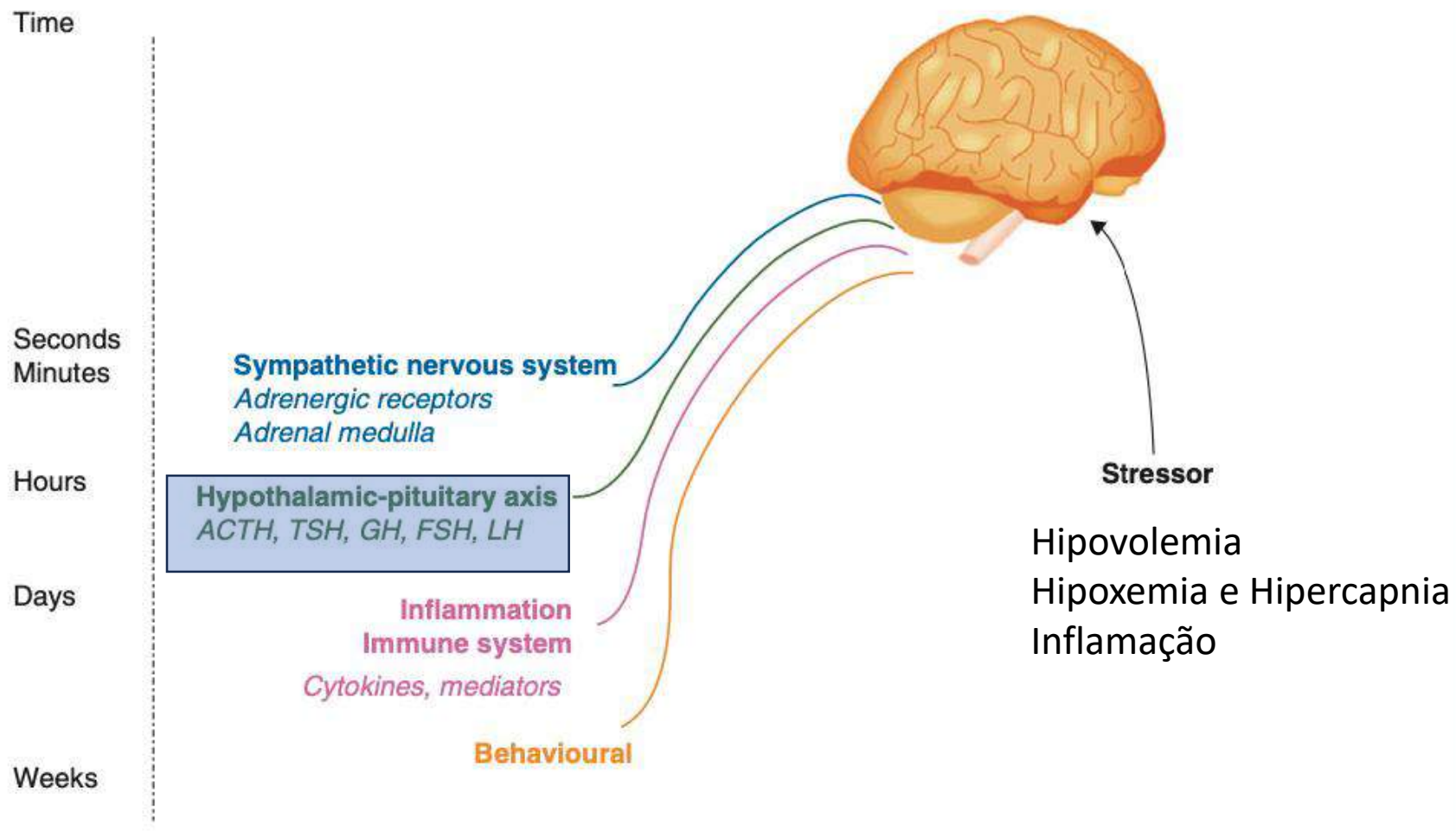


Fases da Resposta ao Trauma: Catabólica

Fase Catabólica - 2 a 4 dias

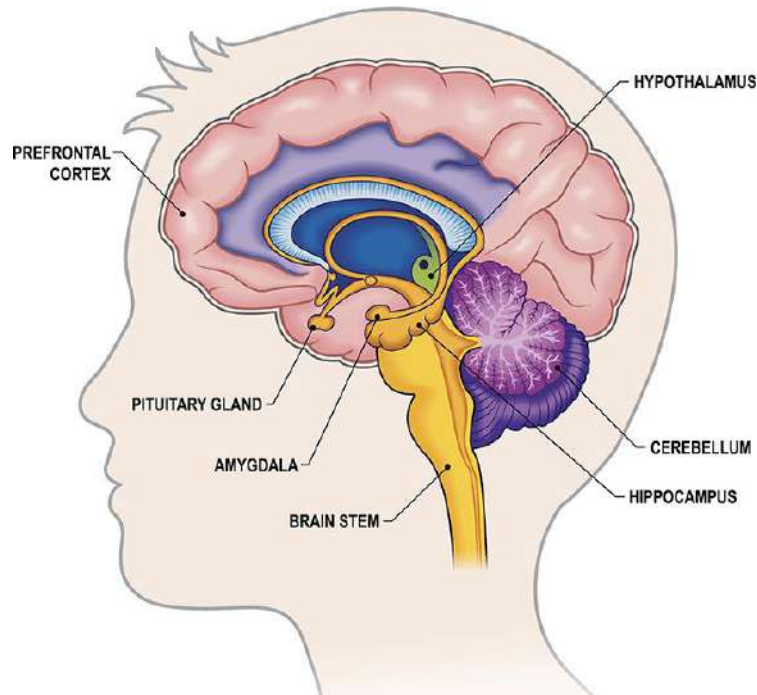
Aumento do cortisol leva ao desaparecimento dos eosinófilos

- Clinicamente, nesta fase catabólica os pacientes apresentam palidez (ação das catecolaminas), frio, tremores, ansiedade, sudorese, taquicardia, taquipnéia, hipotermia, letargia e aumento da sensibilidade à dor. Surgem **anorexia**, sonolência, apatia, hiporreflexia, hipotonia muscular, aperistalse ou íleo adinâmico.
- oliguria

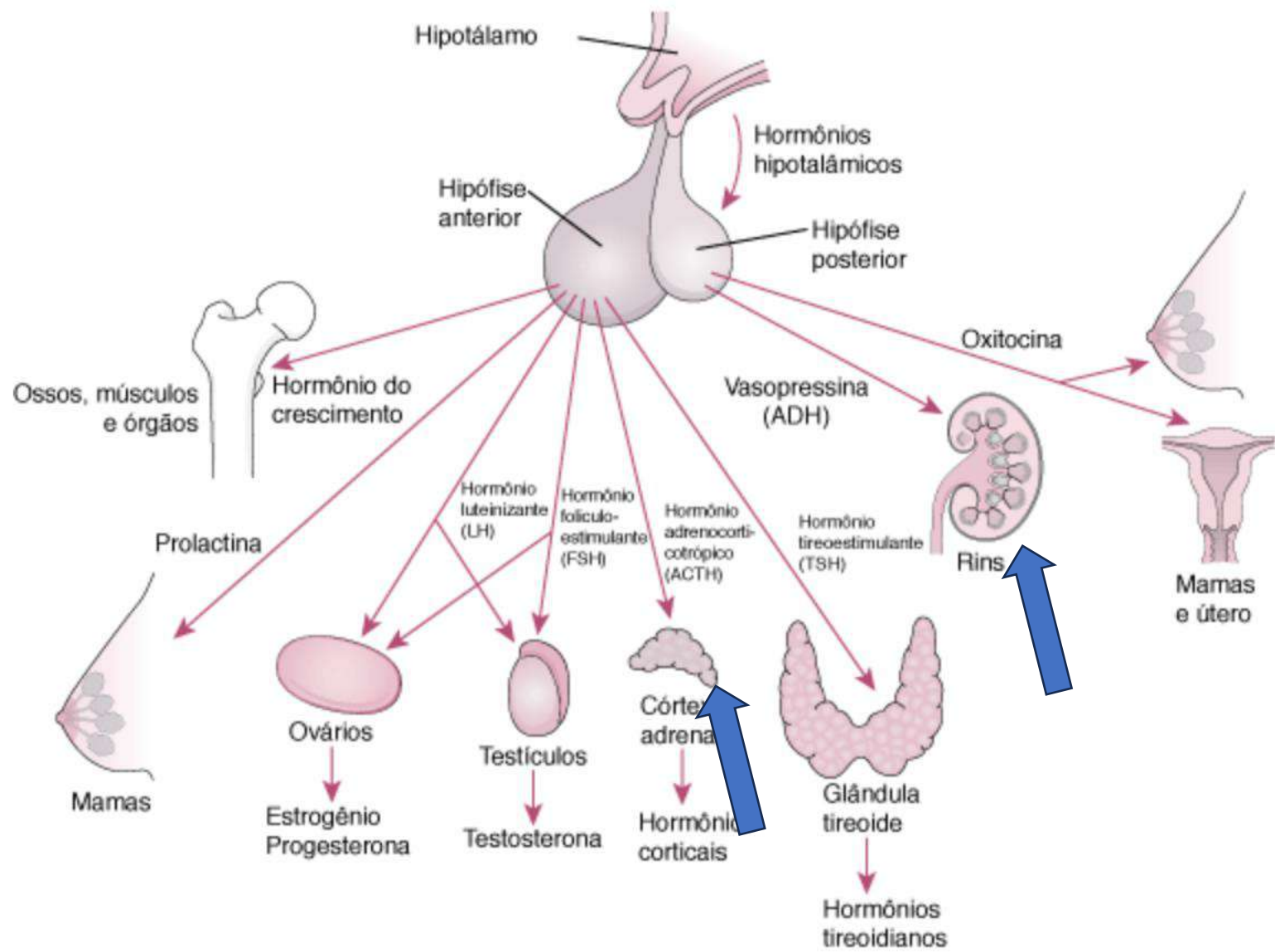


Eixo Hipotálamo Hipofisário

O hipotálamo traduz sinais elétricos oriundos do sistema nervoso central (SNC) em fatores humorais.

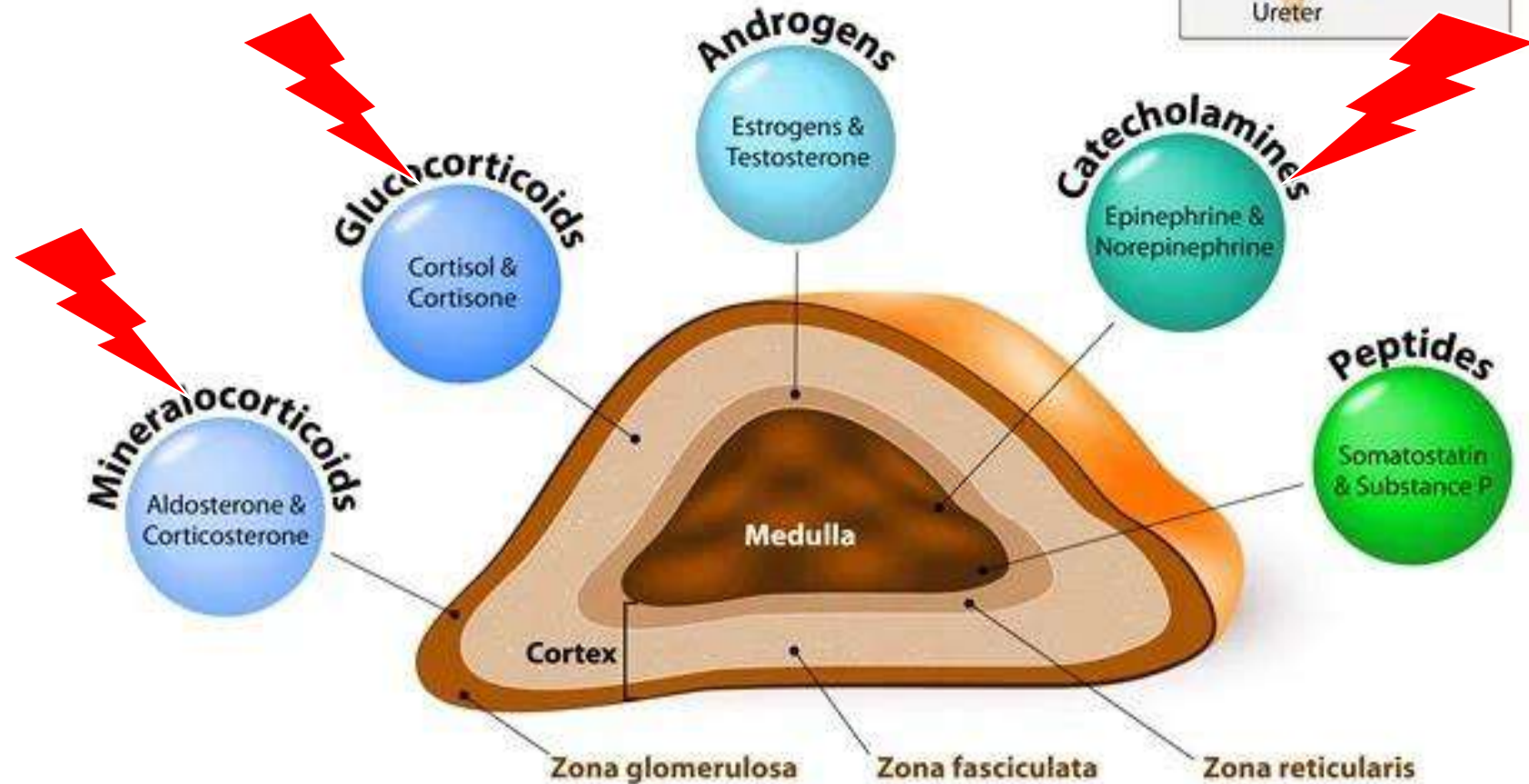
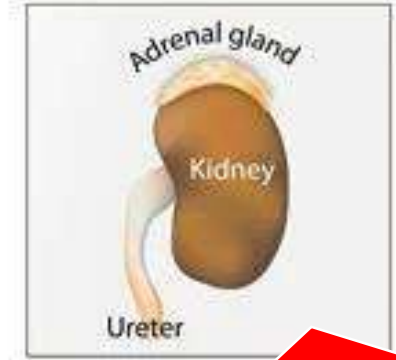
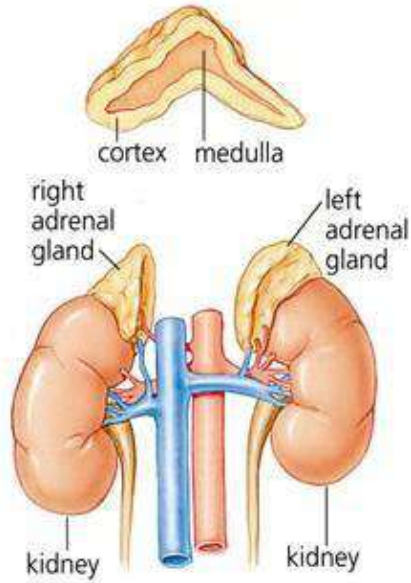


Homeostasia do Corpo

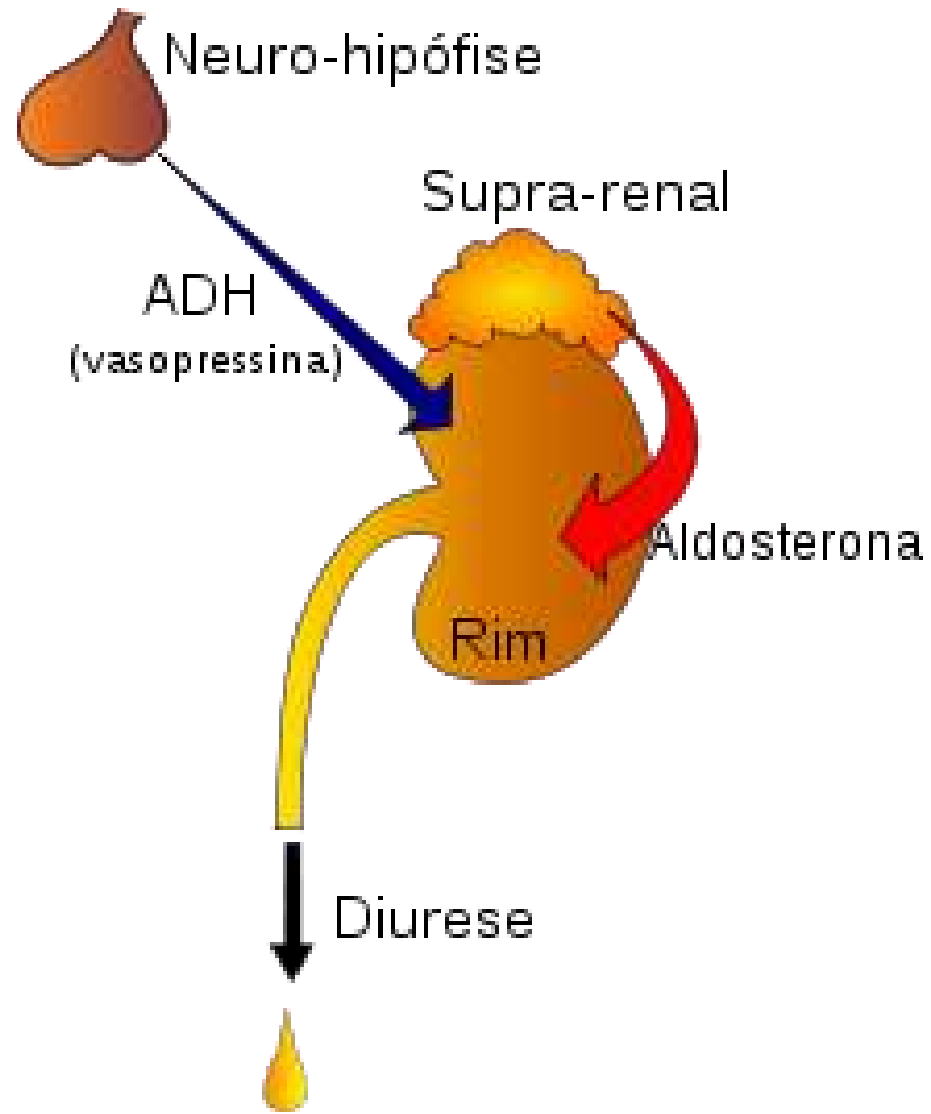


Glândula Suprarrenal

ADRENAL GLAND (hormones)



- Hormônio Antidiurético (hipotálamo) – Aumenta 50x, normaliza em 4 dias



- Hormônio de Crescimento (GH) – 24hs

Anabolismo protéico

Catabolismo de carboidratos e lipídios

- Hormônios Tiroidianos

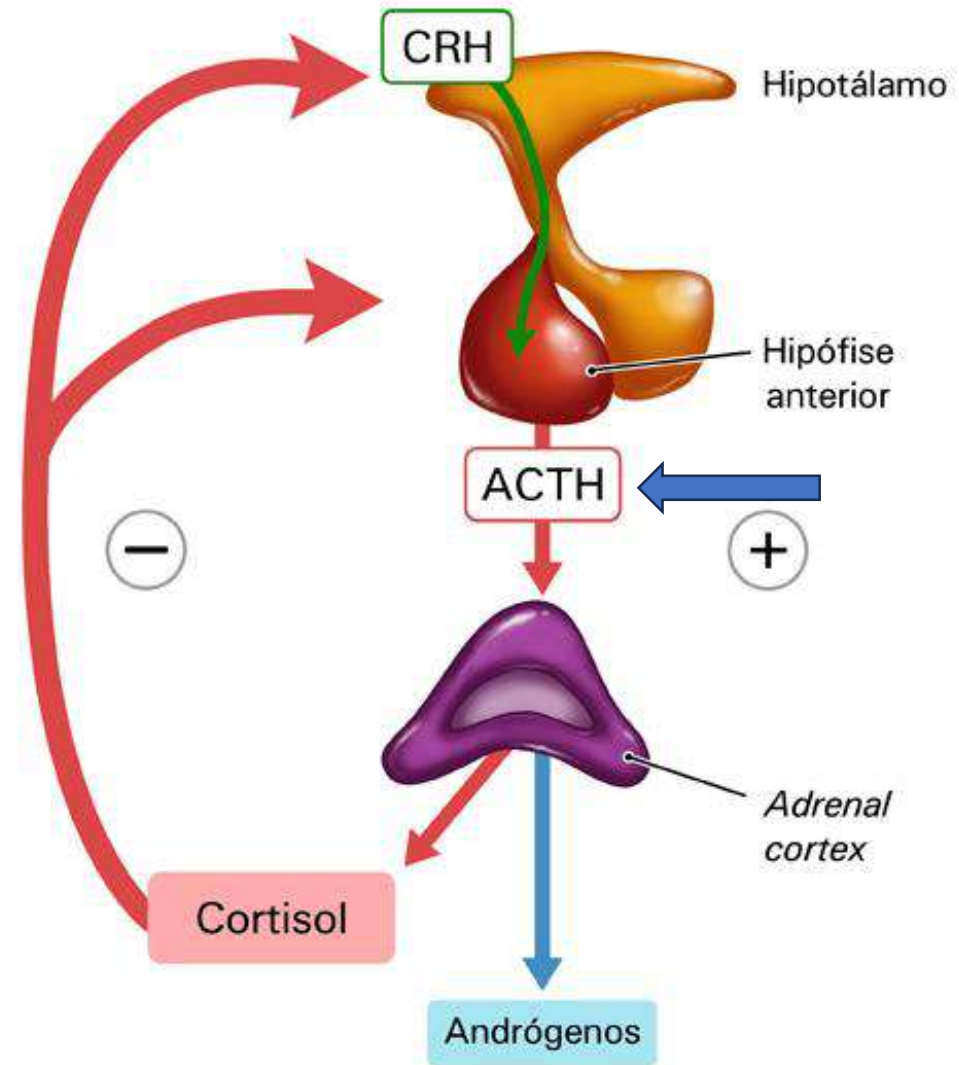
T3 diminuído

T4 diminuído – mau prognóstico

Síndrome do paciente eutiroideano

- Não se deve solicitar provas da função tireoidiana para os pacientes gravemente enfermos, a menos que exista uma forte suspeita de disfunção da tireoide.

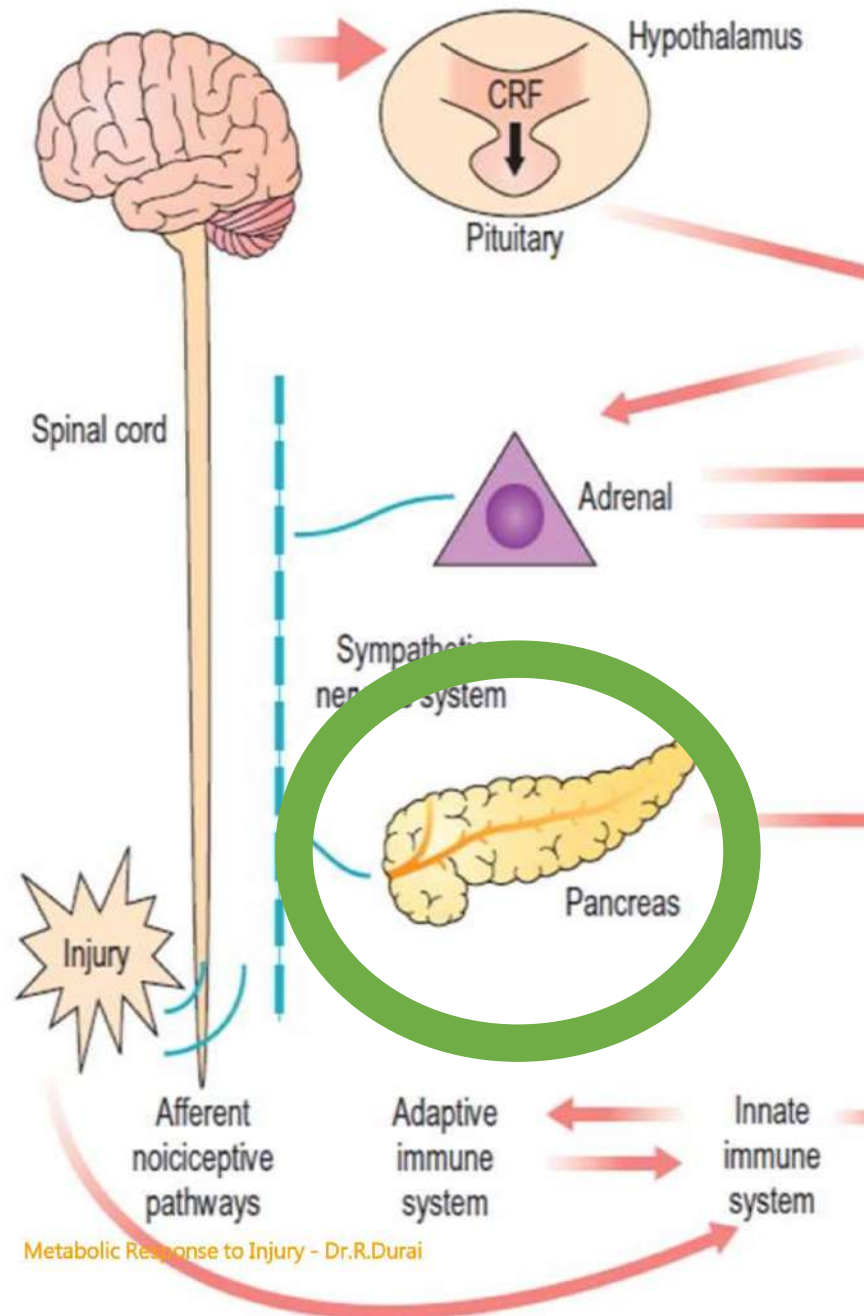
Cortisol



Cortisol

- 4 a 12 horas
- Lipólise
- Proteólise
- Mobilização de aminoácidos muscular





Energia - Hiperglicemia

- Catelolaminas - glicólise hepática, glicogenólise e gliconeogênese, diminui a secreção de insulina.
- Glucagon (pâncreas) - glicólise hepática, glicogenólise e a gliconeogênese
- Insulina - hipoinsulinemia, aumento na resistência periférica, aumento da eliminação e diminuição da meia vida.

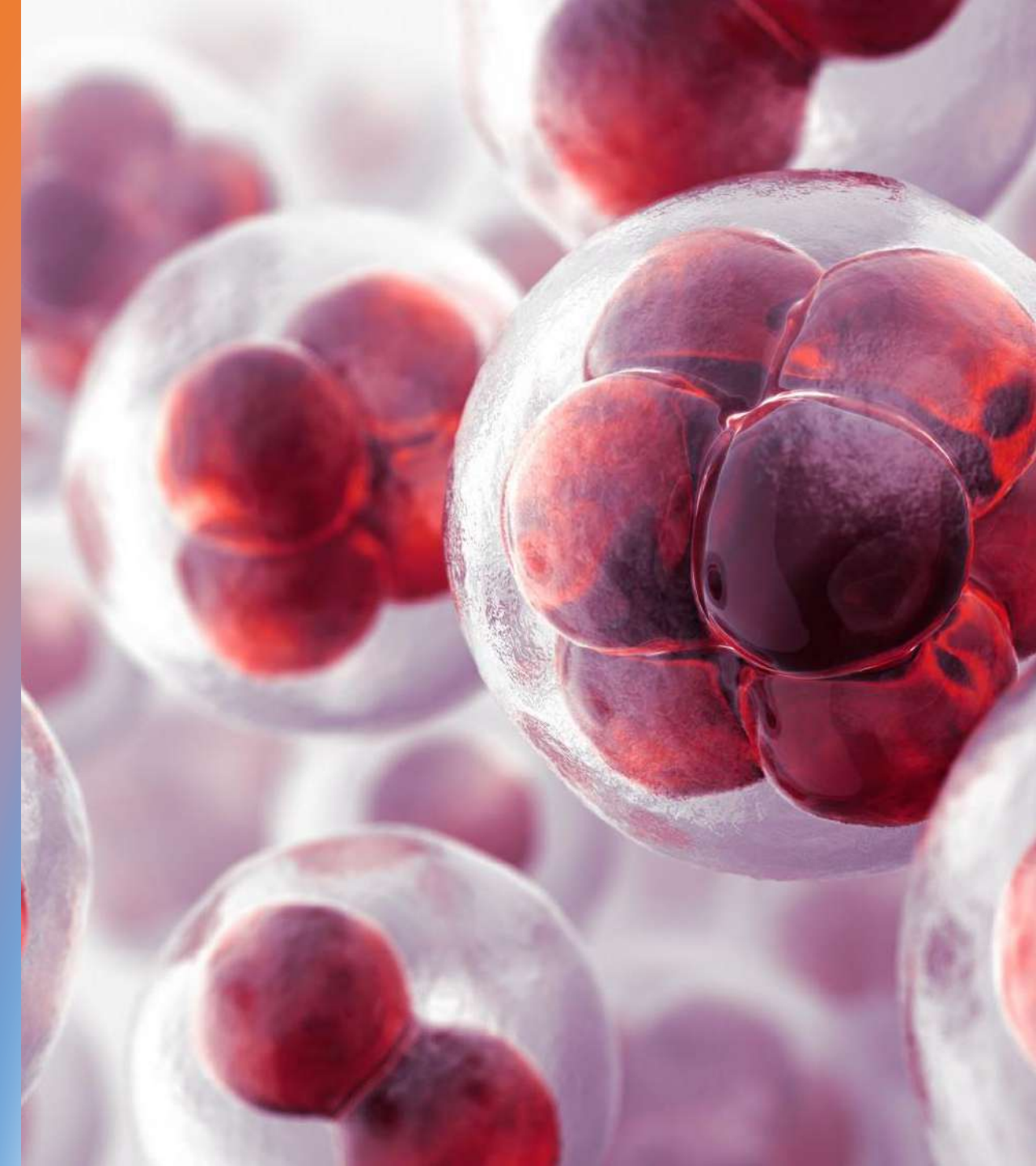
A intensidade da resposta hiperglicêmica reflete a severidade da injúria

Abaixo o Anabolismos



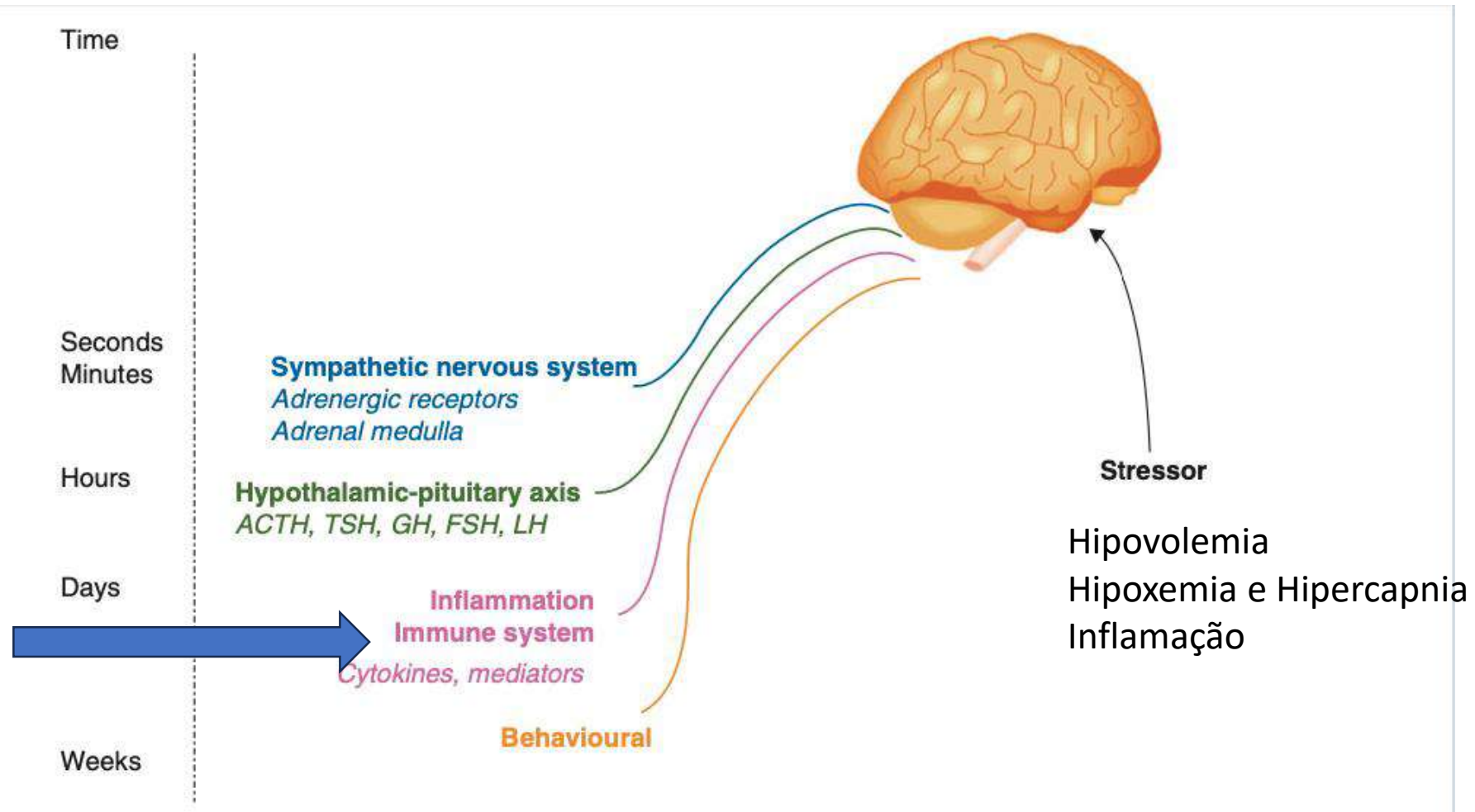
80% energia necessária virá da neoglicogênese das gorduras que necessitaram dos ATPs da quebra dos aminoácidos musculares

40% da energia necessária será para funcionamento das bombas iônicas – Metabolismo basal e regulação térmica

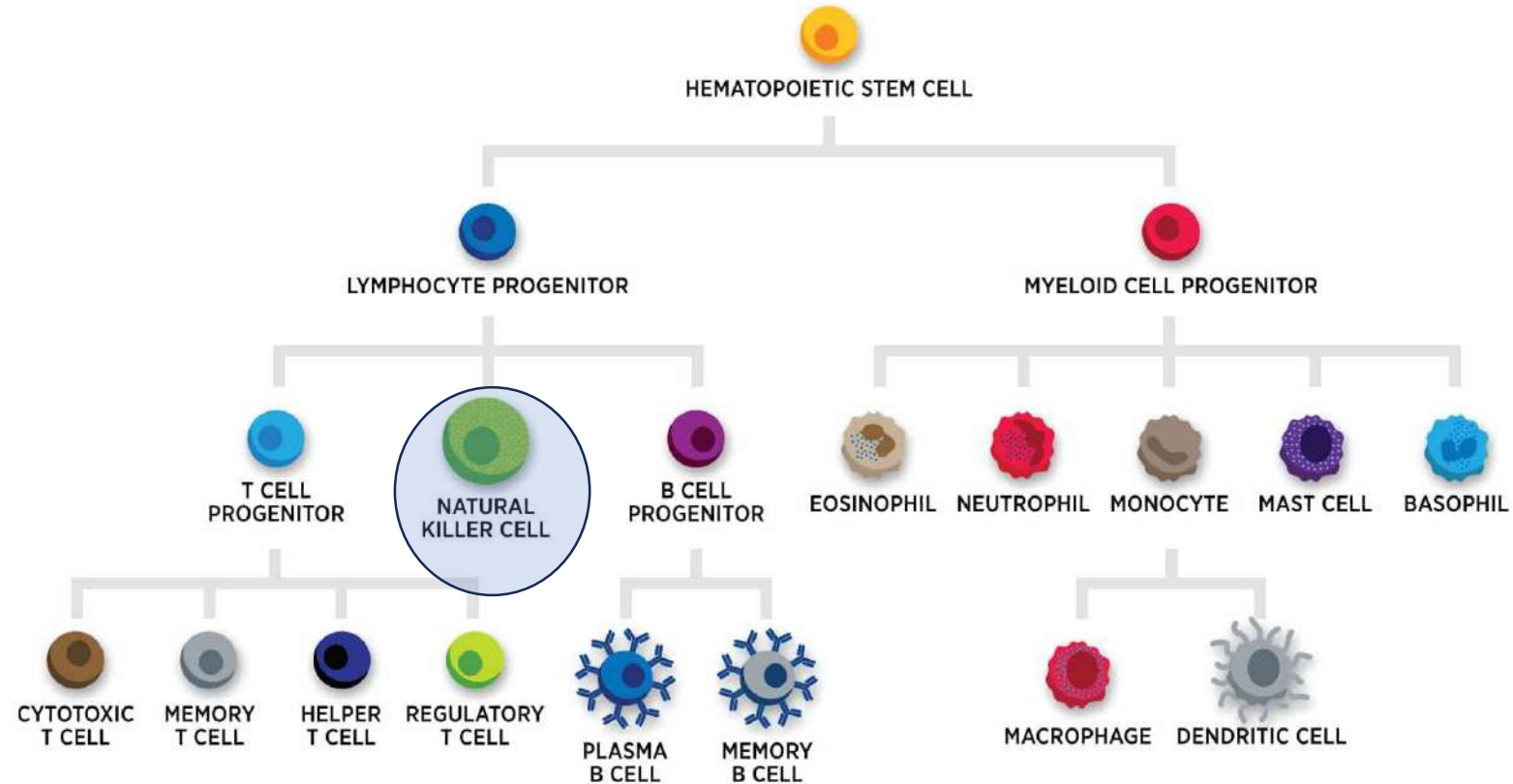


Sangue

- Neutrófilos: 25% estão no sangue
- 75% aderido aos vasos e na medula óssea
- Neutrofilia
- Neutropenia – terceiro dia – migração tecidual para reparação
- Nova Neutrofilia – 5 a 10 dias – migração da medula óssea
- Anemia



TYPES OF IMMUNE CELLS



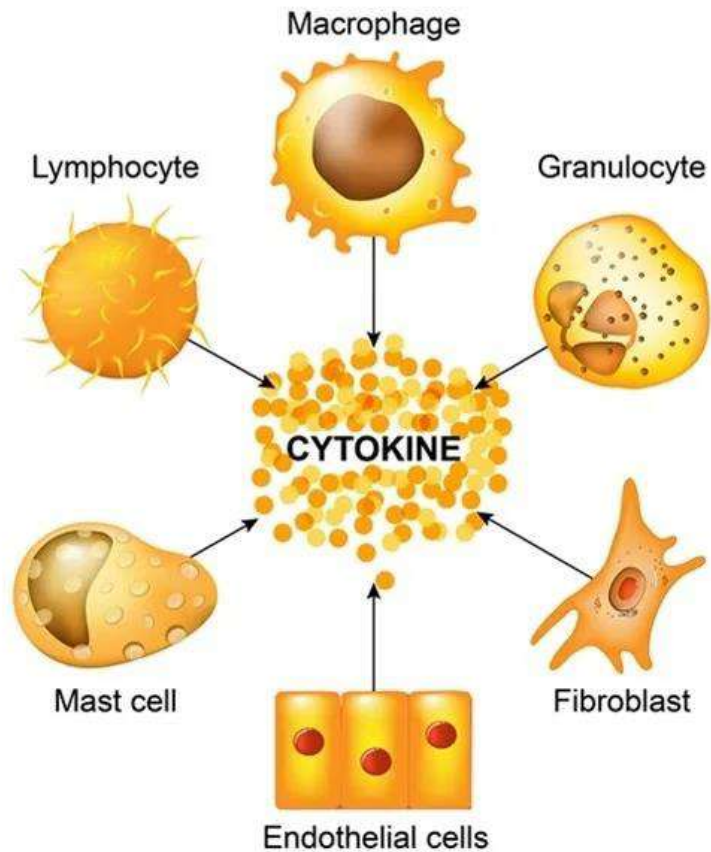
©2022 American Association for Cancer Research | 2205018

Sistema Imunológico

Inato - granulócitos
Adaptativo- linfócitos

Citocinas:

são proteínas que têm a função de sinalização, mediando funções celulares



Interleucina – glóbulos brancos

Citocininas

Inflamatórias

TNF alfa

IL- 8

IL- 6

IL -1

Interferon

Anti-inflamatórias

IL - 4

IL - 10

IL – 11

IL – 13

TGF - beta

Síndrome da Resposta Inflamatória Sistêmica

- ☐ Temperatura corporal superior a 38°C ou inferior a 36°C
- ☐ Frequência cardíaca superior a 90/minuto.
- ☐ Frequência respiratória acima de 20/minuto ou $\text{PaCO}_2 < 32\text{mmHg}$
- ☐ Número de leucócitos sanguíneos $> 12.000/\mu\text{L}$ ou $< 4000/\mu\text{L}$ ou $> 10\%$ de bastonetes + metamielócitos

Alterações Imunológicas pós-trauma

- Necrose tecidual, choque, translocação bacteriana, sepse e depressão do sistema imunológico
 - SRIS – autodestruição
 - Falência de múltiplos órgãos (FMO) – 80% mortalidade
- 

Linfopenia, diminuição da proliferação das células B e T,
Diminuição da atividade das células *natural killer*
Baixa produção de linfocinas (IL-2, IL-3)
Aumento da produção de IL-4 e IL-10

Complicações da REMIT

- Catecolaminas – hiperlipidemia e embolia gordurosa, acidose metabólica pela vasoconstrição permanente
- Cortisol – infecção e retardo da cicatrização
- Catabolismo acentuado – perda de peso – fadiga pós-operatória
- Hiperglicemia – infecções e dificuldade da cicatrização
- Citocinas – Síndrome da resposta inflamatória sistêmica
- Tumores – natural killer

Tabela 1 - Complicações e mortalidade associadas à perda de massa corporal magra após trauma.

Massa corporal magra (% do total)	Complicações (Relacionadas com perda de massa magra)	Mortalidade associada (%)
Perda de 10%	Diminuição da imunidade, aumento da infecção	10
Perda de 20%	Diminuição da cicatrização, fraqueza, infecção	30
Perda de 30%	Confinamento ao leito, escaras de decúbito, pneumonia, incapacidade para cicatrizar feridas	50
Perda de 40%	Morte, usualmente por pneumonia	±100

Substrato Energético

- Glicogenólise – 24hs
- Neoglicogênese – aminoácidos, lactato, glicerol

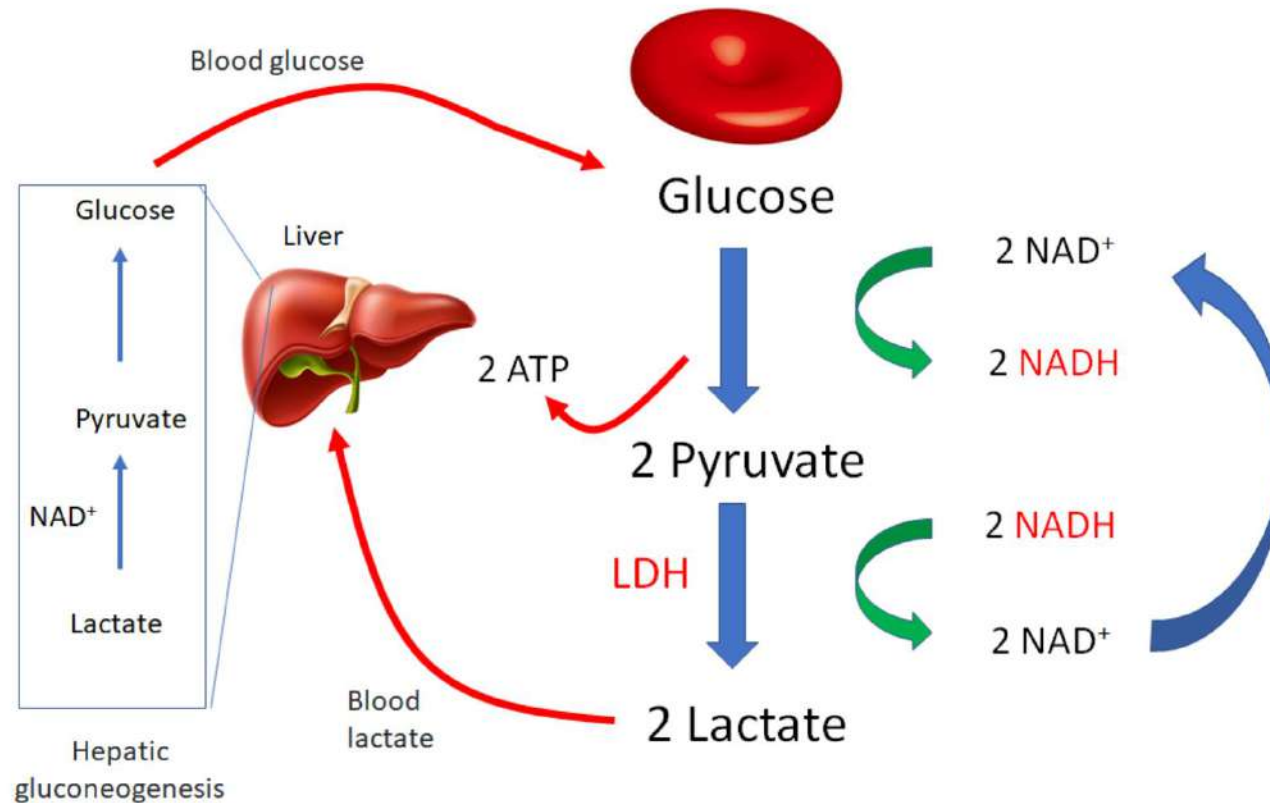


Cetonas e glicose

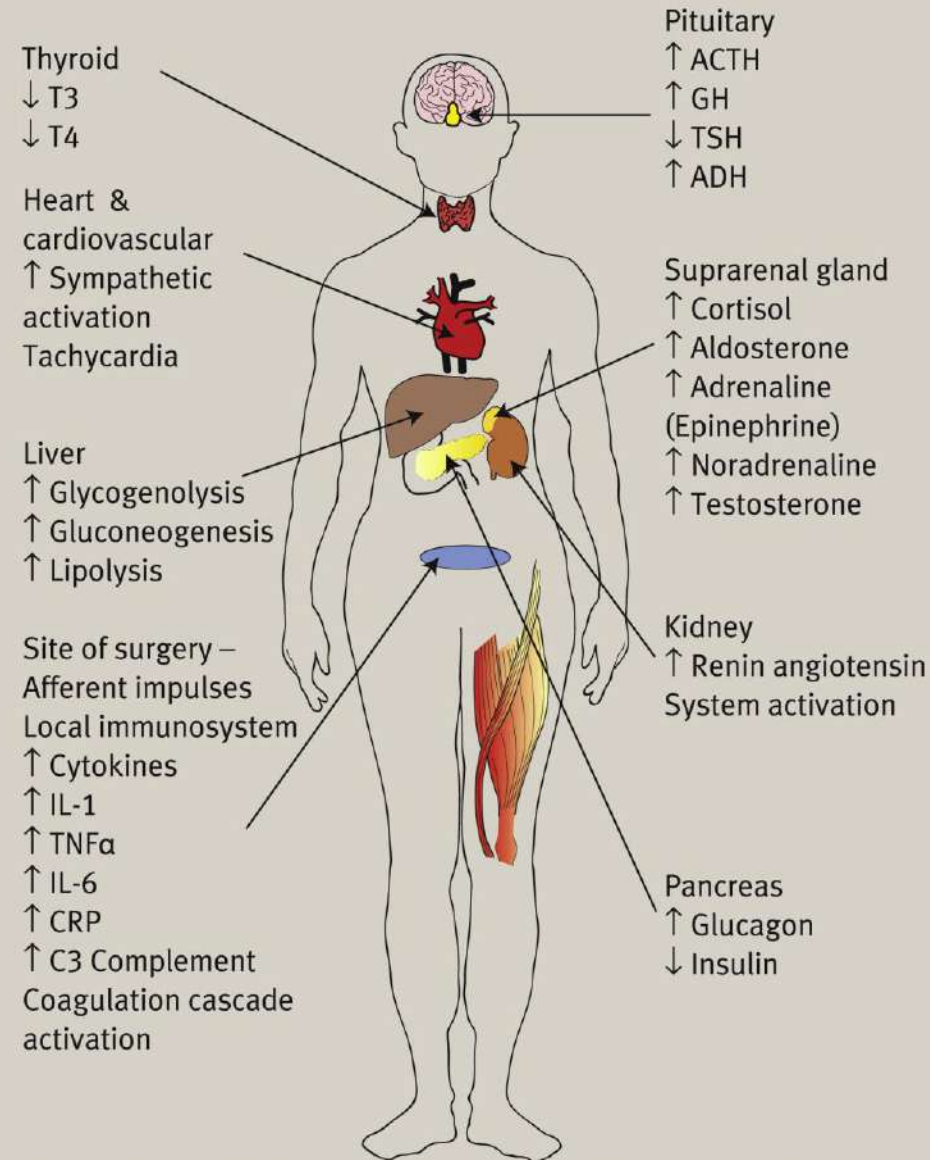
Fígado

Cérebro, Hemácias e Células da Cicatrização utilizam a Glicose como fonte exclusiva de energia

8 hs de jejum exaurem o glicogênio endógeno



Systemic responses to surgery



ACTH, adrenocorticotrophic hormone; ADH, antidiuretic hormone; CRP, C-reactive protein; GH, growth hormone; IL, interleukin; TNF, tumour necrosis factor; TSH, thyroid-stimulating hormone



Fase Anabólica – 2 a 5 semanas

- Volta a normalidade dos hormônios aumentados
- Normalização Sódio, Potássio, Nitrogênio
- Poliúria
- Anabolismo lipídico – 6 meses

Fatores que Afetam a REMIT

Idade do paciente

Nutrição

Doenças pré-existentes

Anestesia

Cirurgia e Cirurgião

Termorregulação

Classificação das Cirurgias



Cirurgia Emergência



Cirurgia Urgência



Cirurgia Eletiva



Cirurgia do Politrauma

Diminuindo a REMIT – Pré-operatório

Hidratação e
redução do
jejum

Comorbidades,
exercícios
físicos

Enhanced recovery after surgery- ERAS

Diminuindo a REMIT – Trans-operatório

Diminuir of tempo cirúrgico

Controle da dor – bloqueios

Euvolemia

Evitar transfusões sanguíneas

Diminuindo a REMIT – Trans-operatório

Movimentação precoce

Glicemia

Nutrição