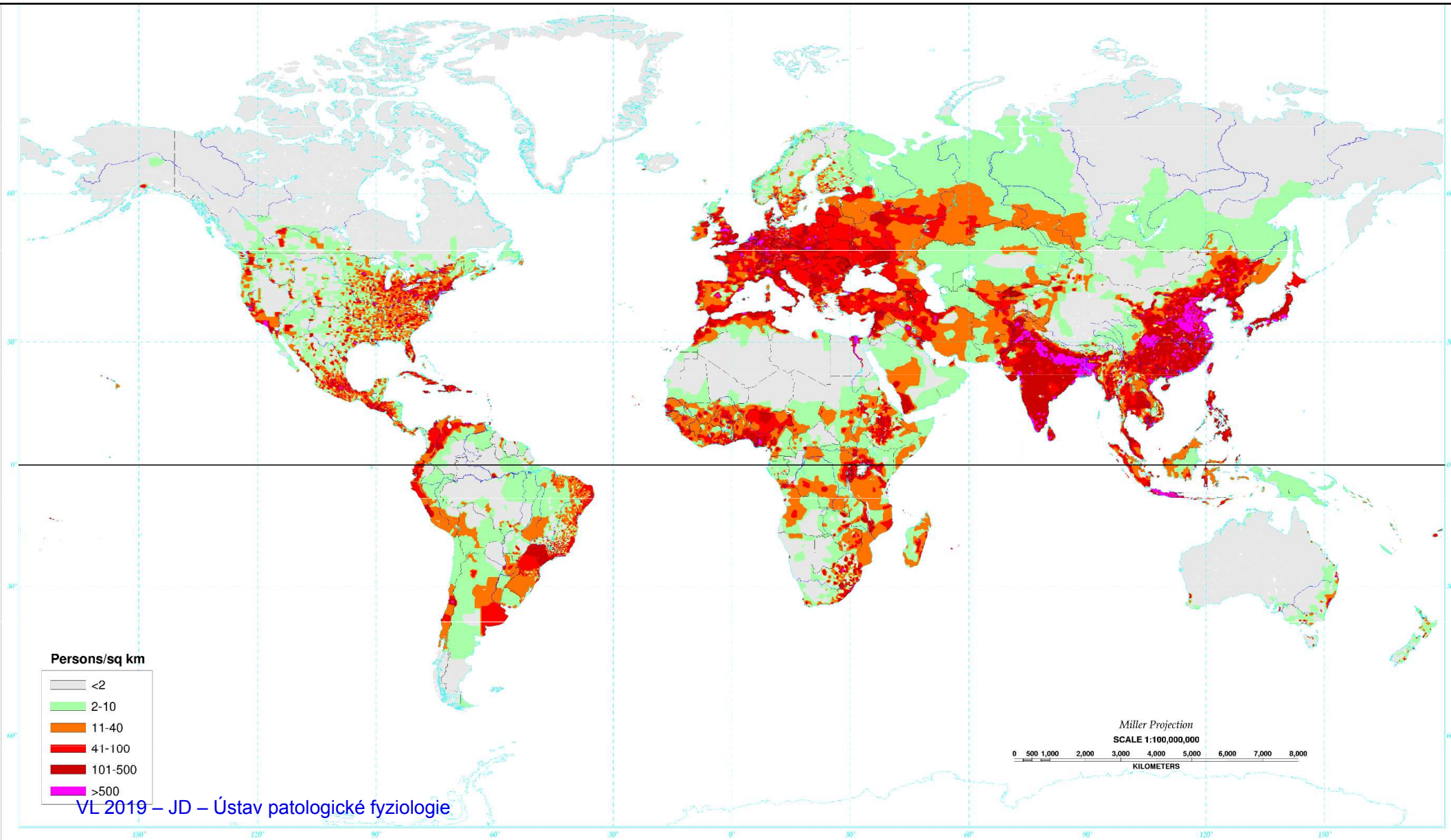


M U N I
S C I

Homeostáza, alostáza, stres, vnitřní prostředí

Julie Dobrovolná



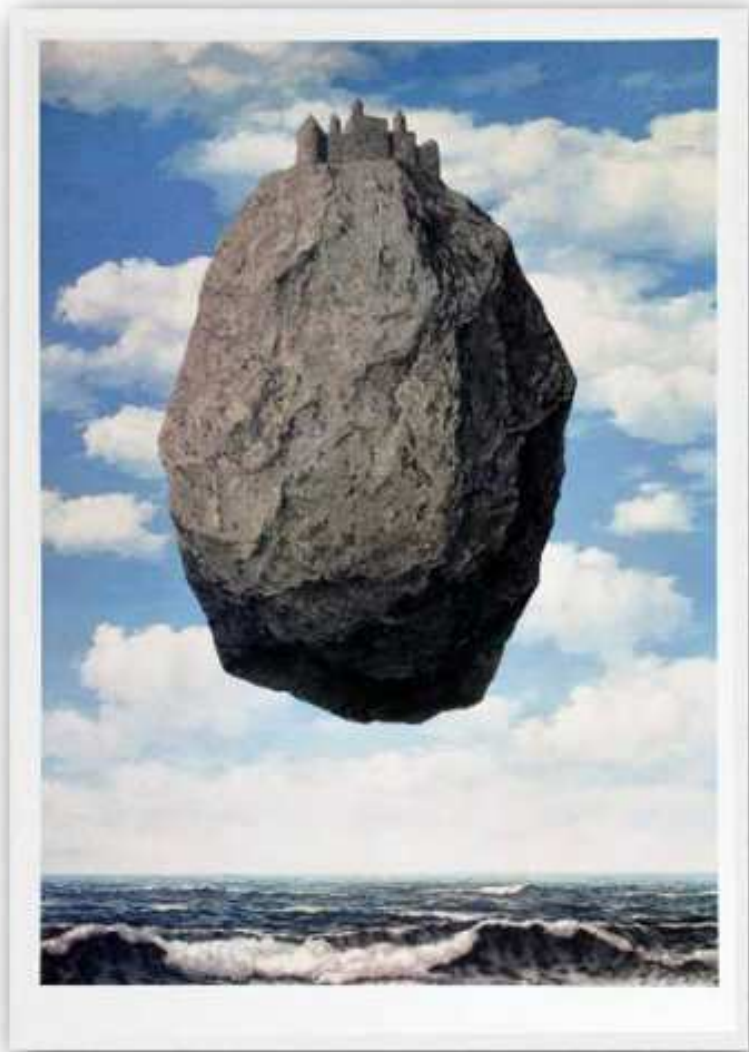
Persons/sq km

- <2
- 2-10
- 11-40
- 41-100
- 101-500
- >500

Miller Projection
SCALE 1:100,000,000
0 500 1,000 2,000 3,000 4,000 5,000 6,000 7,000 8,000
KILOMETERS

VL 2019 – JD – Ústav patologickej fyziologie

I



Co jsou to extrémní podmínky?

Jedná se o místa, která:

- A. Vykazují extrémní vlastnosti, které představují problém pro většinu forem života
- B. Které mohou lidé zkoumat
- C. Jejichž zkoumání vyžaduje speciální vybavení a technologie
- D. Patří sem vesmír, velehory, polární čepičky, velmi slané vody a pouště
- E. Vše výše zmíněno

Správná odpověď: E

Jedná se o extrémní prostředí, které lidé mohou zkoumat, kde je nicméně život či krátkodobé přežití velmi obtížné a/nebo nemožné.

Extrémní prostředí např. u člověka neumožňuje dýchání (vesmír), nebo neobsahuje zdroje vody či potravy. Z toho důvodu je možné přežití v takových podmínkách pouze za pomoci speciálně vyvinutých technologií (např. na ISS).

Které prostředí není extrémní?

Která z dále uvedených prostředí nejsou extrémní?

- A. Antarktida
- B. Amazonský deštný prales
- C. Sahara
- D. Mariánský příkop
- E. Mrtvé moře

Odpověď: B

Odůvodnění: Extrémní prostředí je takové prostředí, kde je pro člověka život velmi obtížný či nemožný.

Amazonský deštný prales je domovem mnoha lidských společenstev, jedná se o obyvatelné místo, kde je přístup ke vzduchu, pitné vodě, potravě a který poskytuje útočiště.



Antarktida je nejjižnější kontinent na Zemi a má nejchladnější, nejsušší a největrnější podmínky. Z toho důvodu je Antarktida považována za **poušť (největší na světě)**

Poušť **Sahara** se nachází na Blízkém východě v pásmu pod nejsevernějšími zeměmi Afriky. Jedná se nejteplejší místo na Zemi a třetí největší poušť světa.

VL 2019 – JD – Ústav patologické fyziologie



Mariánský příkop je nejhlubší část zemských oceánů a běží o hloubky 2,5 km. V této hloubce je tlak 1000krát vyšší než na úrovni mořské hladiny.

Mrtvé moře se také nachází na blízkém východě a jedná se o oblast s velmi vysokou salinitou (33,7 %). Z toho důvodu v něm nemohou žít konvenční organismy.



Základní požadavky pro přežití člověka?

- A. Oheň, voda, vzduch, půda
- B. Úkryt, oheň voda, vzduch
- C. Potrava, voda, oheň, úkryt
- D. Voda, úkryt, vzduch, potrava



Odpověď: D

Odůvodnění: Extrémní podmínky jsou takové, kde je lidské přežití obtížné či nemožné. Pro přežití člověk vyžaduje pitnou vodu, útočiště, vzduch a potravu.

V polárních oblastech je např. obtížné zajistit přežití z důvodu absence útočiště a extrémně nízkých teplot, i když vzduch, voda i potrava jsou přítomny.

Naopak v okolním vesmíru není přítomna ani jedna z nutných podmínek a pokud chceme zajistit přežití člověka v takových podmínkách, musí se tak díť za použití speciálních technologií.

Co z toho vyplývá?

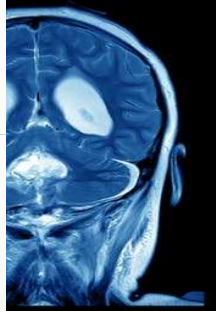
Naše planeta je poměrně nehostinná...

A může to být ještě horší.

Co budeme dělat?

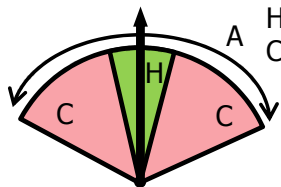


Marine diet



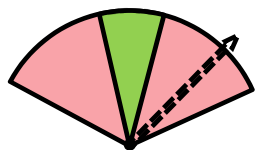
Stres, homeostáza, alostáza

A = ALLOSTÁZA
H = HOMEOSTÁZA
C = KAKOSTÁZA

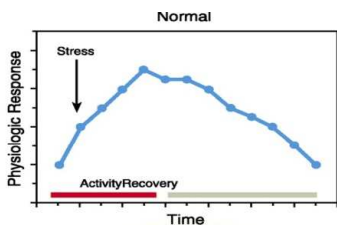


HOMEOSTÁZA

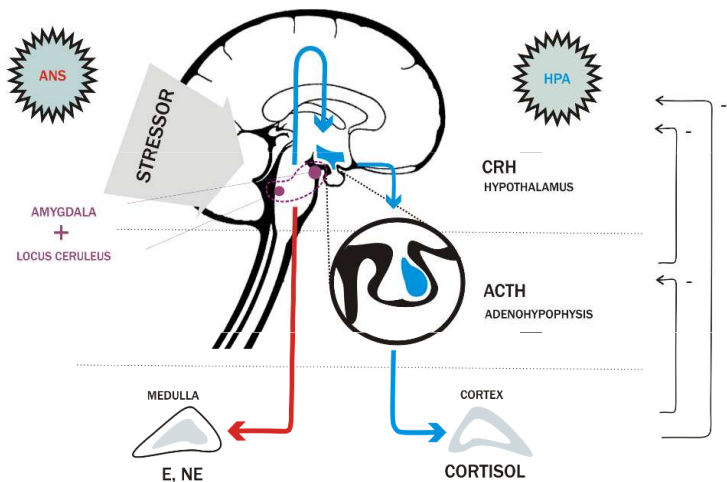
↓ UDÁLOST



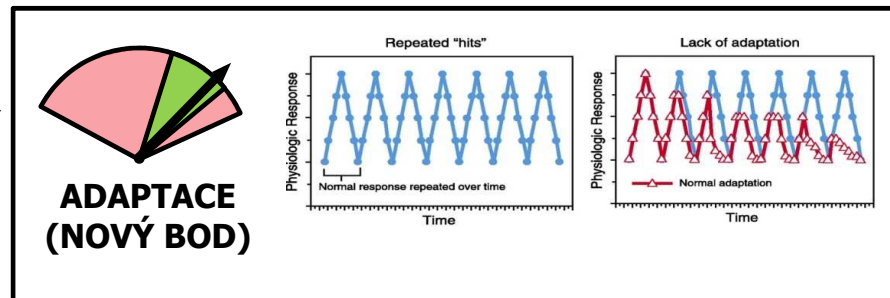
ALLOSTÁZA



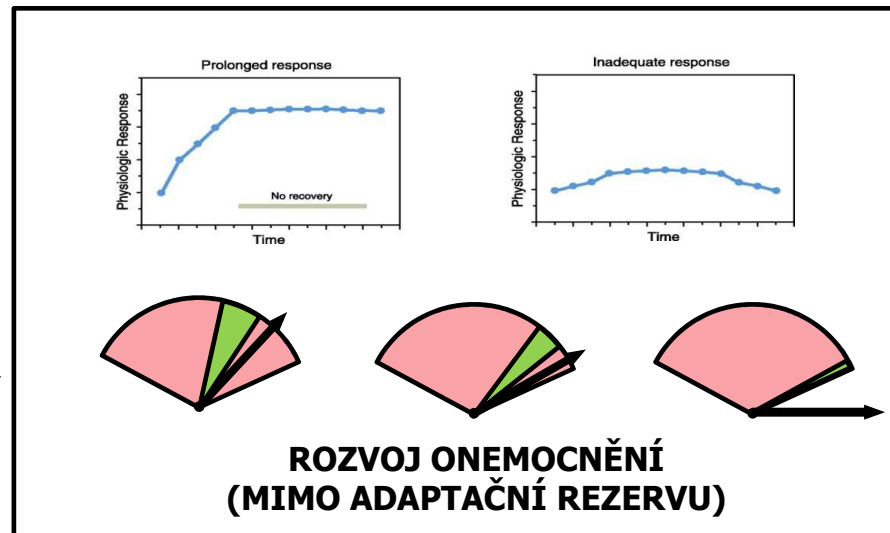
VL 2019 – JD – Ústav patologické fyziologie



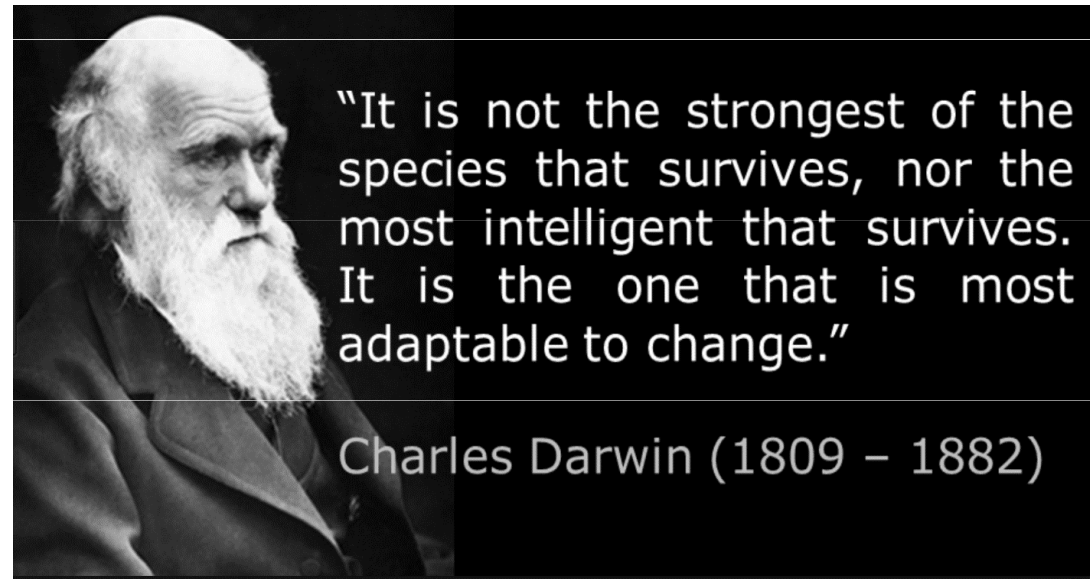
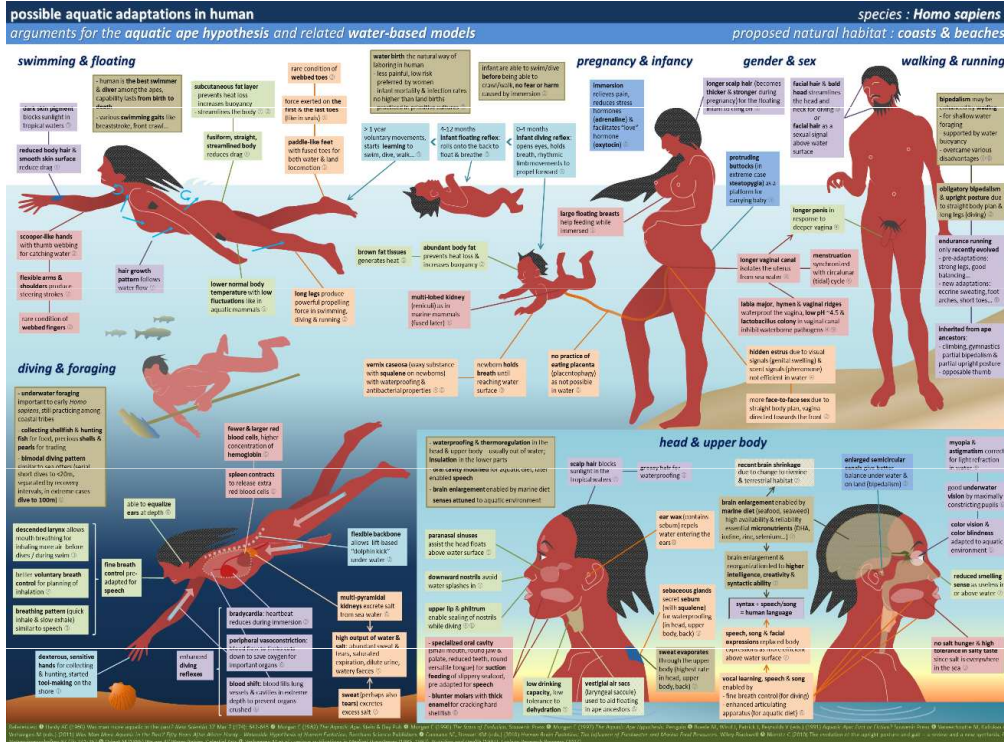
**KRÁTKODOBĚ/
OPAKOVANĚ**



**DLOUHODOBĚ/
NEADEKVÁTNE**



Ale na jaké prostředí jsme vlastně adaptováni?



A jak se vlastně adaptujeme?

VL 2019 – JD – Ústav patologické fyziologie



Stres a okolní prostředí = Co je to vlastně stres?

A dramatic landscape photograph featuring a range of dark mountains under a sky filled with heavy, dark clouds. A bright, golden light from the sun is breaking through the clouds, creating a strong contrast and illuminating the scene. The overall mood is intense and atmospheric.

To be totally without
stress is to be dead.

Hans Selye

 quote fancy

Adaptation

Agent stressant

Non-specific damage

Hypothalamus

Pituitary gland

Adrenal cortex

Adrenal medulla

Catecholamine production

Blood

Heart

Blood vessels

Blood pressure

Blood sugar

Blood electrolyte balance

Blood pH

Blood temperature

Blood viscosity

Blood coagulability

Blood osmolarity

Blood volume

Blood flow

Blood pressure

Blood sugar

Blood electrolyte balance

Blood pH

Blood temperature

Blood viscosity

Blood coagulability

Blood osmolarity

Blood volume

Blood flow

Blood pressure

STRESSOR

Biologie du stress

Stress Syndrome général d'adaptation

Initial stimulus

Alarm phase

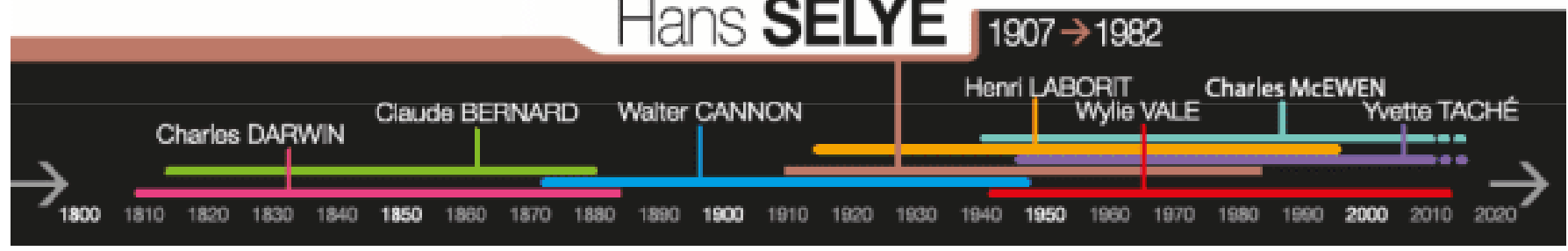
Resistance phase

Exhaustion phase

Recovery phase

Réponse non spécifique

Hans SELYE 1907 → 1982



Evolve termínu „stres“

Claude Bernard (1813-1878)

Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux

Vnitřní prostředí je udržováno jako stálé

Walter Cannon (1871-1945)

The Wisdom of the Body

Homeostáza, stres, autonomní (sympatický) nervový systém

Hans Selye (1907-1982)

The Physiology and Pathology of Stress; a Treatise Based on the Concepts of the General-Adaptation-Syndrome and the Diseases of Adaptation

Hypotalamo-hypofyzárně nadledvinková osa (HPA)

Evolve termínu „stres“

Robert Sapolsky

Stress, the Aging Brain, and the Mechanisms of Neuron Death

Why Zebras Don't Get Ulcers: an Updated guide to Stress, Stress-Related Diseases, and Coping

Úloha limbického systému (hippocampus) v regulaci HPA

Bruce McEwen & Theresa E. Seaman

The End of Stress as We Know It

Allostáza, homeodynamika

Gordon Lithgow a další

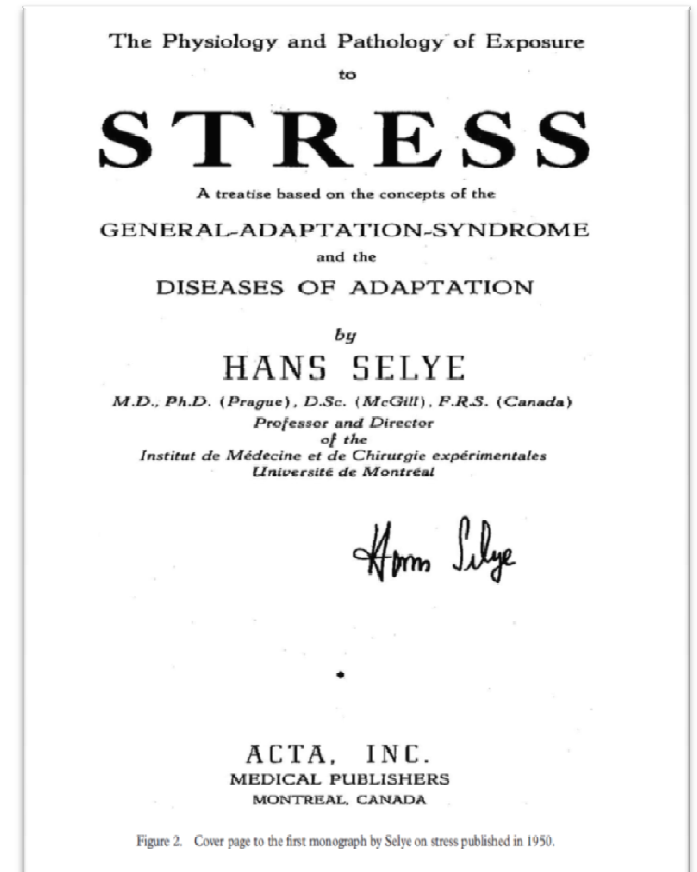
Hormeze, endokrinní regulace délky života u much, hlístů a myší



Stres a okolní prostředí = definice?

The Stress of Life, Hans Selye, 1956:

„... the non-specific response of the body to any demand made upon it, whether it is caused by, or results in, pleasant, or unpleasant conditions”.



Homeostáza

- Relativně stabilní stav fyziologické rovnováhy
 - Tělo udržuje homeostázu úpravami a úpravami změn ve vnitřním a vnějším prostředí

Stresory

- Stresory jsou faktory, které způsobují stres
- Typy:
 - Fyziologický
 - Psychologický
 - Sociální
 - Duchovní

Adaptace

- Využití sebeochranných vlastností a mechanismů
- Účelem adaptace je regulace homeostázy
- Neurotransmitery zprostředkovávají homeostatické adaptivní reakce
- Neúspěšná adaptace vede ke stresu

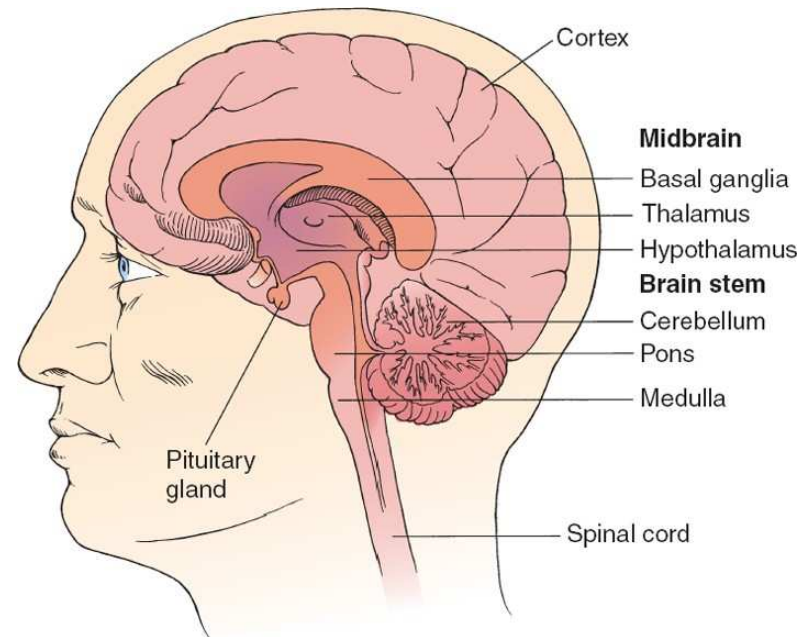
Struktury, které zprostředkovávají adaptivní reakci

- Neurotransmitery: umožňují chemickou komunikaci mezi neurony
- Serotonin, dopamin, norepinefrin, acetylcholin, kyselina gama-aminomáselná a glutamát
- Neuropeptidy: typy neurotransmiterů
- Látka P, endorfiny, enkefaliny a neurohormony

Struktury, které zprostředkovávají adaptivní reakci (pokračování)

- Centrální nervový systém
- Skládá se z mozku a míchy; mozek rozdělený na kůru a subkortex
- Umožňuje lidem abstraktně myslet, používat a rozumět jazyku, hromadit a ukládat vzpomínky, rozhodovat se
- Retikulární aktivační systém je součástí subkortexu

Central Nervous System



Struktury, které zprostředkovávají adaptivní reakci (pokračování)

- Autonomní nervový systém
- Skládá se z periferních nervů, které ovlivňují fyziologické funkce, které jsou do značné míry automatické a mimo dobrovolnou kontrolu
- Rozděleno na:
 - Podpůrný nervový systém
 - Parasympatický nervový systém

Struktury, které zprostředkovávají adaptivní reakci (pokračování)

- Endokrinní systém
- Skupina žláz nacházejících se v celém těle
- Udržuje reakci autonomního nervového systému
- Udržuje homeostázu uvolňováním a inhibicí hormonů podle potřeby

Sympatická a parasympatická adaptivní odpověď

- V nebezpečných situacích:
- Sympatická reakce: připravuje tělo na boj nebo útěk; urychluje fyziologické funkce, které zajišťují přežití
- Parasympatická odpověď: obnovuje rovnováhu poté, co nebezpečí již není vnímáno; inhibuje fyziologickou stimulaci vyvolanou sympatickou odpovědí

Stres

- Fyziologické a behaviorální reakce na nerovnováhu
- Způsobeny:
 - - Fyzické, fyziologické nebo emoční vnitřní nebo vnější změny, které narušují homeostázu
- Má fyzické, emoční a kognitivní účinky

Faktory, které ovlivňují reakci na stres

- Intenzita, počet, doba trvání stresorů
- Fyzický zdravotní stav
- Životní zkušenosti; strategie zvládnání
- Sociální podpora; osobní víra
- Postoje
- Hodnoty

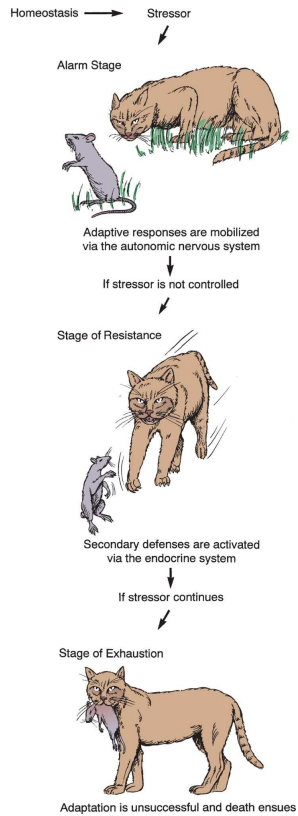
Fyziologická odpověď na stres

- Obecný adaptační syndrom: navrhl Hans Selye
- Studie: kolektivní fyziologické procesy stresové reakce
- Fyzická reakce těla je vždy stejná
- Syndrom sleduje jedno-, dvou- nebo třístupňový vzorec

Fáze syndromu obecné adaptace: fáze alarmu

- Fáze poplachu
- Fáze rezistence
- Fáze vyčerpání

Stádia obecné adaptační reakce



General Adaptation Syndrome

Stage 1	Stage 2	Stage 3
<p><u>Alarm!</u></p> <p>Your body reacts to the stress</p> <p>sympathetic nervous system</p> <p>HPA axis</p>	<p><u>Resistance</u></p> <p>Adaptation to stress</p> <p>sustained release of cortisol in an attempt to maintain arousal</p>	<p><u>Exhaustion</u></p> <p>The body's resources have been depleted</p>

Psychologická reakce na stres

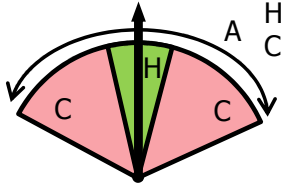
- Strategie zvládání - coping
- - Vyrovnávací mechanismy, které lidé používají k tomu, aby zabránili vyčerpání svých zdrojů a nežádoucím jevům s tím spojeným
- Pomáhají řešit stresující události nebo situace

Onemocnění související se stresem

- Výsledek dlouhodobé stimulace autonomních nervových a endokrinních systémů
- Mezi choroby spojované se stresem patří alergické, zánětlivé nebo autoimunitní reakce
- Dlouhodobý hněv, pocity bezmocnosti a starosti mohou ovlivňovat fungování imunitního systému

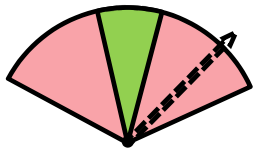
Základní pojmy

A = ALLOSTÁZA
H = HOMEOSTÁZA
C = KAKOSTÁZA

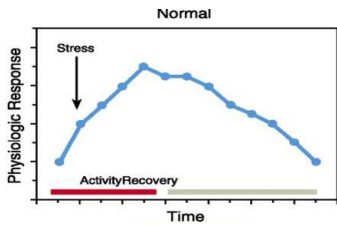


HOMEOSTÁZA

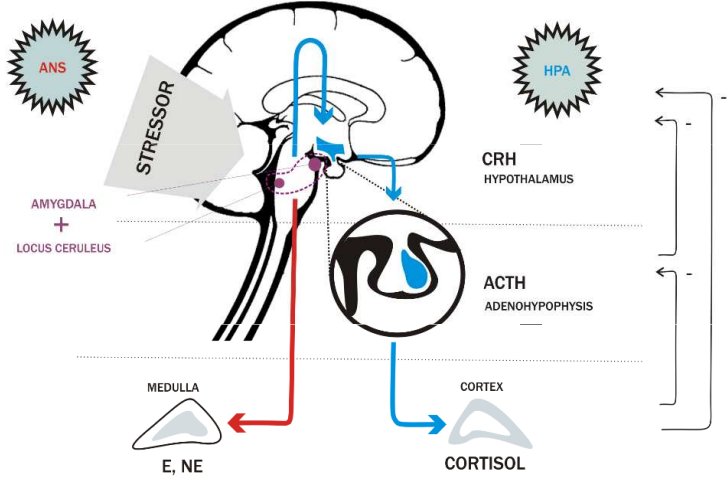
UPĀLOST



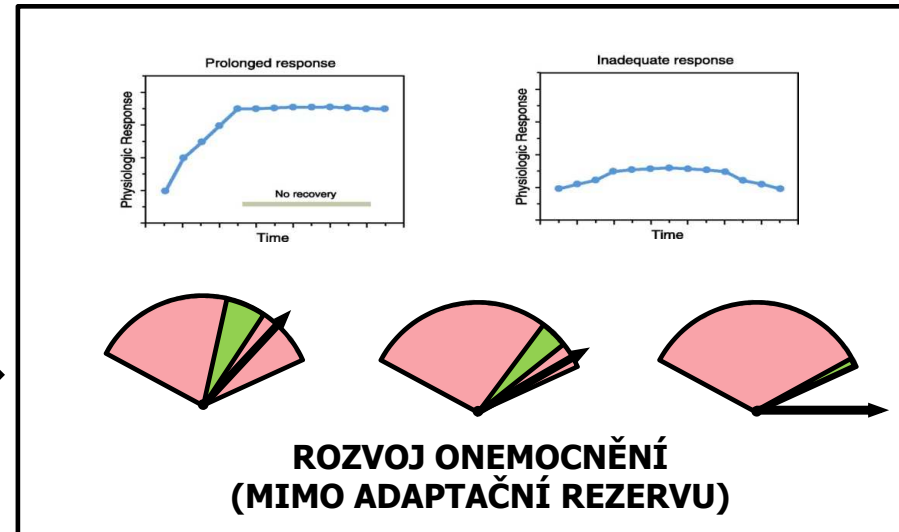
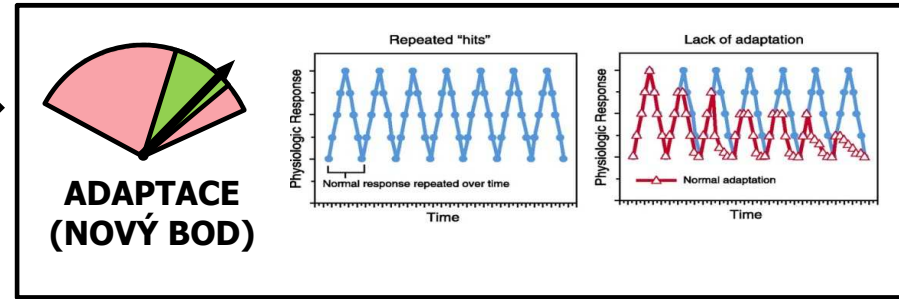
ALLOSTÁZA



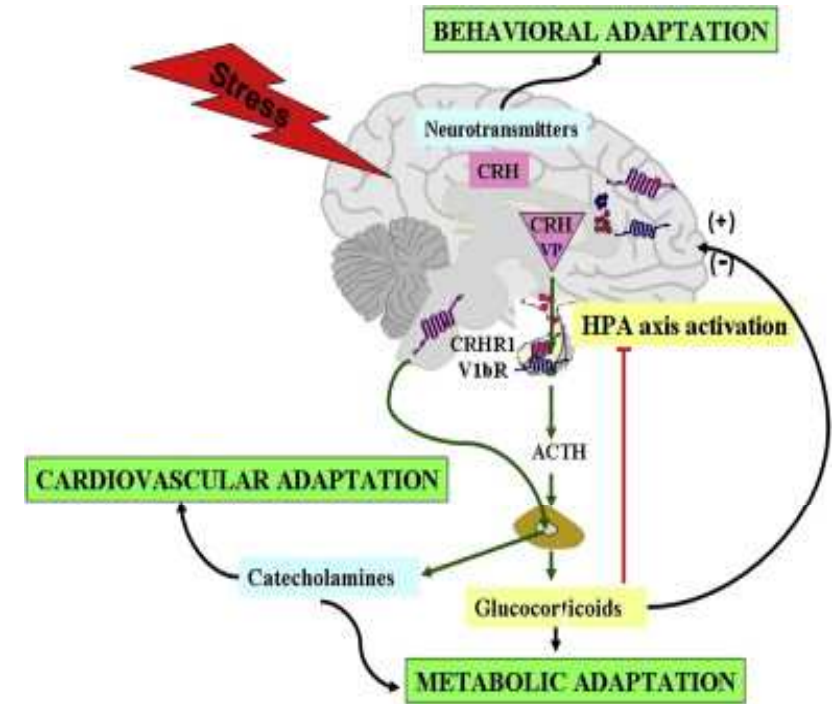
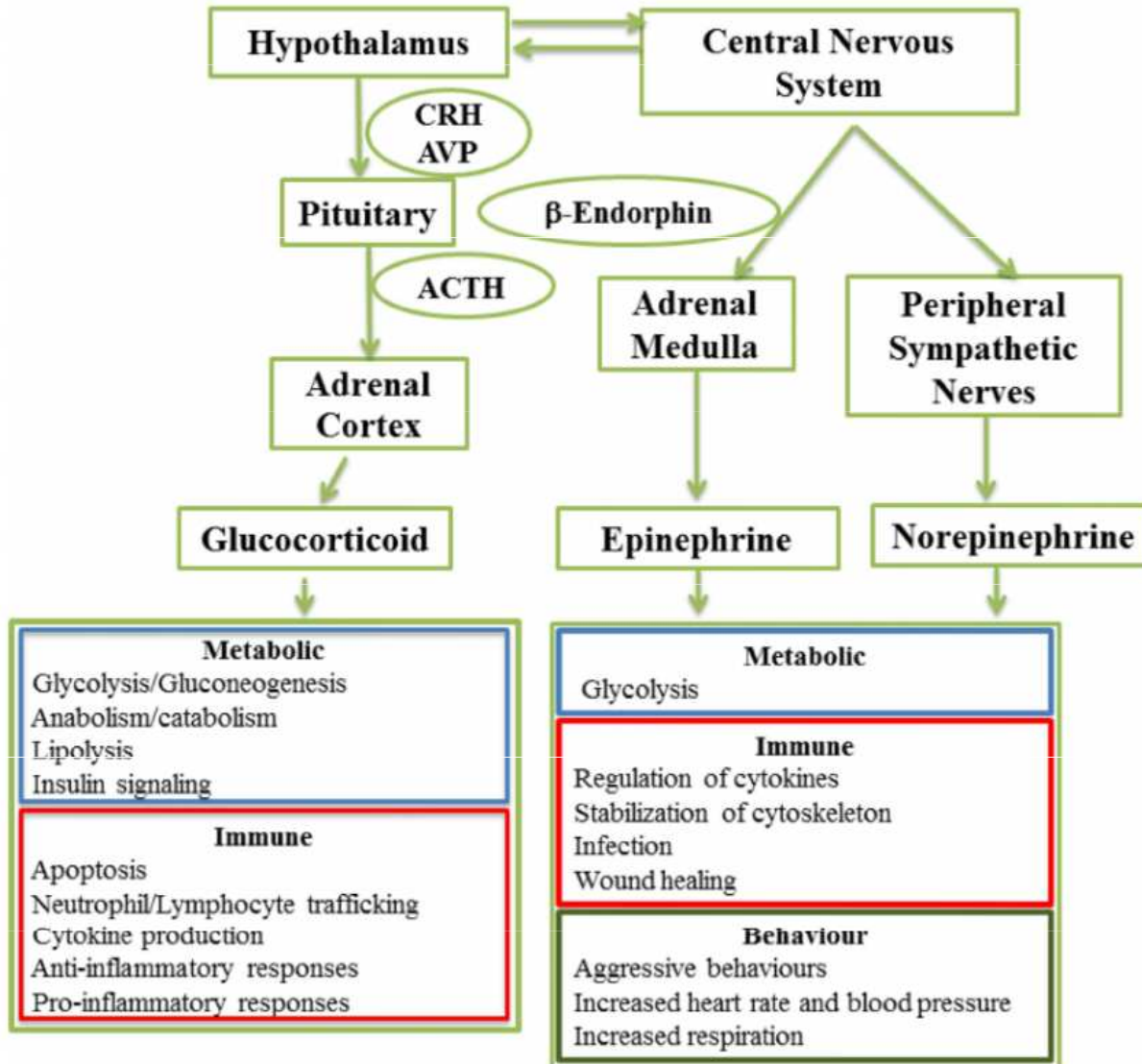
KRÁTKODOBĚ/OPAKOVANĚ



DLOUHODOBĚ/NEADEKVATNĚ



HPA osa



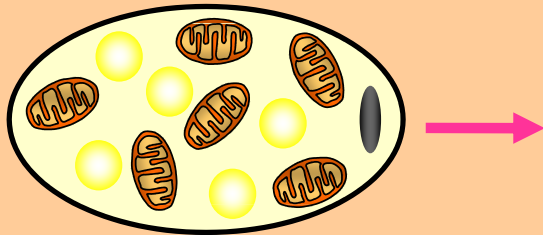
Stres a okolní prostředí = Kde se to děje?



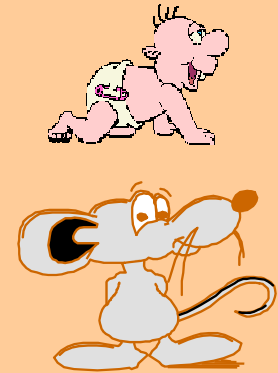
**Stres a řízení organismu?
=
Úloha tukové tkáně?**

Charakteristiky bílých a hnědých adipocytů

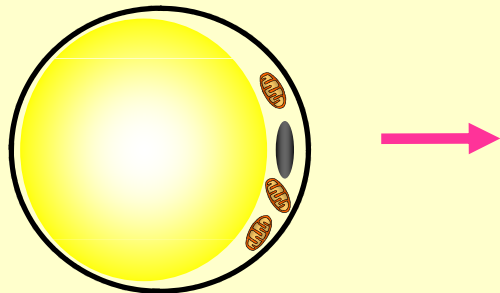
Hnědý adipocyt



Multilokulární
Ukládání a mobilizace lipidů (++)
Mitochondrie (+++)
Oxidace mastných kyselin (+++)
Respirační řetězec (+++)
UCP1 (+++)



Bílý adipocyt

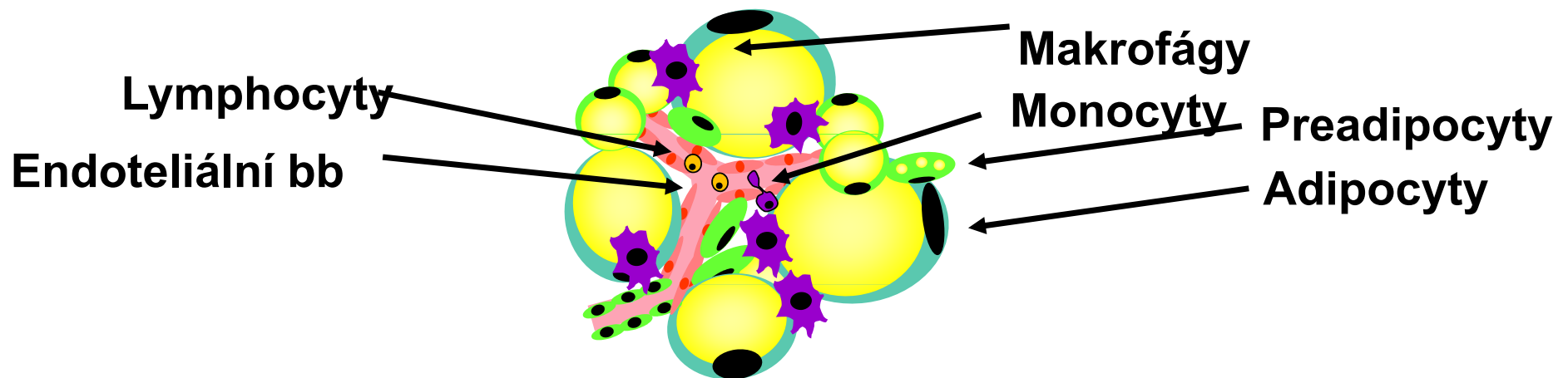


Unilokulární adipocyt (→ 200µm)
Ukládání a mobilizace lipidů (+++)
Mitochondrie (+)
Oxidace mastných kyselin (+)
Respirační řetězec (+)
UCP1 (0)

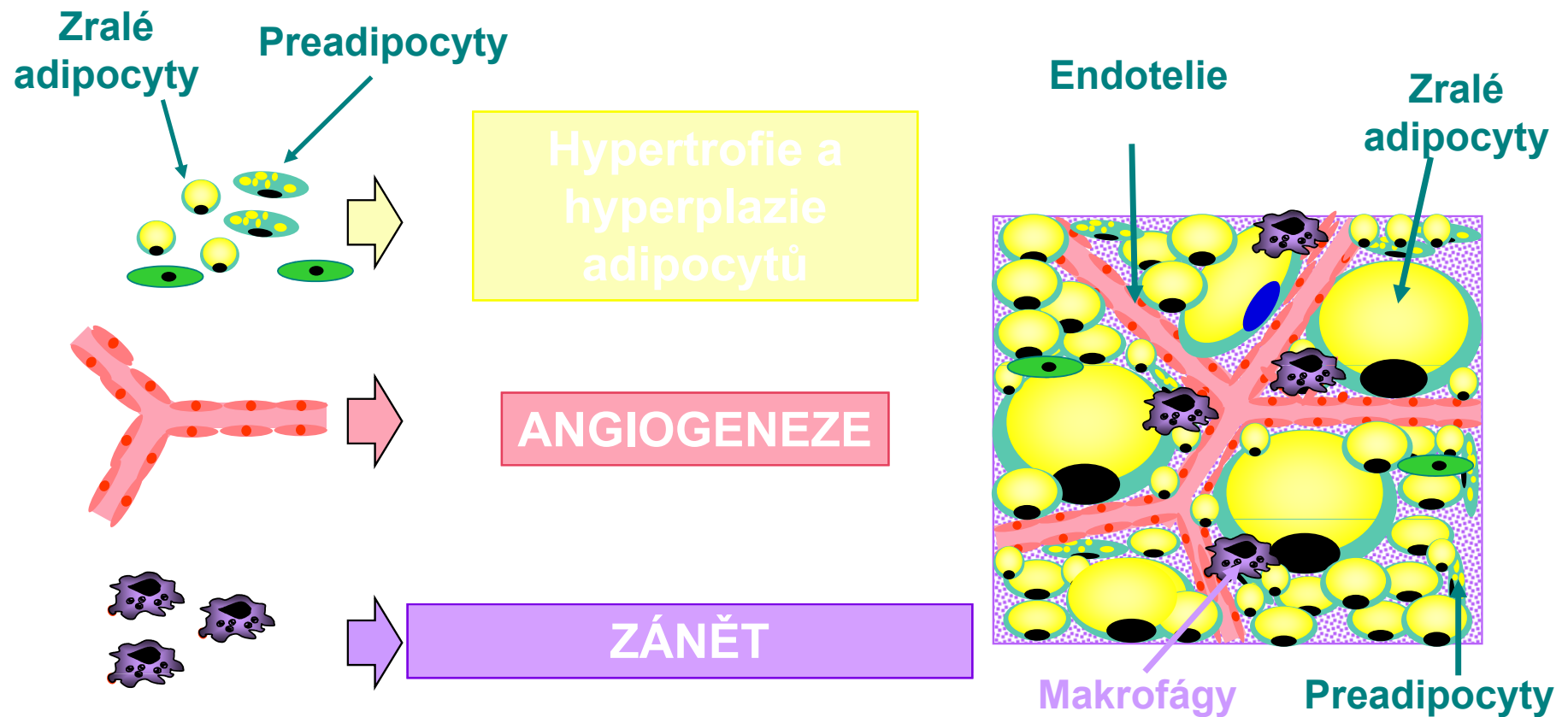


Typy buněk v bílé tukové tkáni

- **Adipocyty** (buňky naplněné tukem) 30%
- **Preadipocyty a fibroblasty**
- Matrix z kolagenních vláken
- Krevní cévy (**kapiláry/endoteliální bb**)
- **Imunitní bb** (monocyty-makrofágy, lymphocyty)

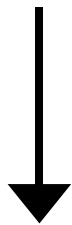
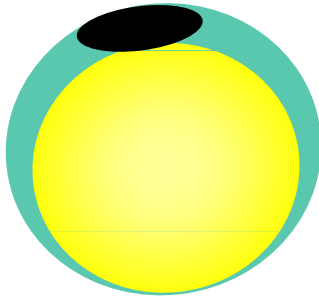


Vývoj tukové tkáně – více než diferenciace adipocytů



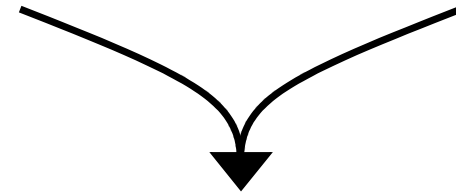
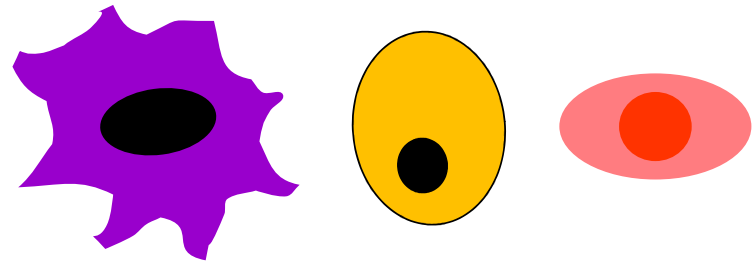
Buněčný původ peptidů secernovaných v AT

Adipocyty → Adipokiny



Leptin
Adiponektin
Sérový amyloid
Retinol binding protein 4 (RBP4)
Apelin
FGF/FGFR

**Buňky stromální vaskulární frakce
→ cytokiny & chemokiny**



Monocyte chemoattractant protein 1 (MCP-1)
Macrophage inflammatory protein (MIP)
Tumor necrosis faktor α (TNF α)
Interleukiny 1 β , 6, 8, 10,
Chemokiny
Resistin

Spouštěč

Homeostatický stres

Fyziologická odpověď

Akutní zánět

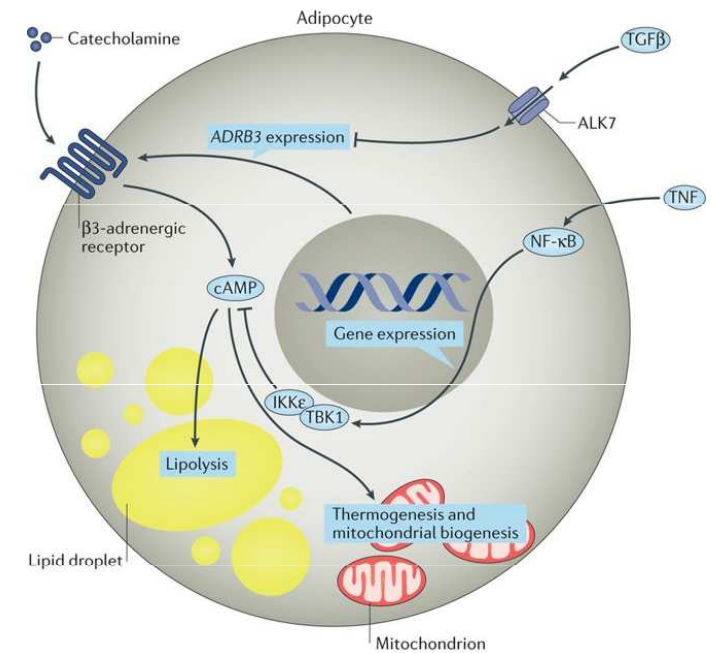
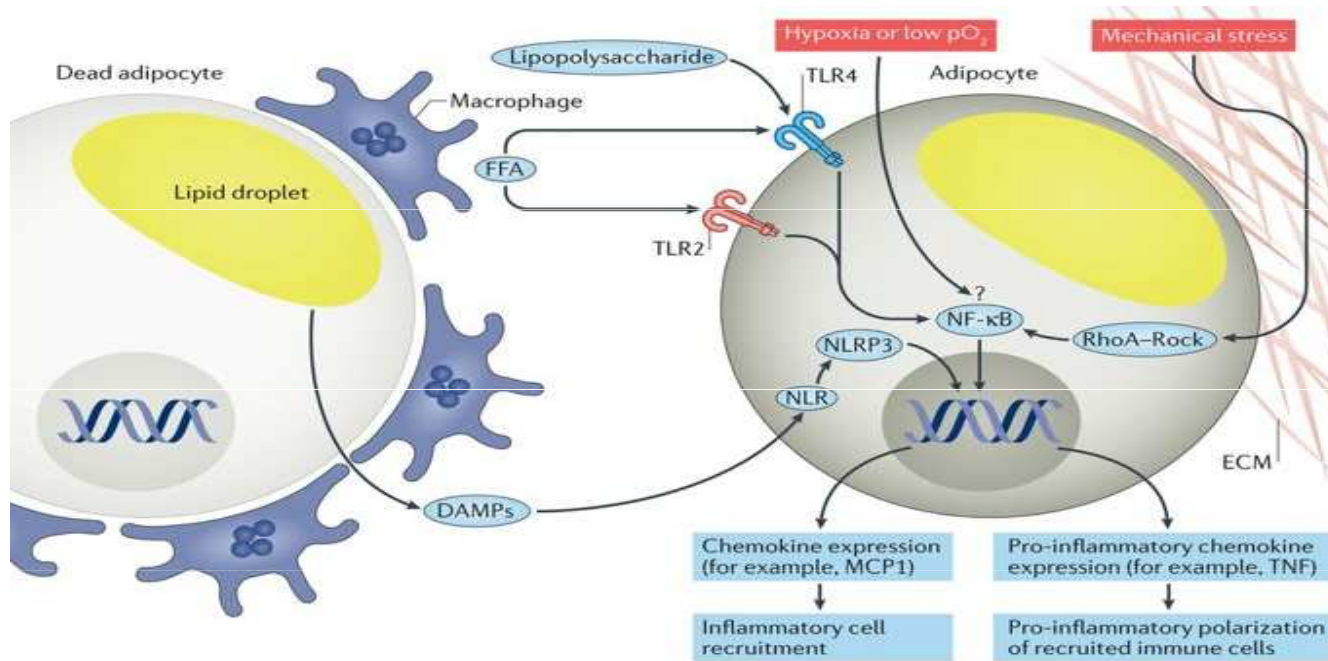
Patologická odpověď

Posun bodu homeostázy

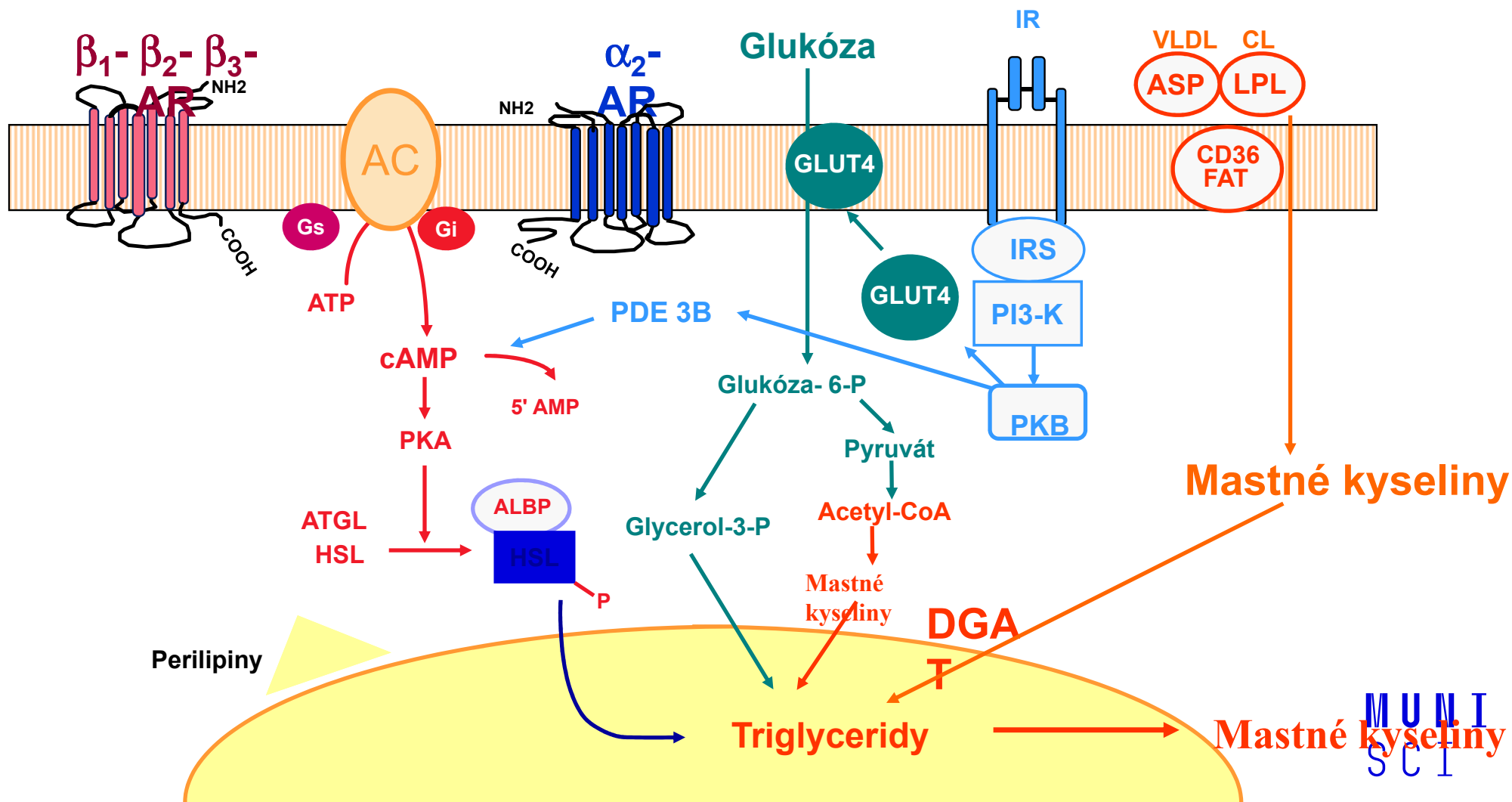
Přejídání

Inzulínová rezistence

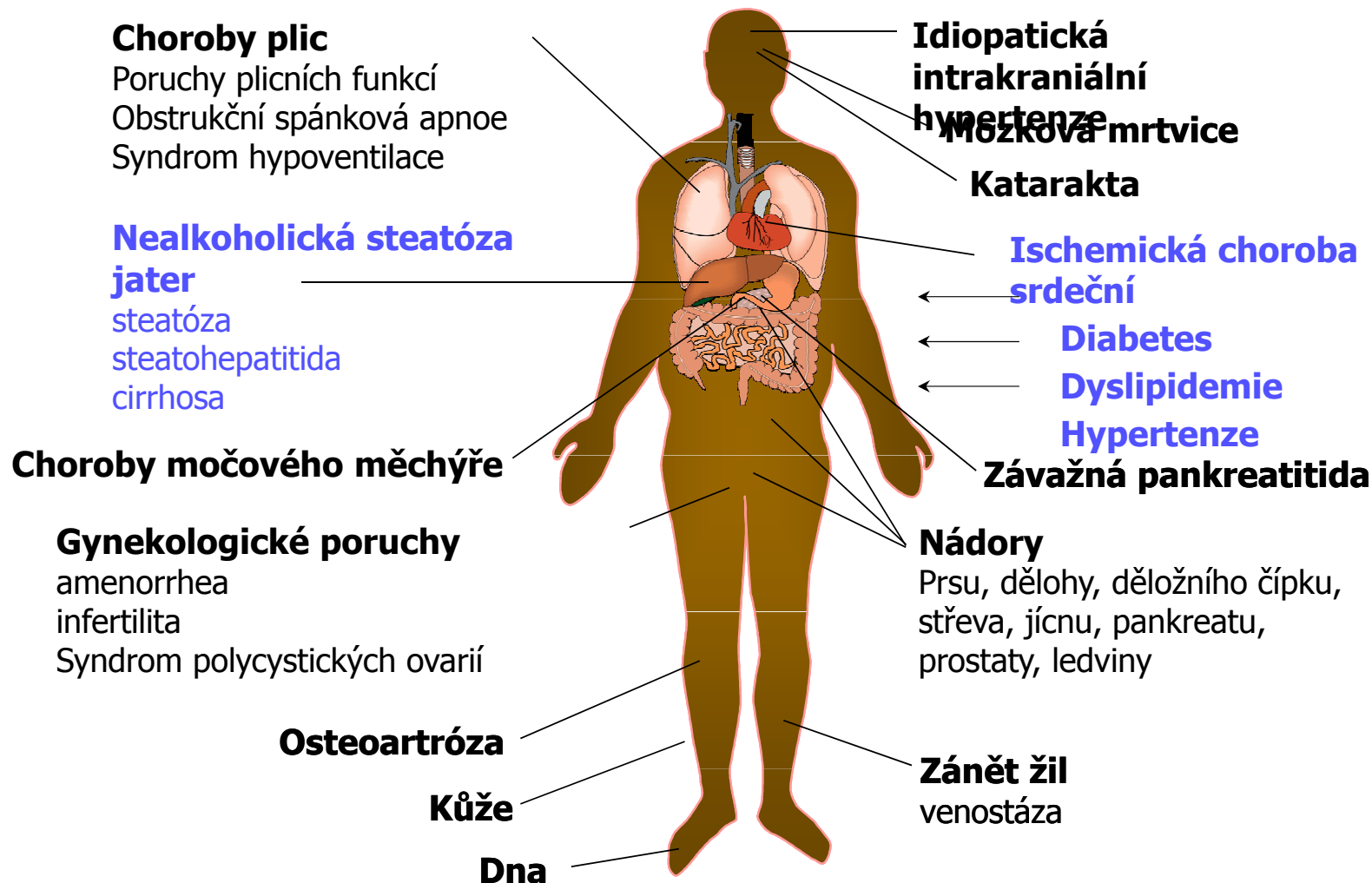
Rezistence vůči katecholaminům



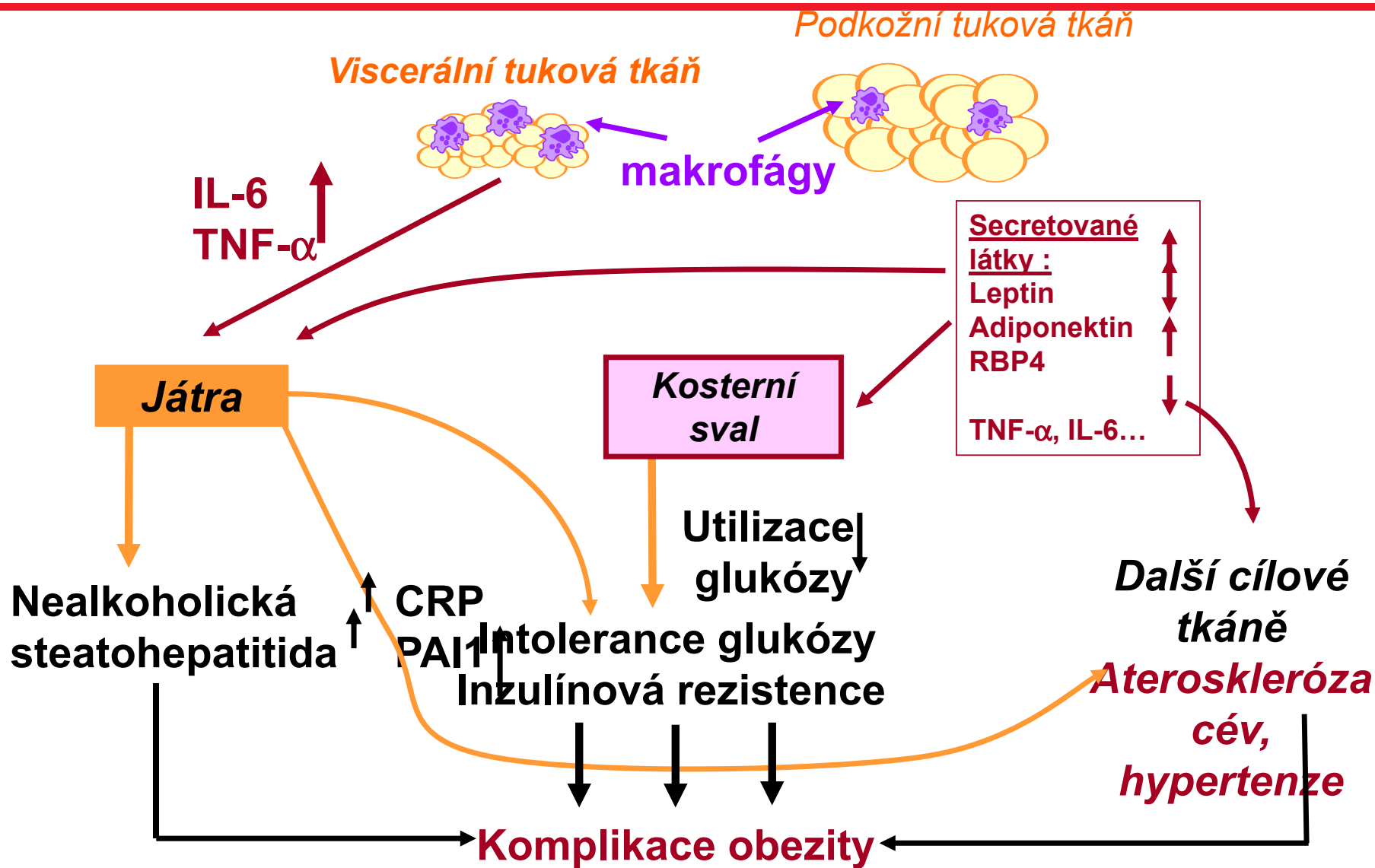
Metabolismus mastných kyselin a glukózy ve WAT



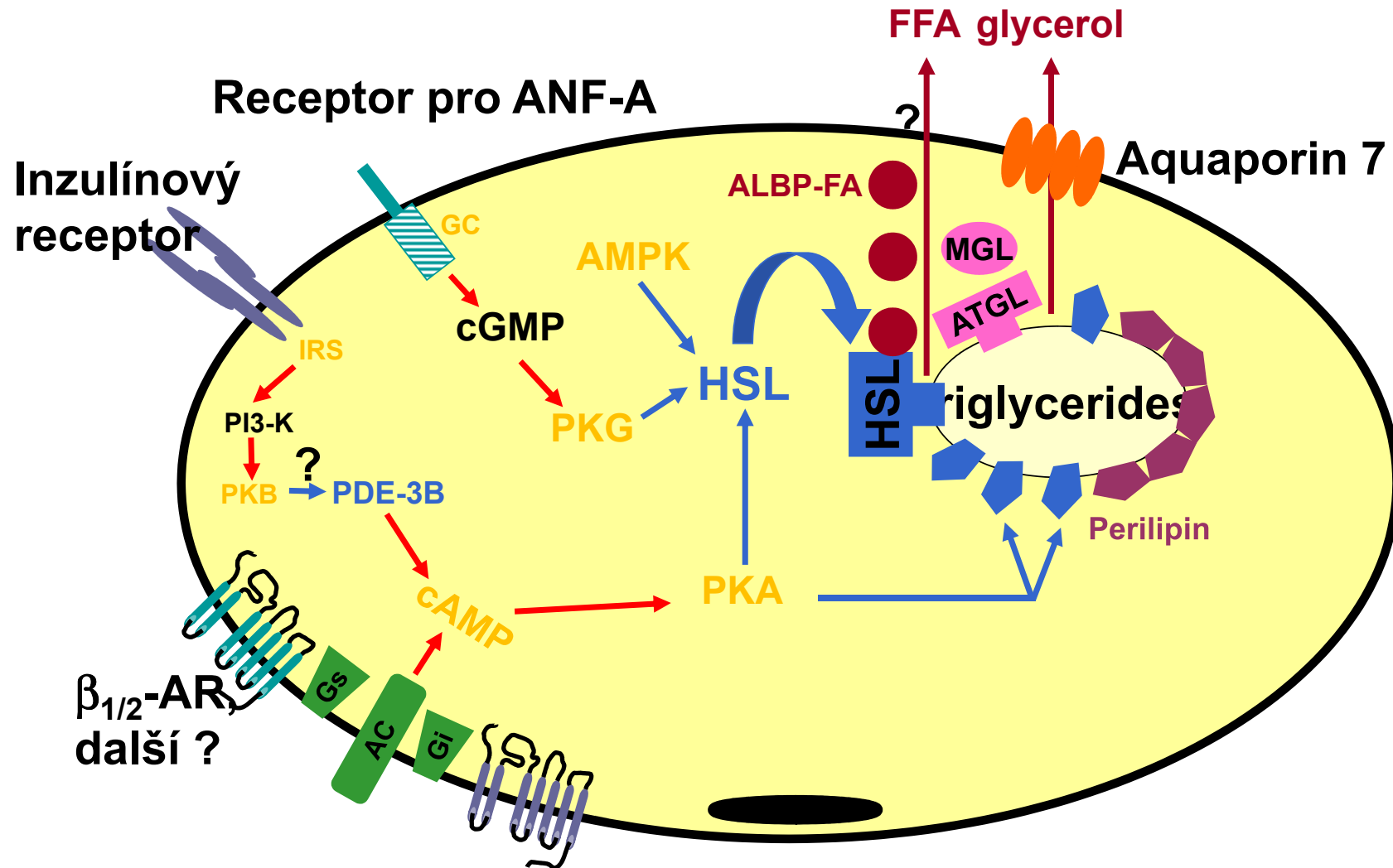
Komplikace obezity



Role adipokinů a cytokinů u komplikací obezity



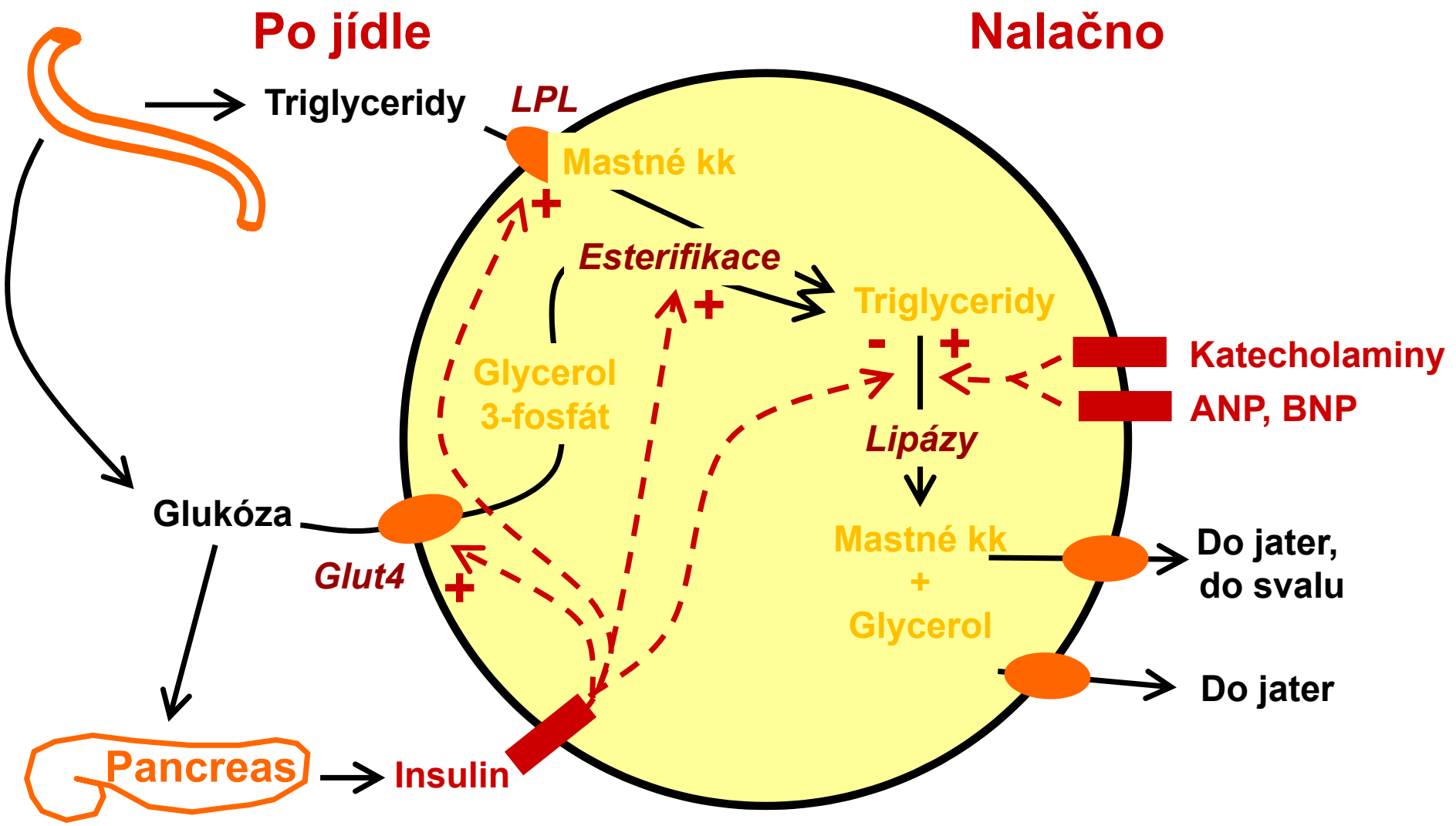
Lipolýza ve WAT u člověka



α_2 -AR, HM74A, A1 receptor, FP3 receptor.

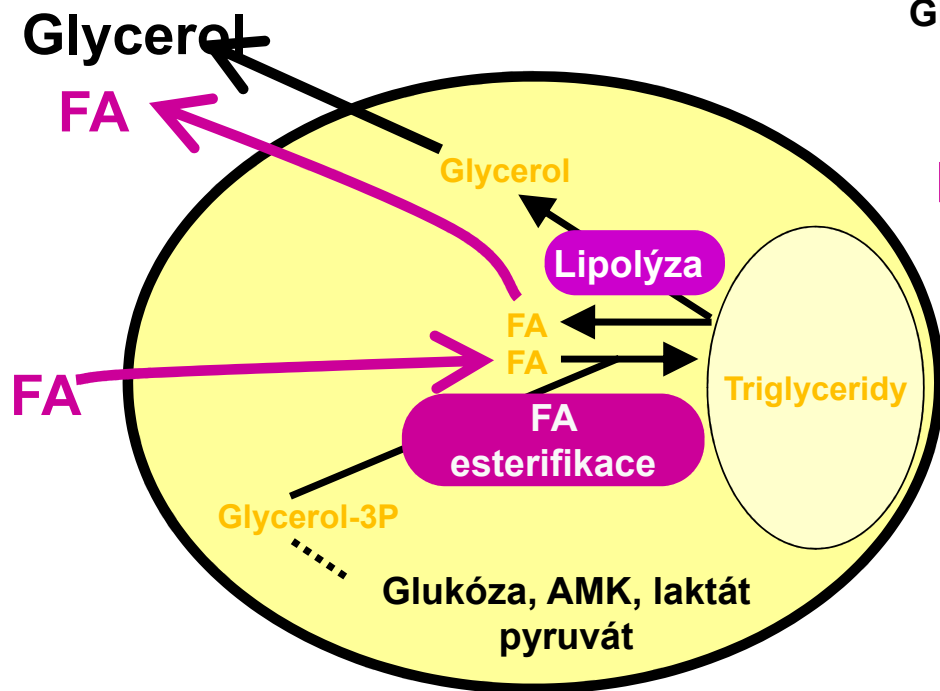
Pharmacol. Res. 2006 53:482-91

Koordinace regulace ukládání/mobilizace tuků ve WAT u člověka

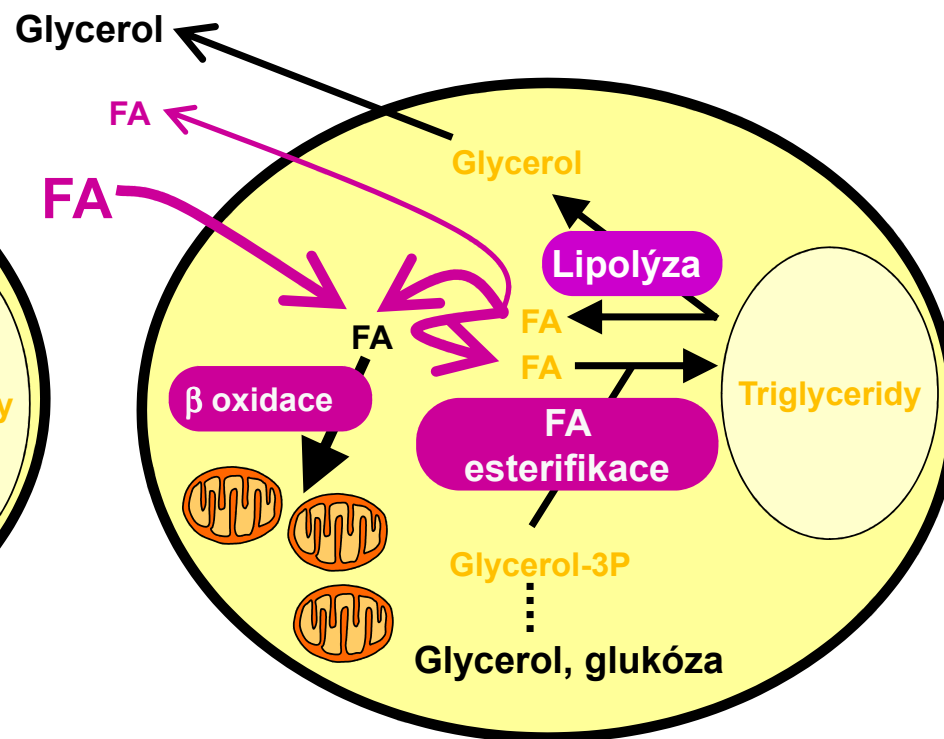


Rozdíly v osudu mastných kyselin mezi WAT a BAT

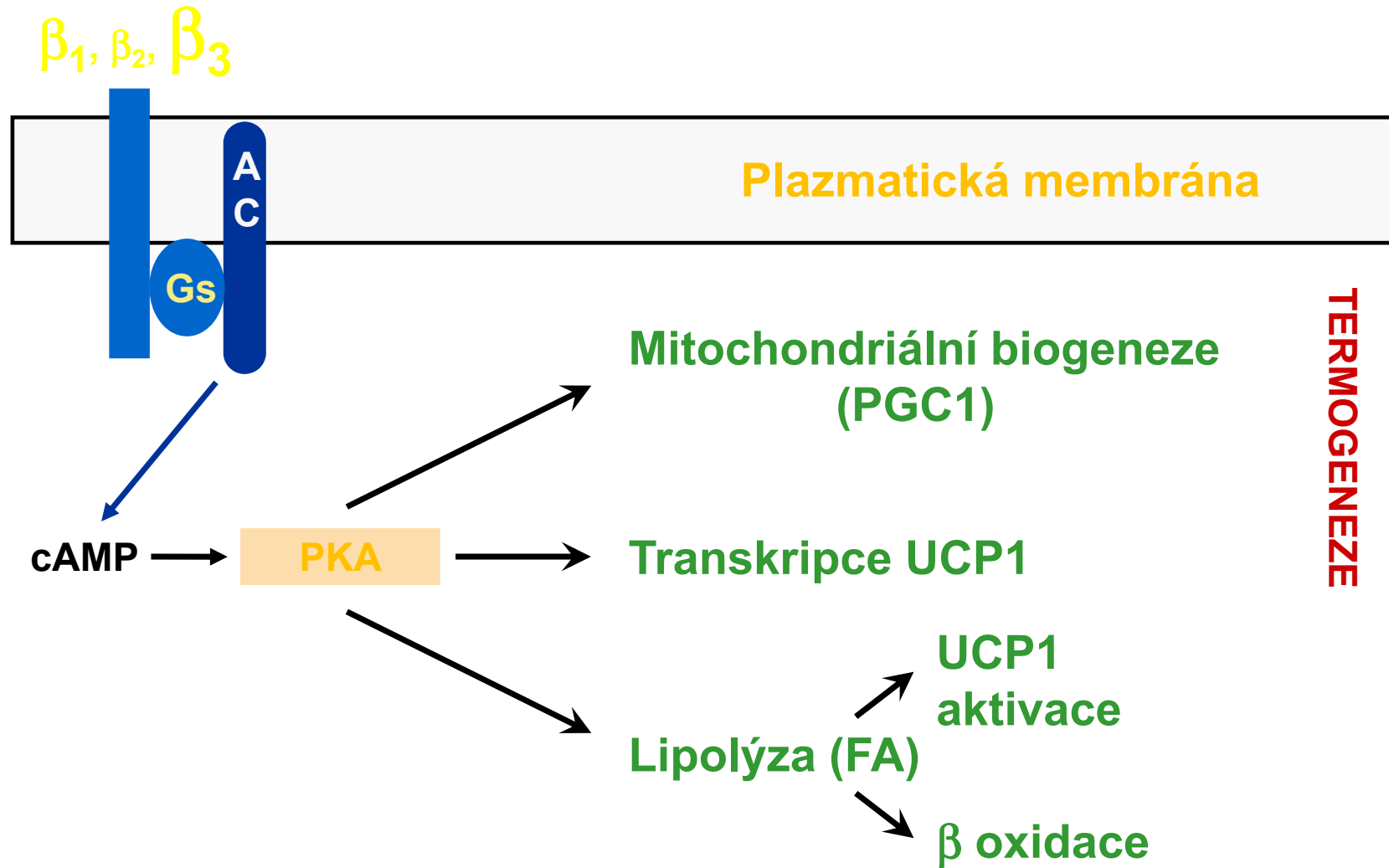
Bílý adipocyt



Hnědý adipocyt



Adrenergní kontrola metabolismu hnědých adipocytů



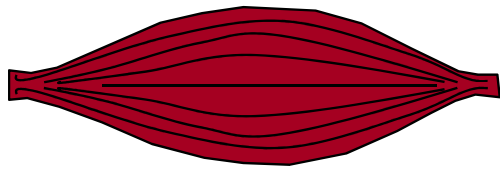
Souhrn: ...

Obezita

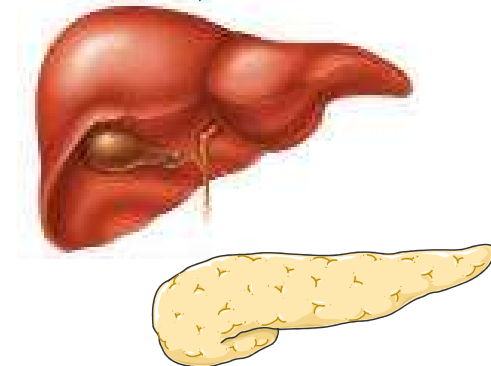
Mastné kyseliny,
Adipokiny,
Jiné peptidy

Mediátory
lipidové
povahy,
adipokiny

Mastné kyseliny,
Adipokiny,
peptidy



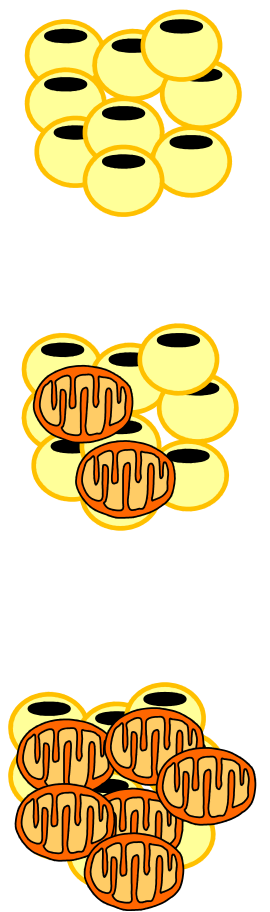
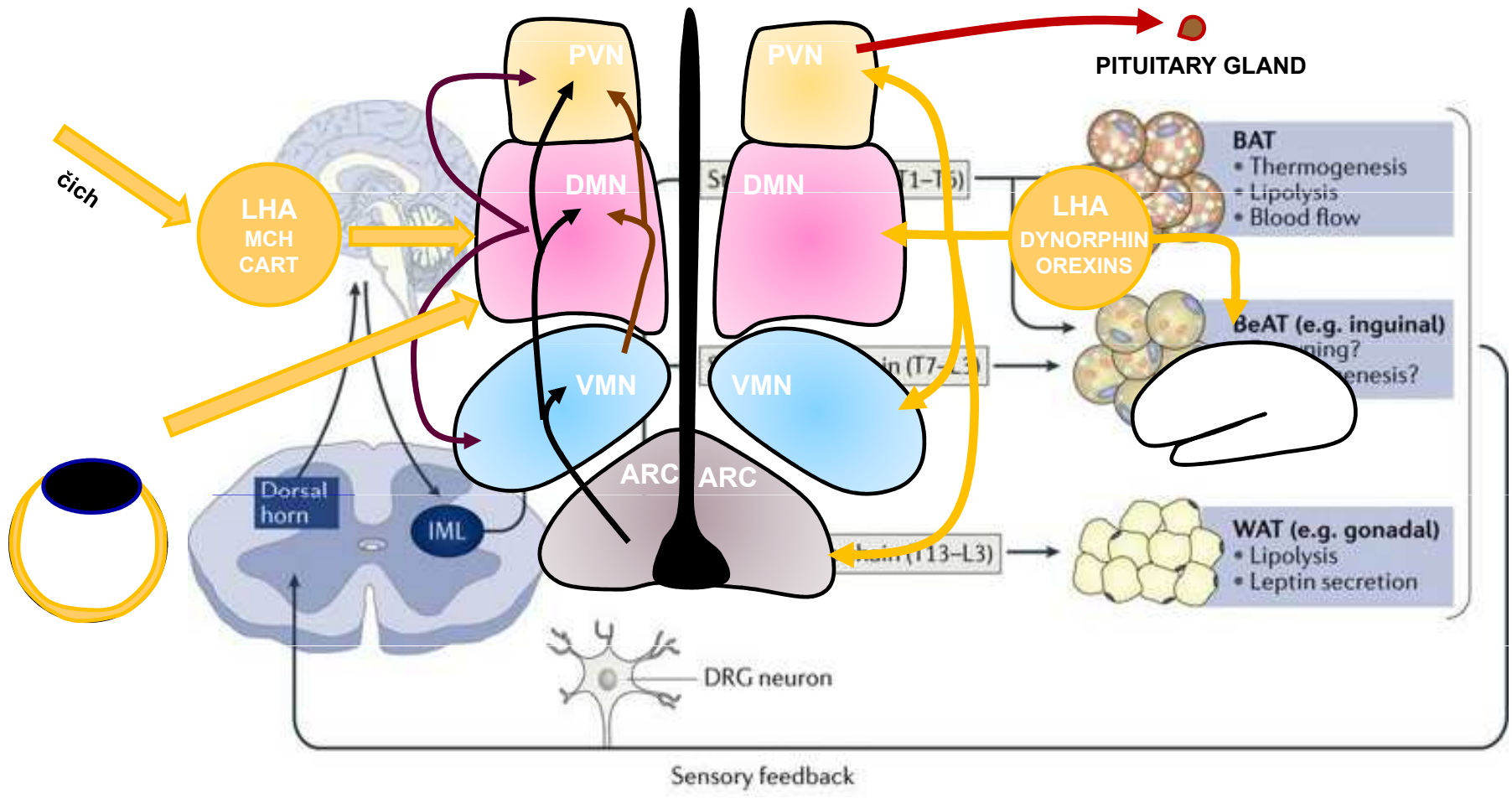
Inzulínová rezistence



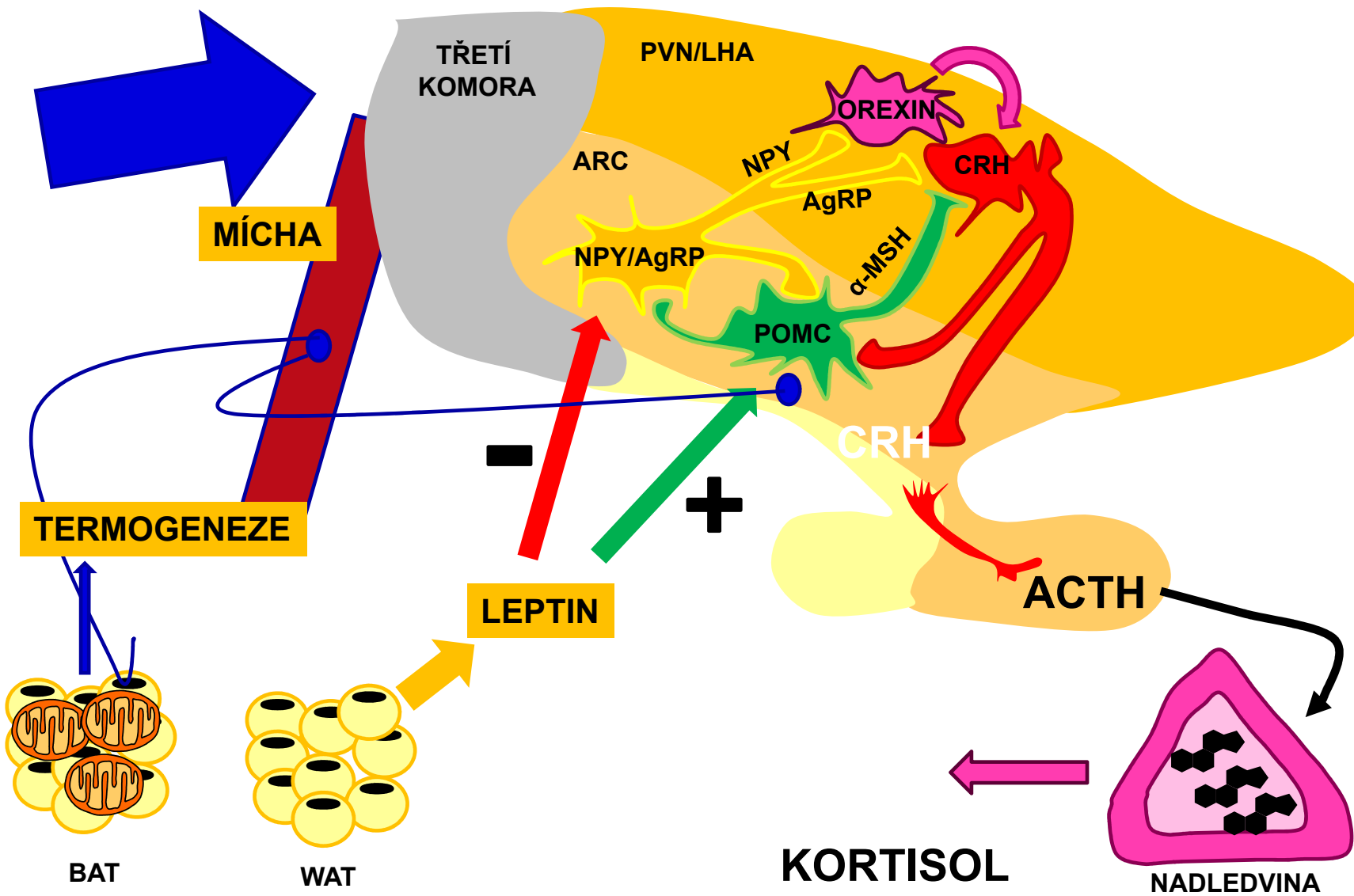
Diabetes, kardiovaskulární choroby

**Stres a řízení organismu?
=
Úloha tukové tkáně?**

Osa mozek – tuková tkáň



OSA „MOZEK – TUKOVÁ TKÁŇ“



Stres a řízení organismu?

=

Co to vše znamená?

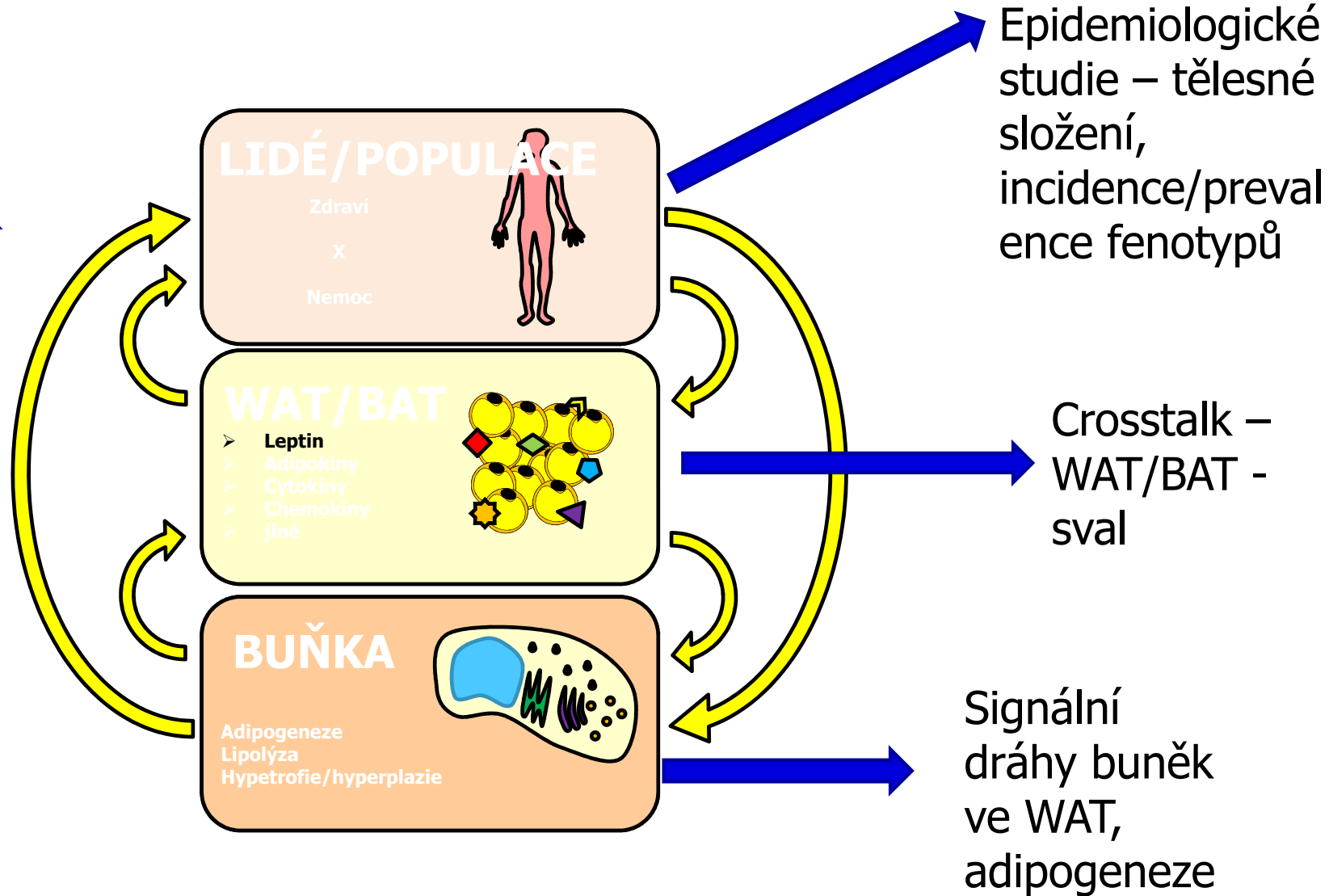
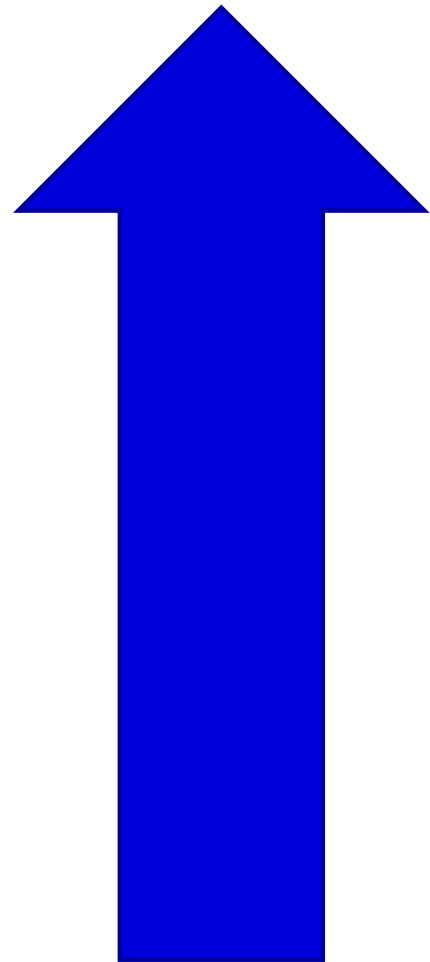


Lze objektivně změřit stres?



Jakou roli ve stresu hraje tuková tkáň?

PATRA



Stres a řízení organismu?

=

Jak je řízena tělesná distribuce tuku?

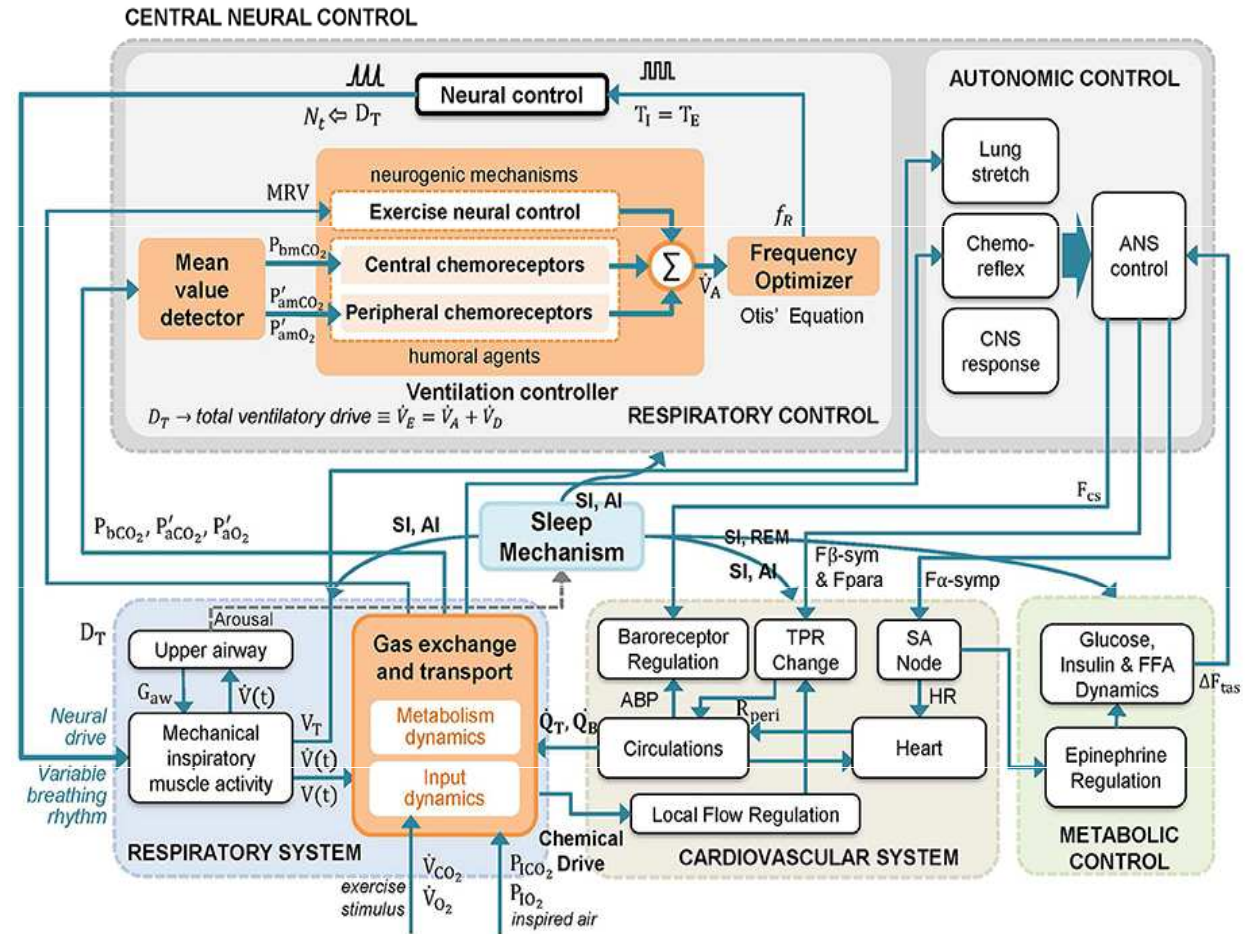
**Jak souvisí tělesná distribuce tuku s celularitou
AT?**

Jak souvisí celularita s termogenezí?

**Jak s tím vším souvisí sympatoadrenální osa?
A HPA osa?**

**Jak s tím souvisí kvalita okolního prostředí?
A jde to změřit?**

Dýchateľný vzduch?



Dýchatelný vzduch

- Adaptace na vysokou nadmořskou výšku trvá od 2 týdnů do 2 měsíců.
- Většina změn se děje, aniž by o nich daný člověk věděl
- Při dlouhodobém pobytu mají tyto změny i zjevný strukturální korelát – tzv. soudkovitý hrudník.
- Různé další změny – vyšší počet krvinek, větší kapacita krve pro přenos kyslíku
- Tělo udržuje vyšší míru hydratace
- Různé populace: Tibeťané, obyvatelé And, Etiopané



Dýchateľný vzduch: rekord



Úkryt: chlad a teplo

– Adaptace na teplo-zimu: Bergmannovo pravidlo

Teplokrevní živočichové žijící v chladnějším podnebí mají obvykle větší tělesnou hmotu než odpovídající živočichové z teplejšího podnebí

– Adaptace na teplo-zimu: Allenovo pravidlo

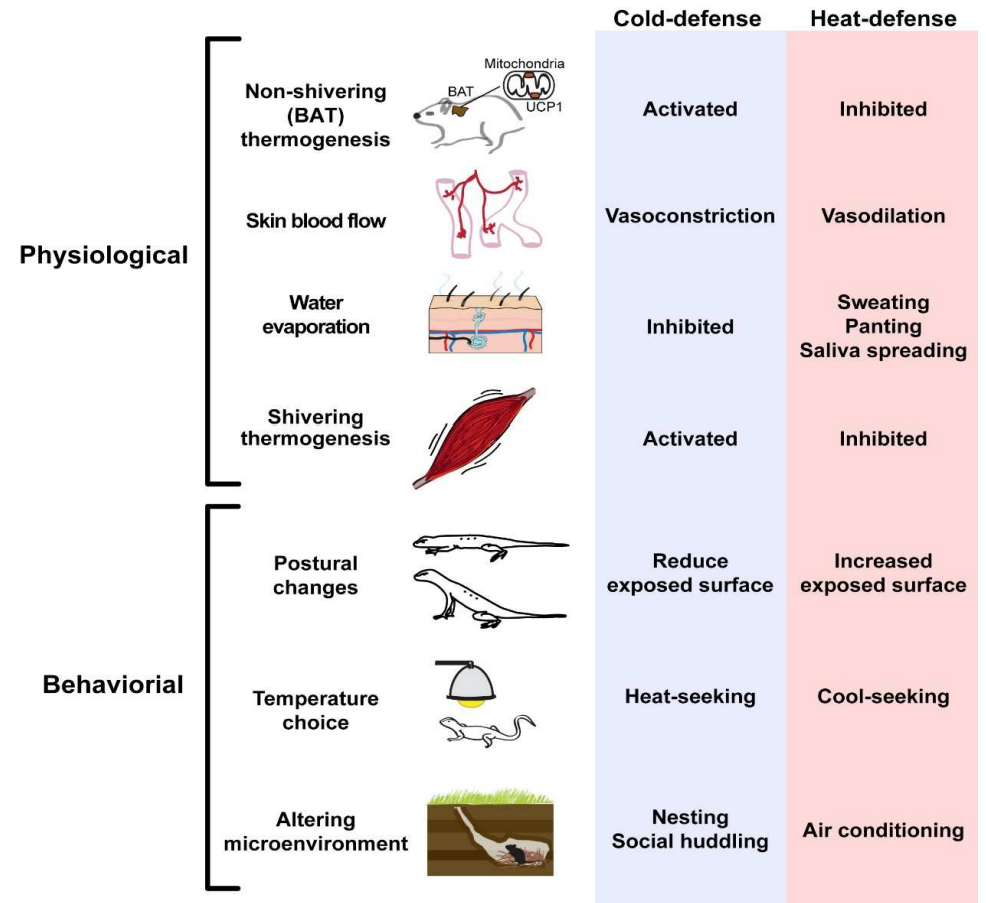
Teplokrevní živočichové žijící v chladnějším podnebí mají obvykle kratší končetiny než odpovídající živočichové z teplejšího podnebí

Adaptace na teplo-zimu u člověka: člověk se na vysokou teplotu adaptuje převážně pocením, což je aktivní proces uvolňování tekutiny

potními žlázami. Adaptace na chlad se děje primárně vazokonstrikcí – stažením cév v periférii, ale tímto samotným mechanismem nelze

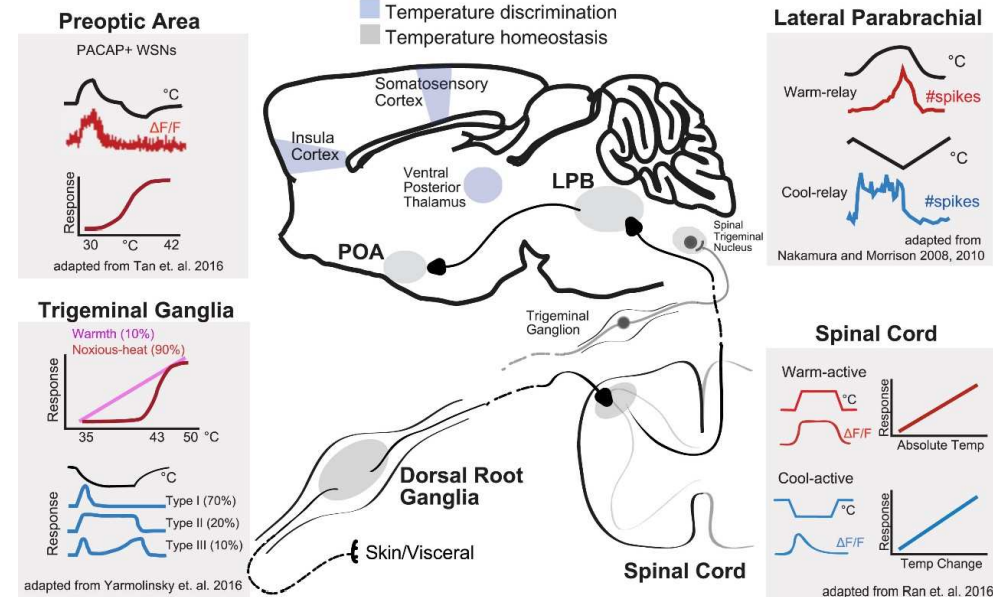
v nižších teplotách dosáhnout přežití. Na nízkou teplotu se adaptujeme důmyslným systémem obydlí – úkrytů a technologických řešení

(oblečení), jedná se tedy primárně o technickou-kulturní adaptaci.



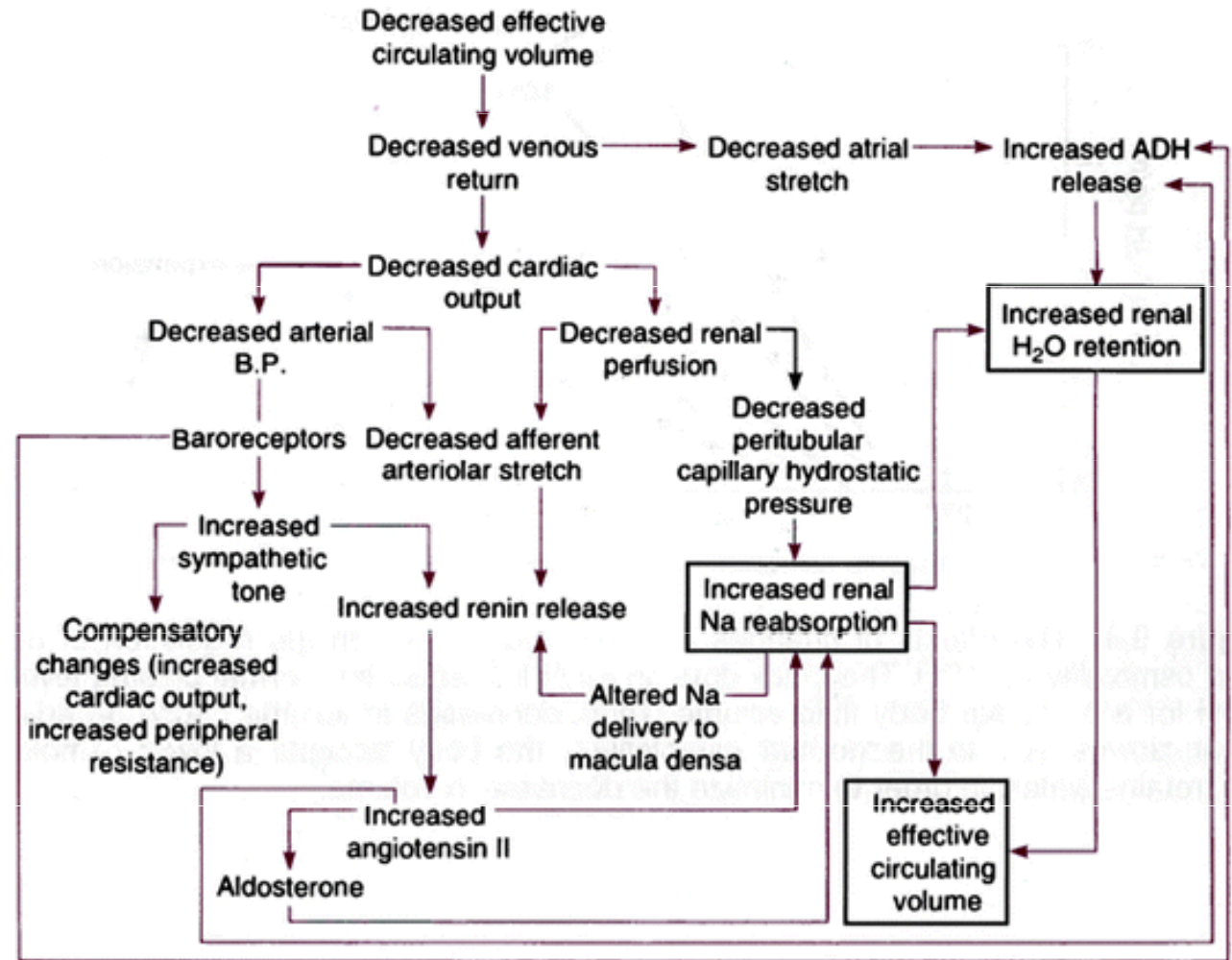
Ukryt: chlad a teplo - rekordy

- Suchý vzduch: 120+ °C (248+ °F)
krátkodobě, 70+ °C (158+ °F) dlouhodobě
(s přístupem k vodě o nižší teplotě)
- Tropický vzduch: 60+ °C (140 °F)
krátkodobě, 47 °C (117 °F) dlouhodobě
- Saturated air: 48 °C (118 °F)
krátkodobě, 35 °C (95 °F) dlouhodobě
- Voda: 46° C (115 °F) krátkodobě, 41°C
(106 °F) dlouhodobě

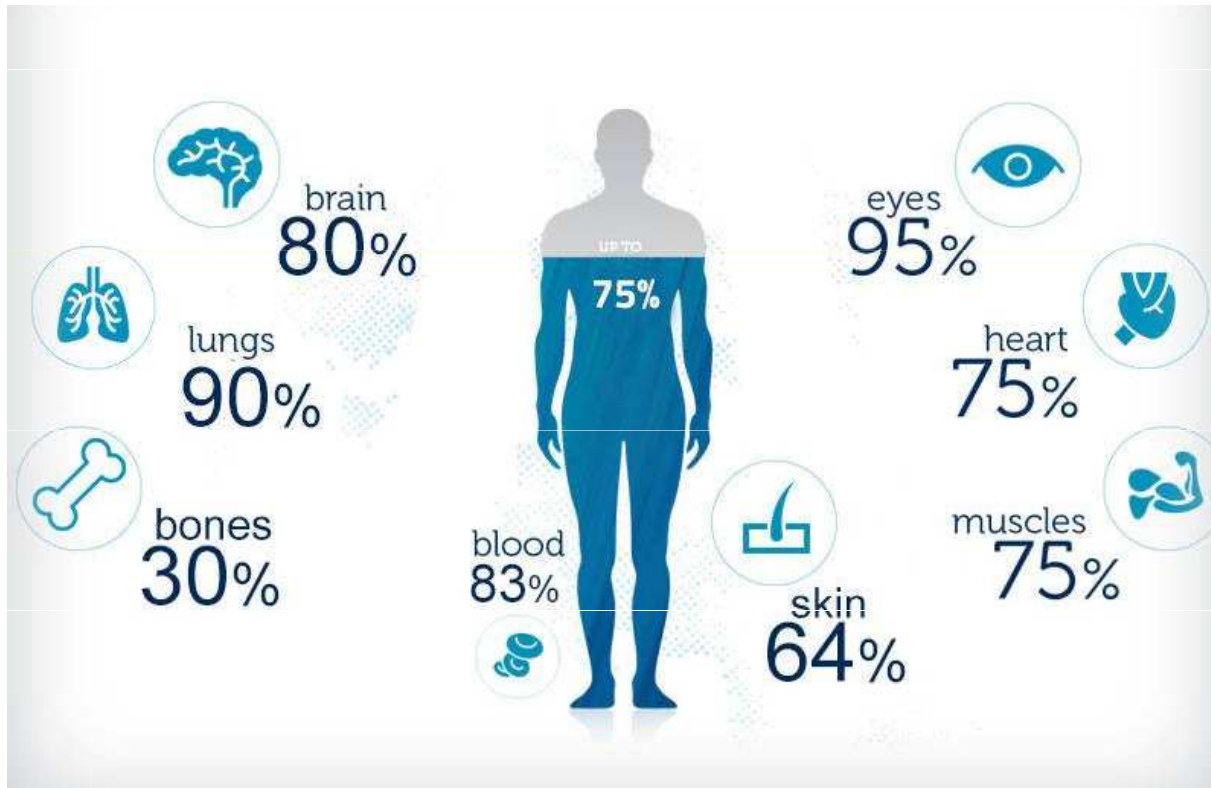


Regulation of Body Temperature by the Nervous System
[Chan LekTan¹](#)[Zachary A.Knight¹²³⁴](#)

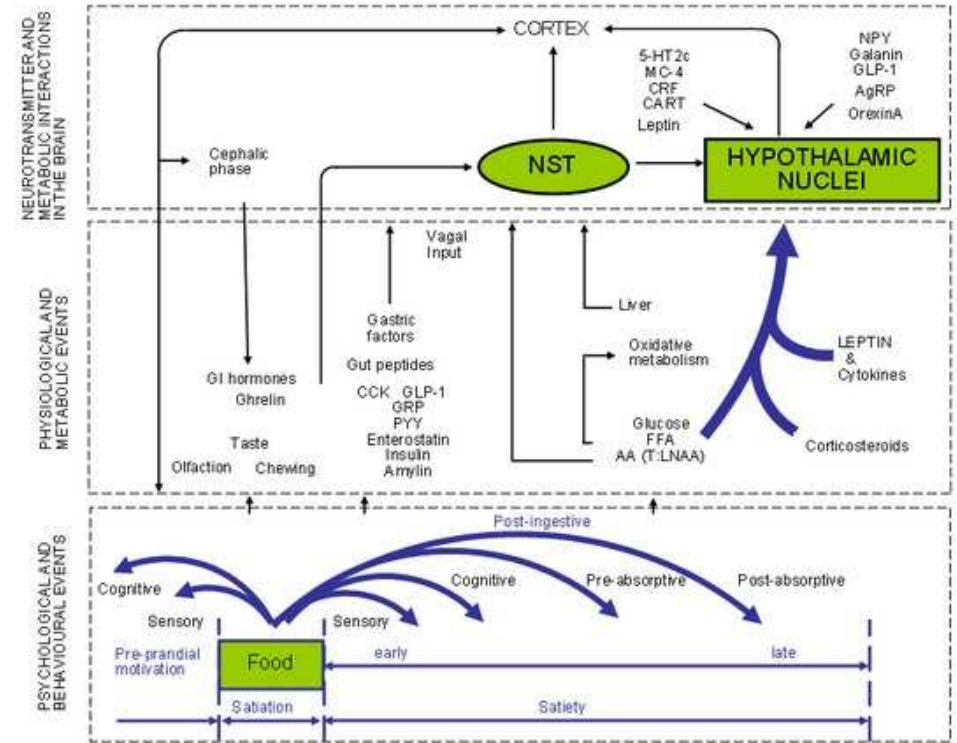
Voda?



Voda: fyziologické požadavky, rekord?



Příjem potravy?



Potrava: fyziologické požadavky, rekord?



74 vs. 382 dní?

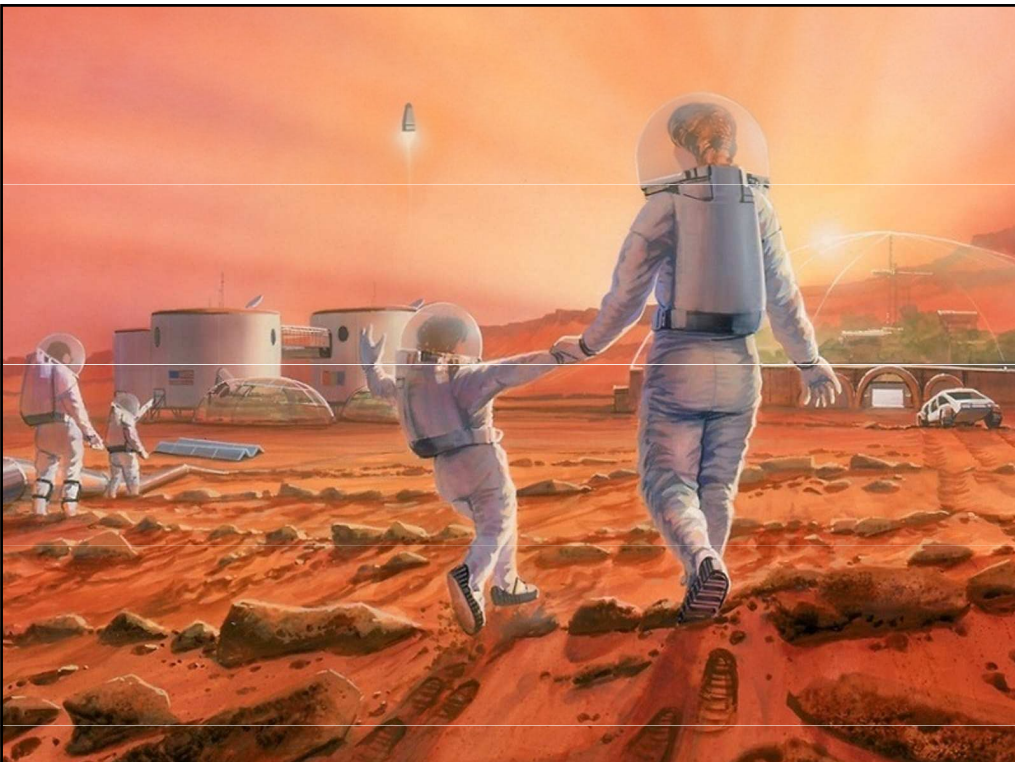
Noc vědců 2019 – JD – Ústav patologické fyziologie

**MUNI
SCI**

A co vesmír?

- Všechny 4 podmínky zaráz!

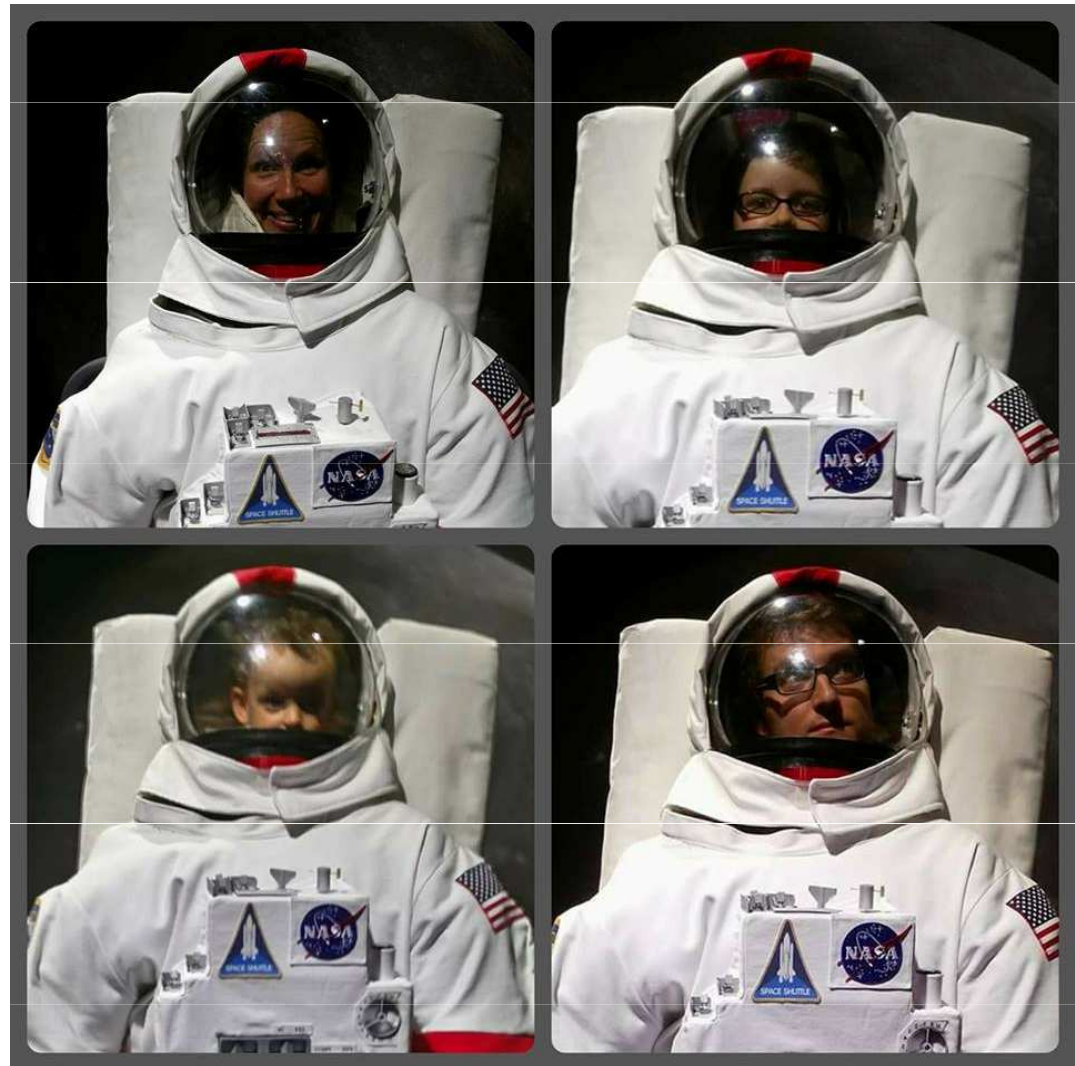




MARS
MAX RYMER

Budeme u toho?

– Ano!



**MASARYKOVA
UNIVERZITA**