

FYZIKÁLNÍ TERAPIE

TERMOTERAPIE I.

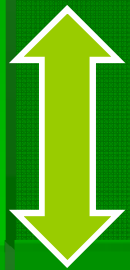
Mgr. Petr Pospíšil, Ph.D.

Katedra podpory zdraví

Fakulta sportovních studií

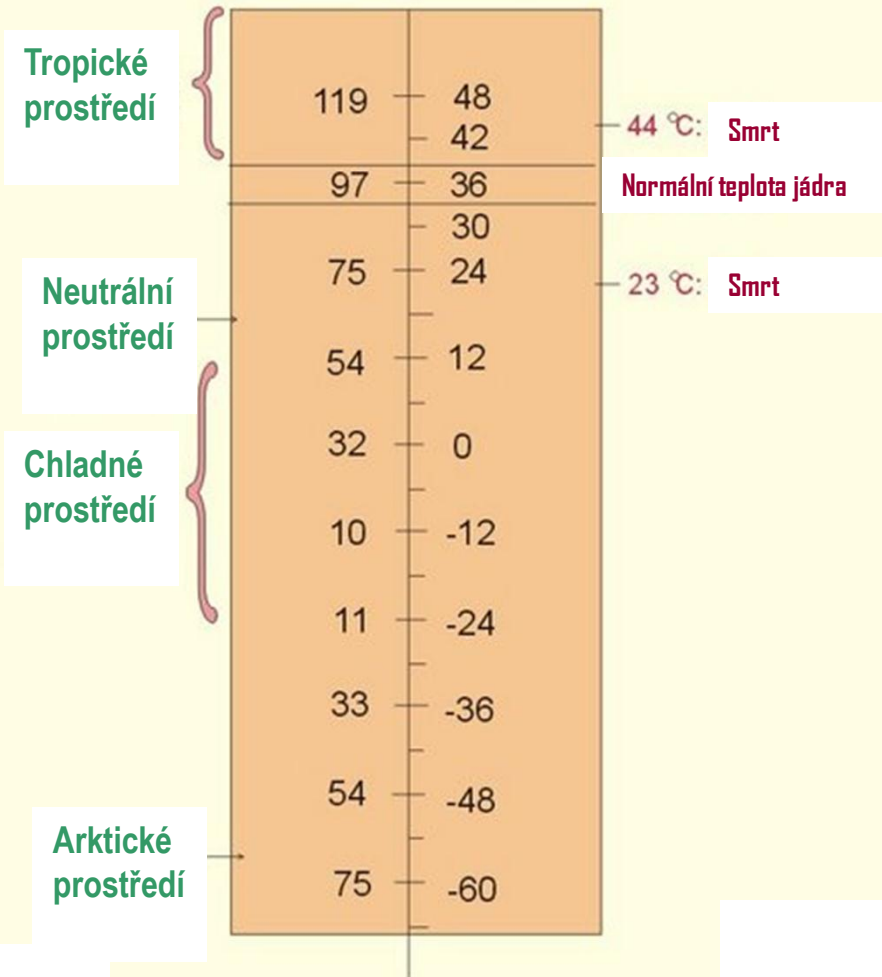
Tělesná teplota

Poikilotermie
(ektotermie)

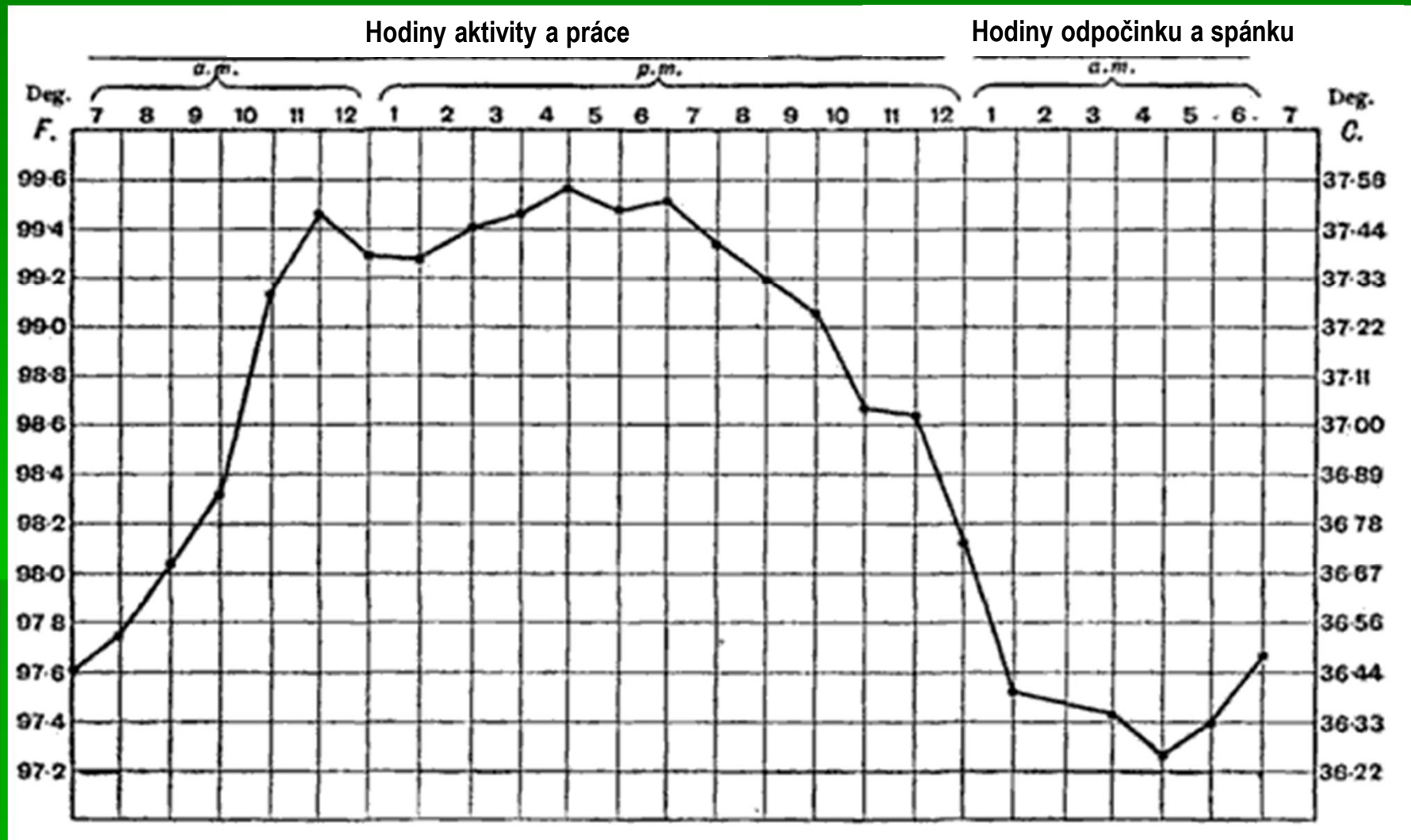


Homoiotermie
(endotermie)

Teplota tělesného jádra & teplota prostředí



Variabilita těl. teploty



denní cyklus

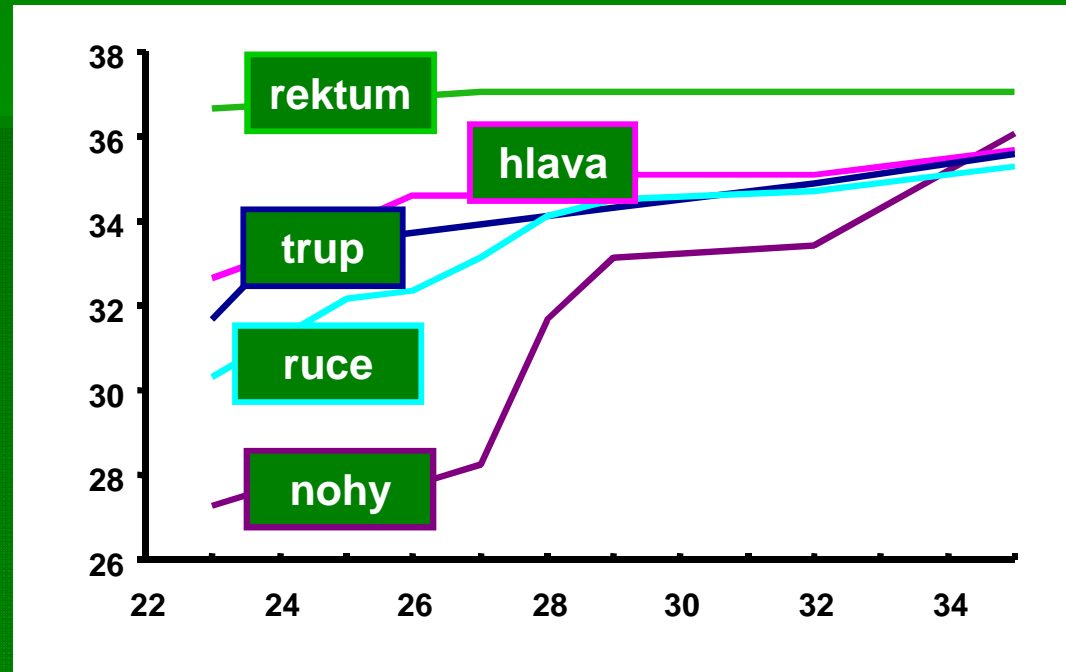
Cirkadiánní fluktuace teploty tělesného jádra

Axila 36.7 ± 0.5 °C

Rektum $37,2 \pm 0.5$ °C

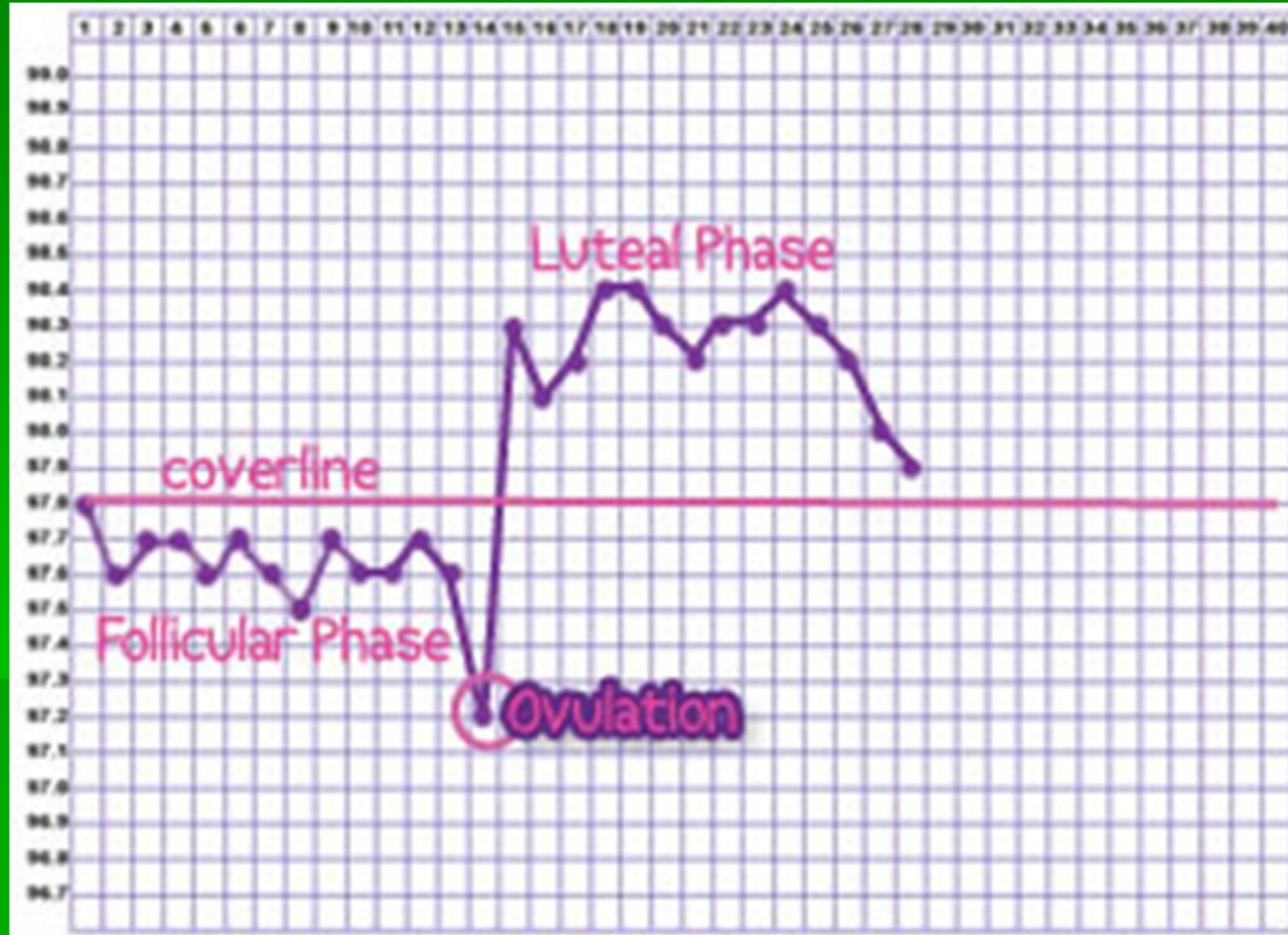
v závislosti na dalších rytmech...

Teplota tělupkyí osciluje mezi 20 - 40°C (0°C . 50 °C)



Měření teploty jádra:
REKTÁLNÍ, ORÁLNÍ, TYMPANICKÉ

Variabilita těl. teploty



menstruační cyklus

Variabilita těl. teploty

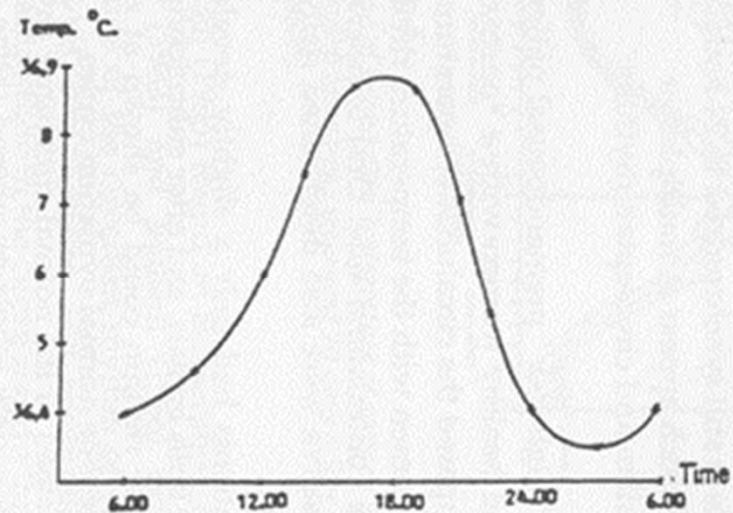


roční cyklus ...
hibernace ...
sociální hmyz ...

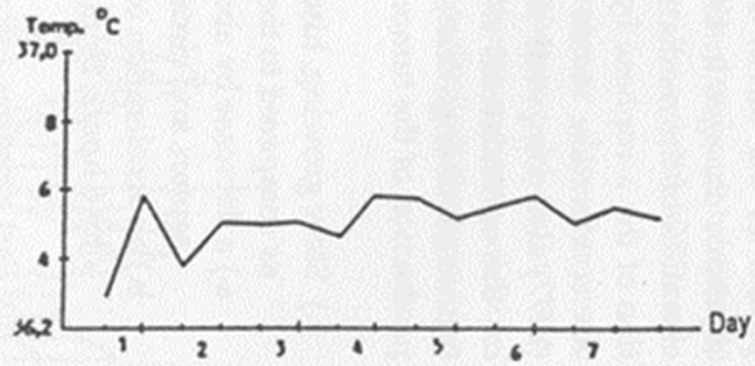
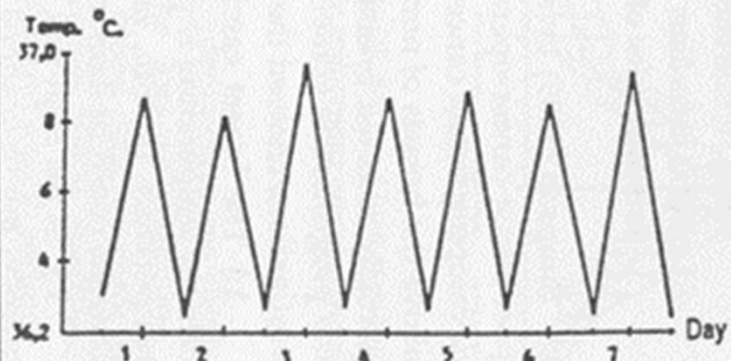
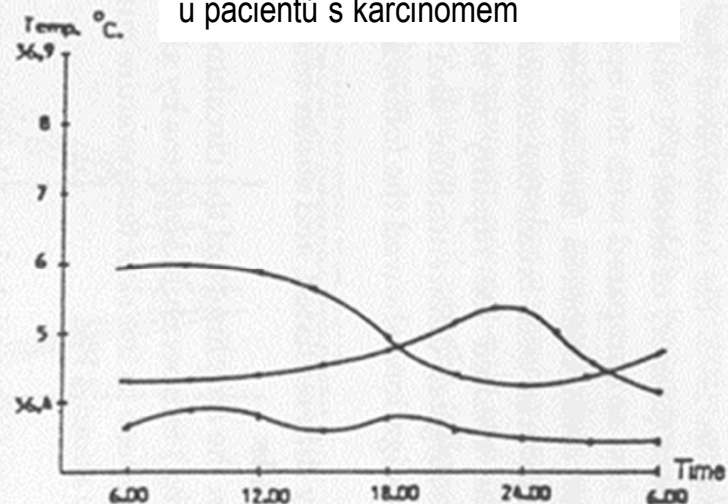


Patologie . . .

Normální cirkadiánní kolísání těl. teploty



Cirkadiánní kolísání tělesné teploty u pacientů s karcinomem

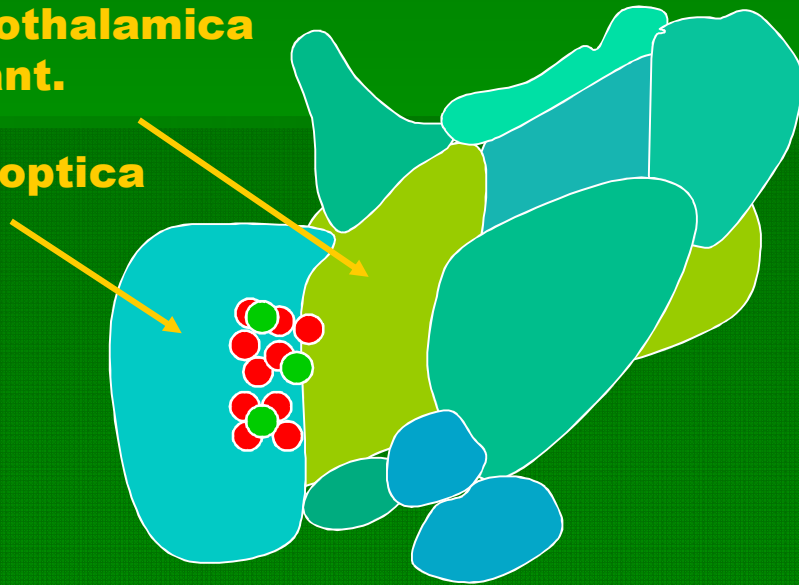


Regulace tělesné teploty

- řídicí centrum (hypotalamus)
- způsoby řízení
 - nervové řízení
 - látkové řízení
- výkonné orgány
 - produkce tepla
 - konzervace tepla

area hypothalamica
ant.

area preoptica



Řídící centrum

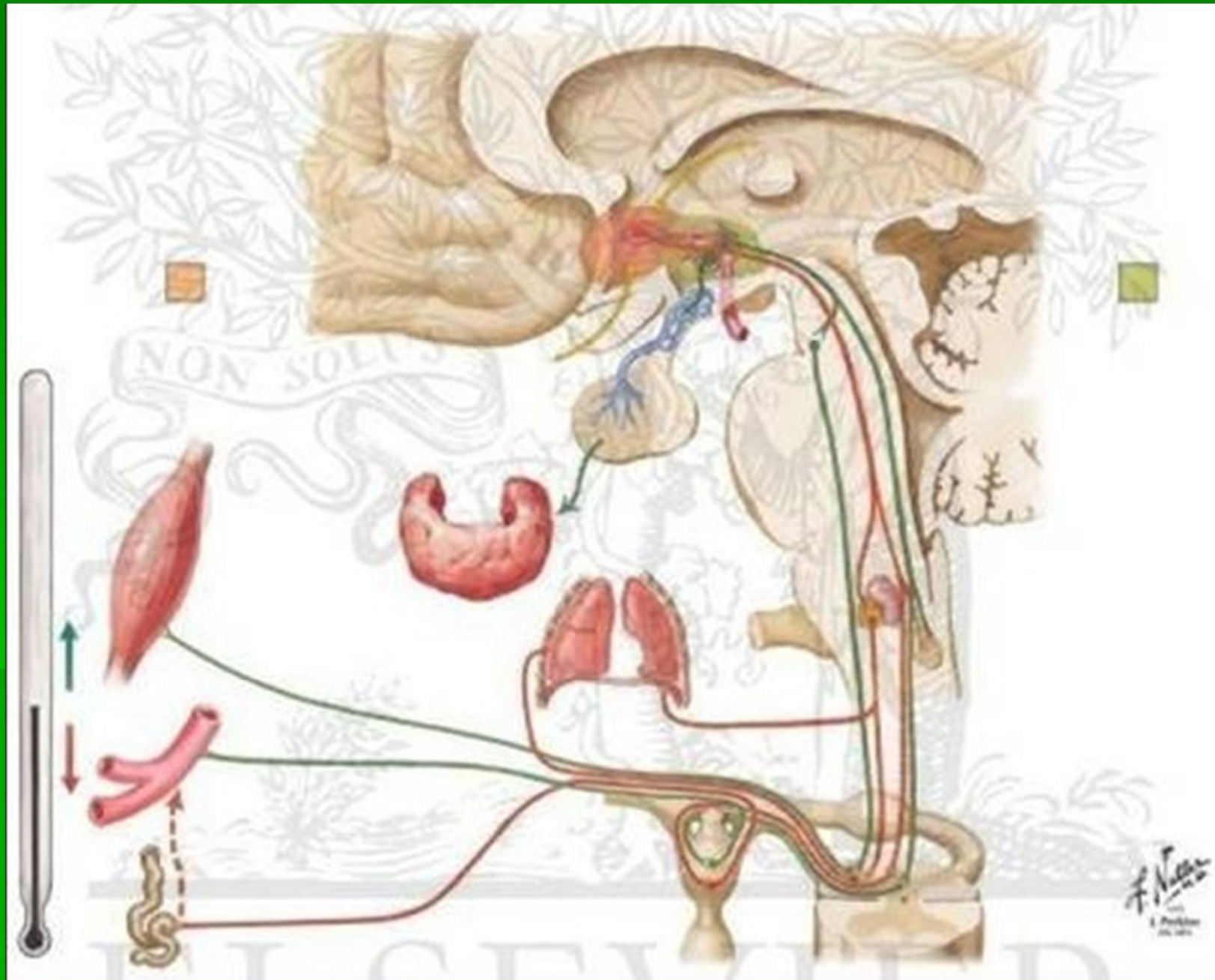
-

Hypotalamus

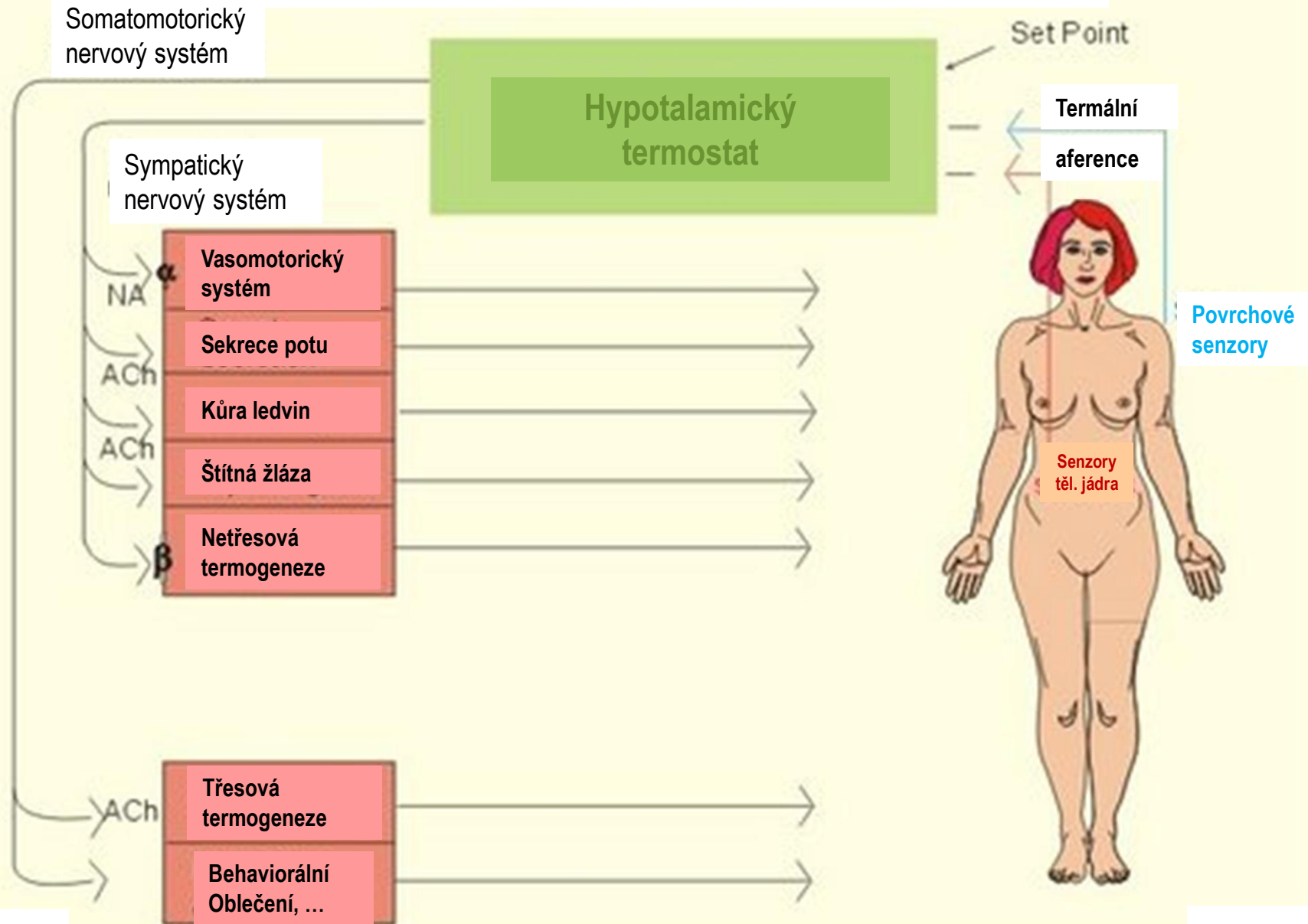
termosenzory pro teplo

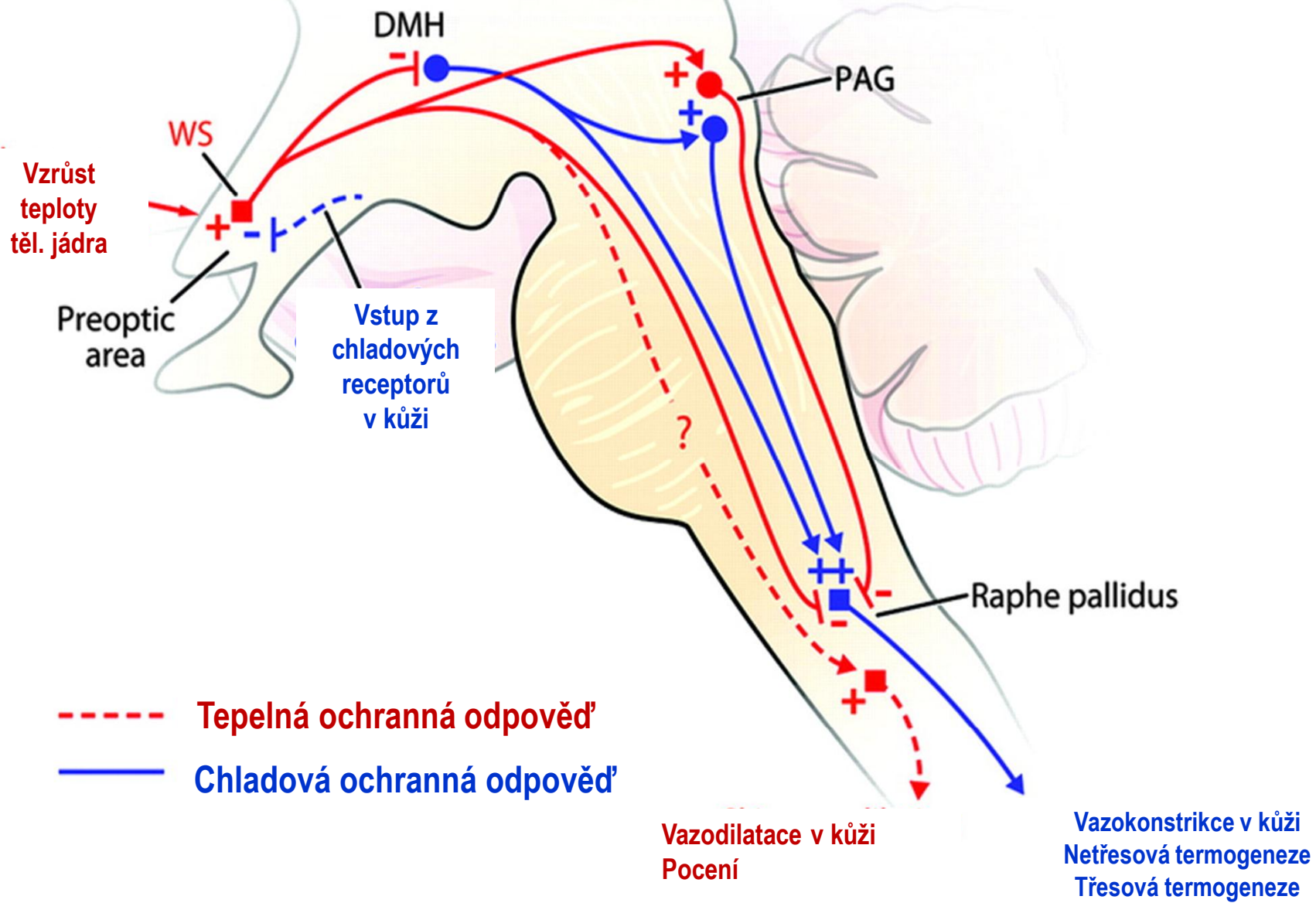
termosenzory pro chlad

nejvyšší senzitivita termosenzorů kolem optimální teploty



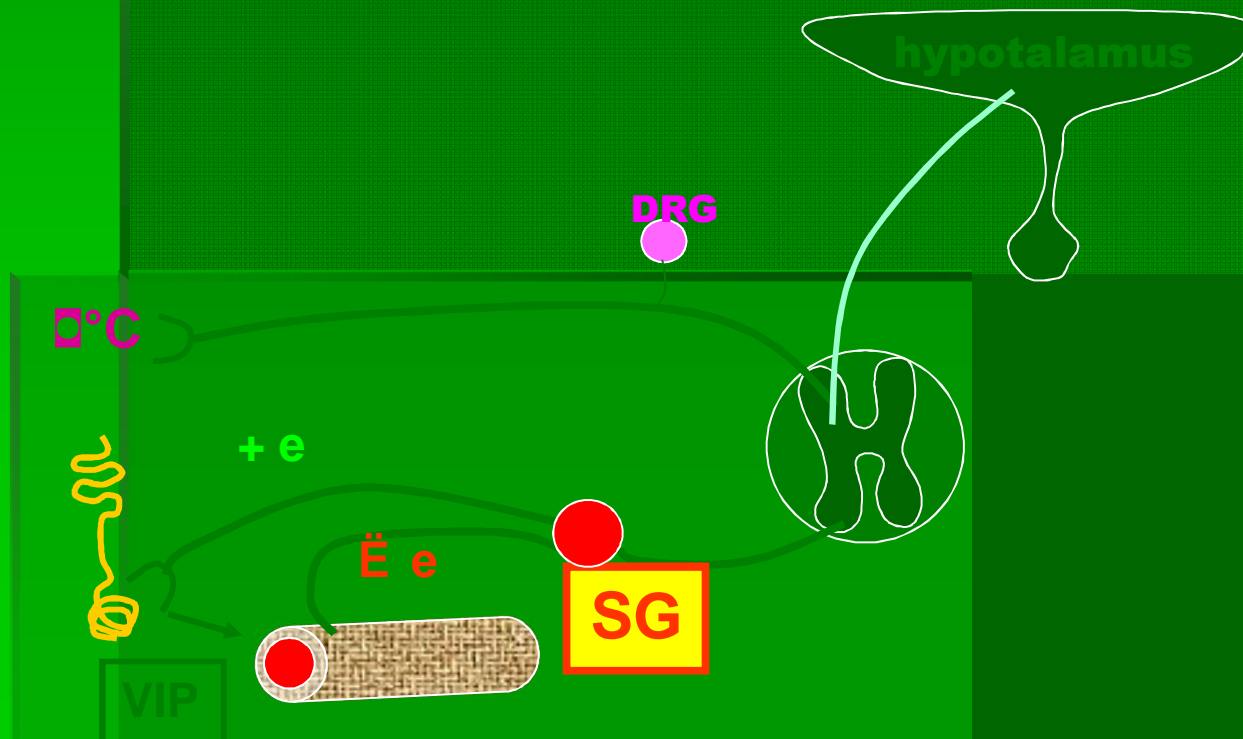
Somatomotorický a sympatický nervový systém



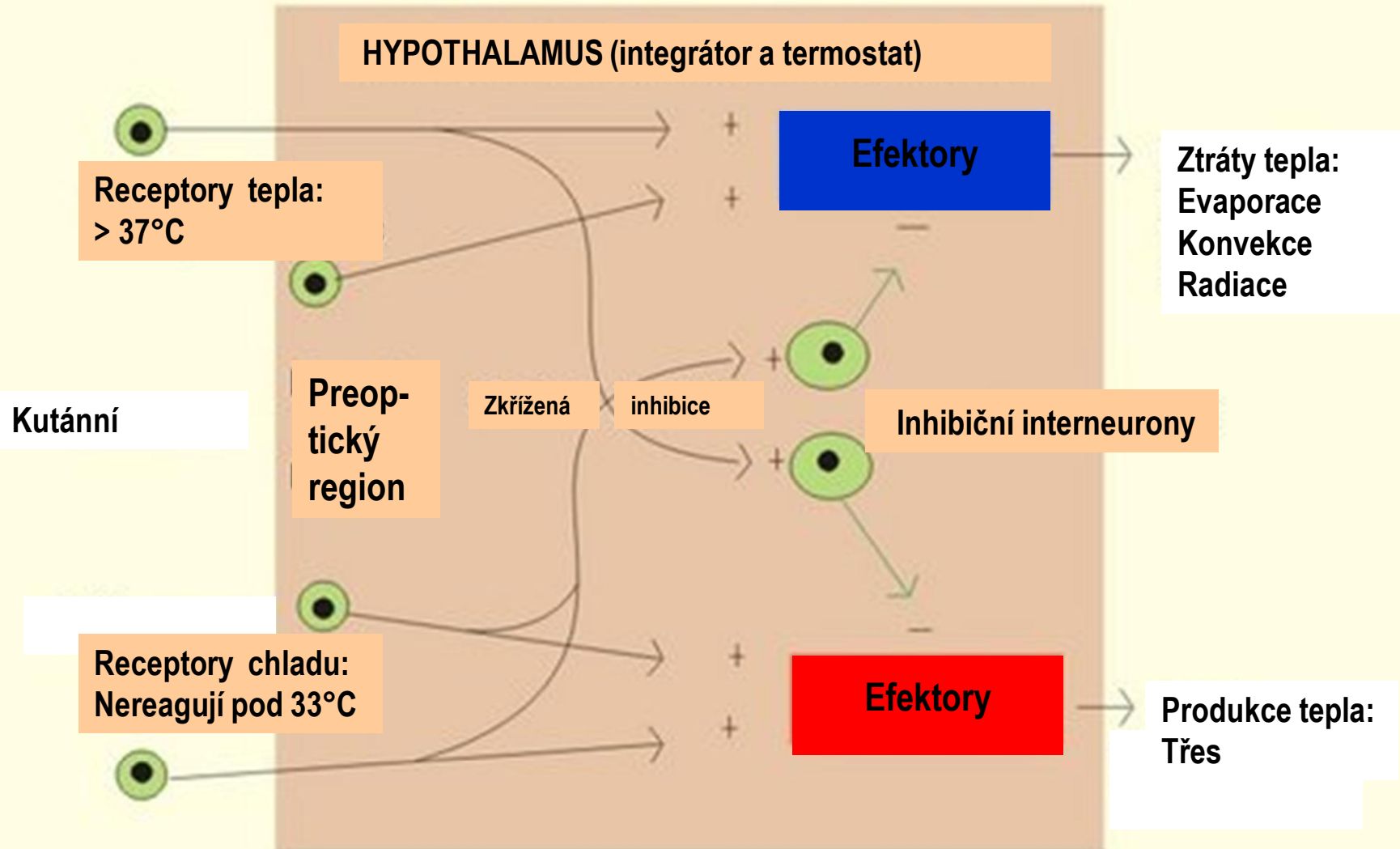


Další způsoby řízení

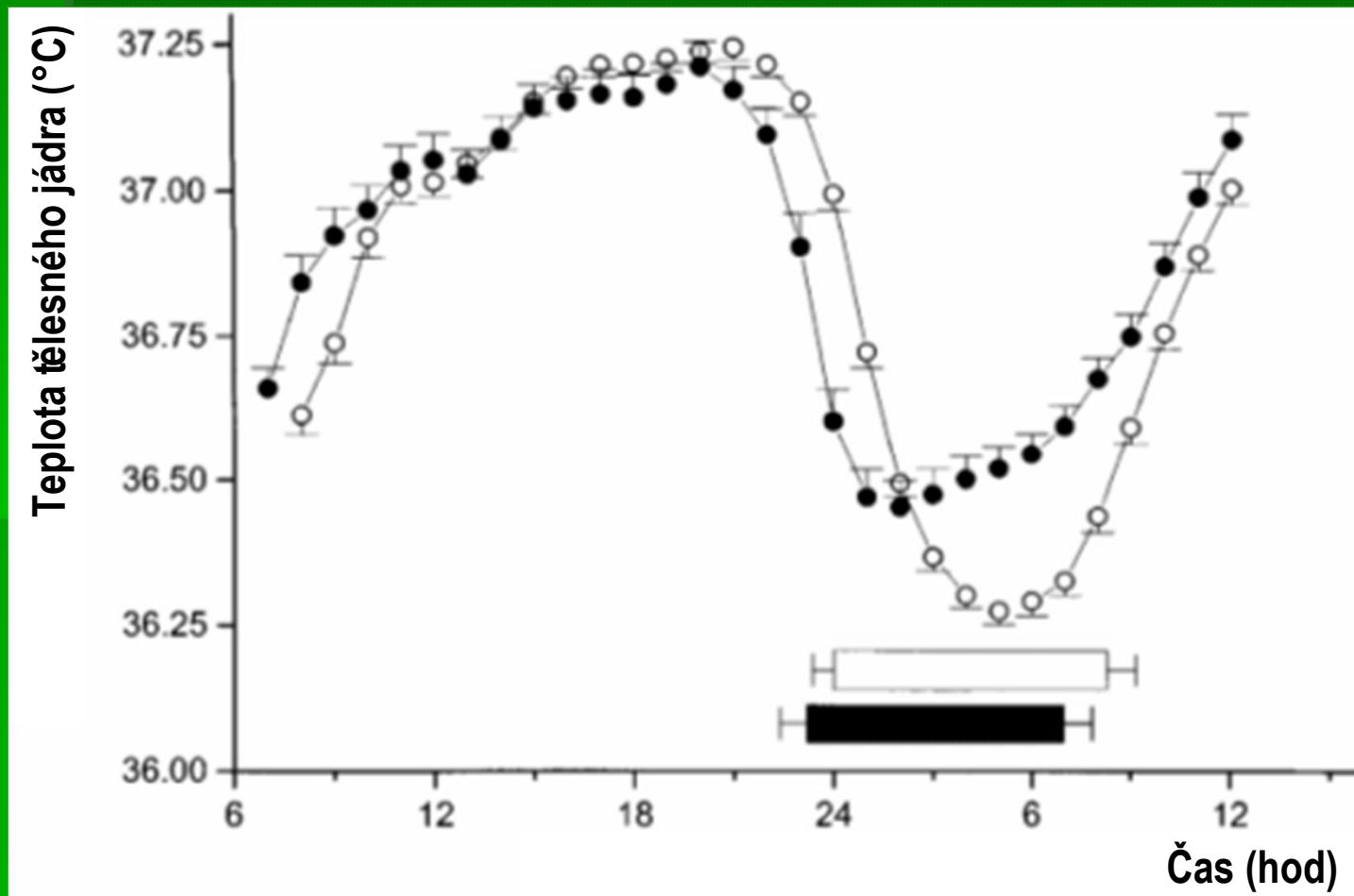
- Úprava viskozity krve (dehydratace/zvýšení produkce moči)
- Sekrece vazoaktivních substancí (bradykinin, ATP aj.)
- a další ...



Lidská termoregulace



Fluktuace teploty dána fluktuací nastavení řízení v hypotalamu



REGULAČNÍ MECHANIZMY

- PRODUKCE A KONZERVACE TEPLA
- ZTRÁTY TEPLA

PRODUKCE TEPLA

- vedlejší produkt metabolismu (cca 80 % odpadní teplo)
 - tělesná hmota
 - intenzita metabolismu

při dokonalé tepelné izolaci, fyzické inaktivitě (80 W) a specifické tepelné kapacitě ($3.47 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$) se za 50 minut zvýší tělesná teplota o 1°C

KONZERVACE TEPLA

- periferní vasokonstrikce
- zvýšení viskozity krve
- piloerekce
- inhibice sudomotoriky
- ...

Protiproudový výměnný mechanismus

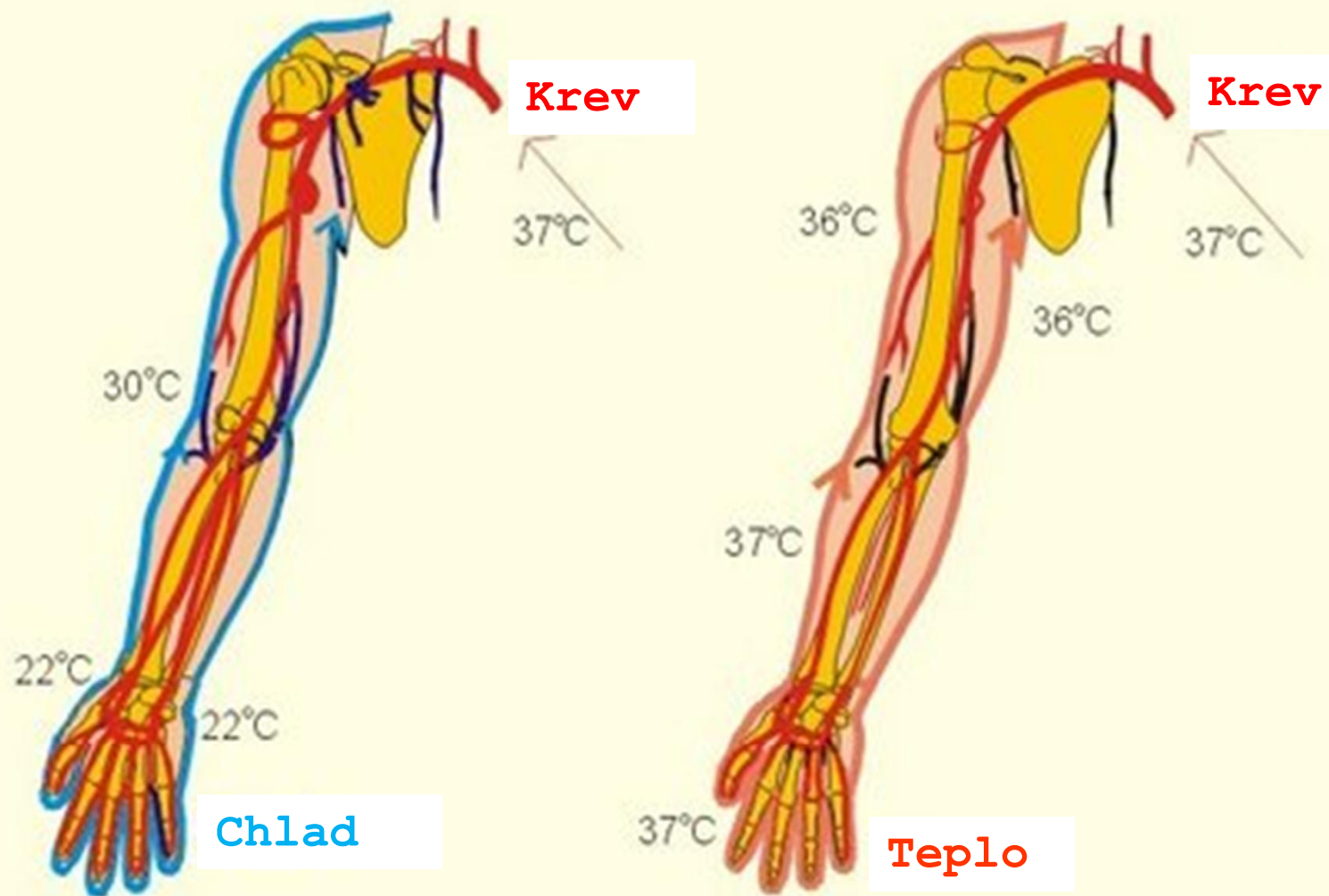
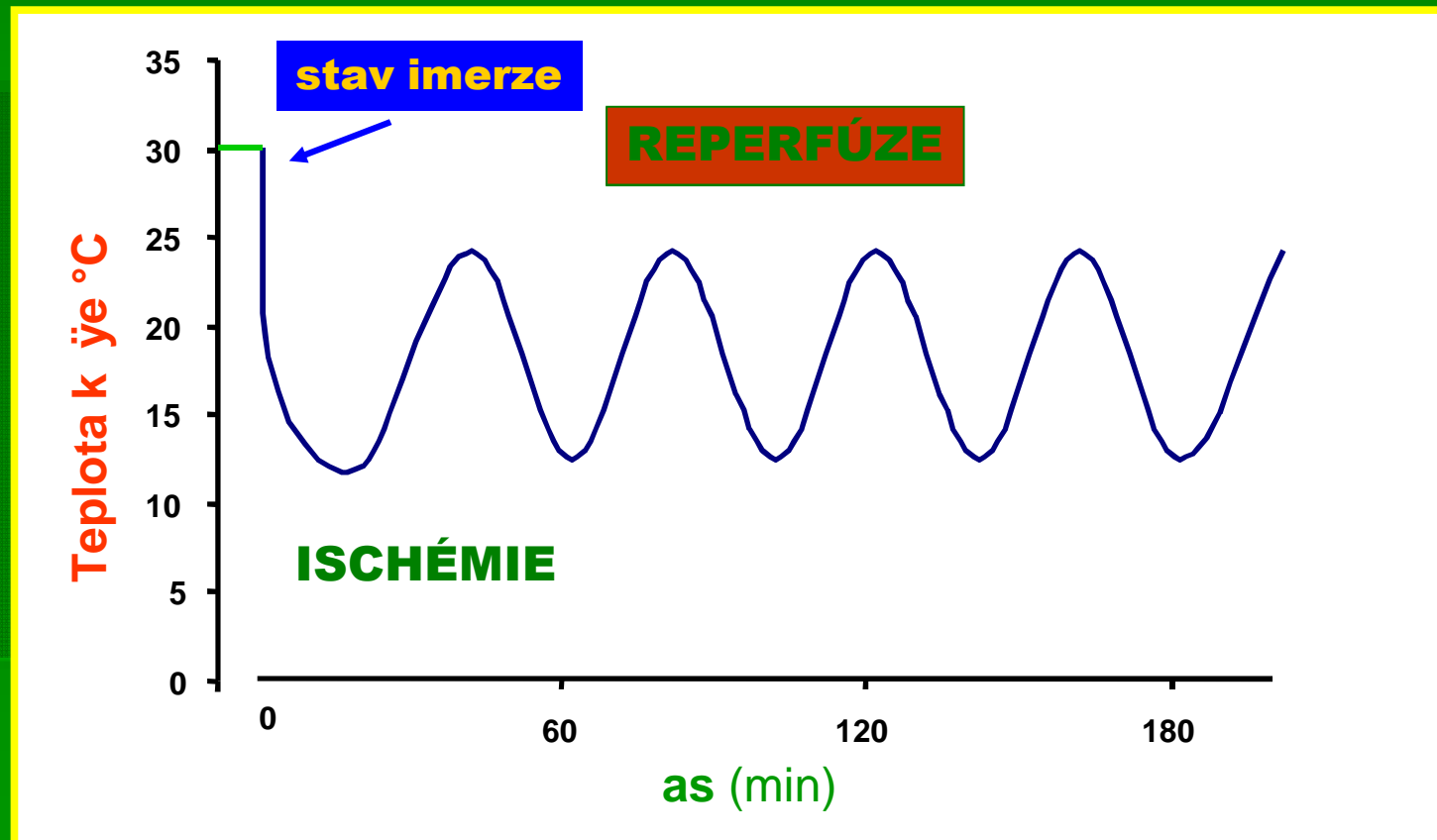
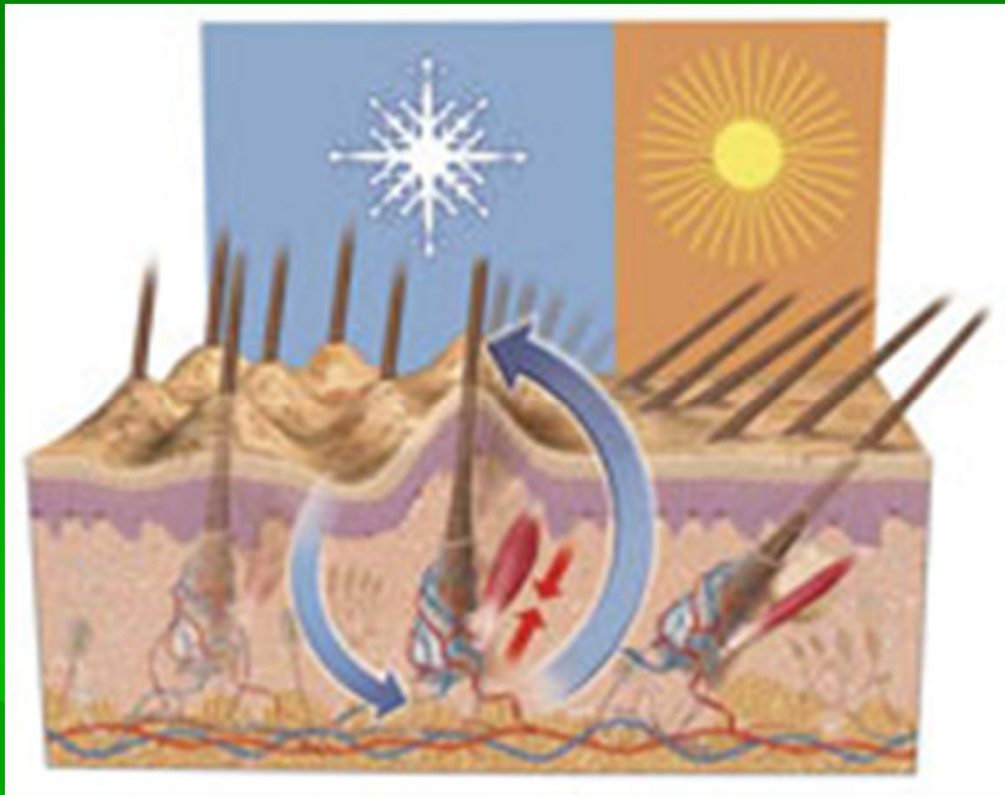


Fig. 21-5

Lewisova reakce



Piloerekce

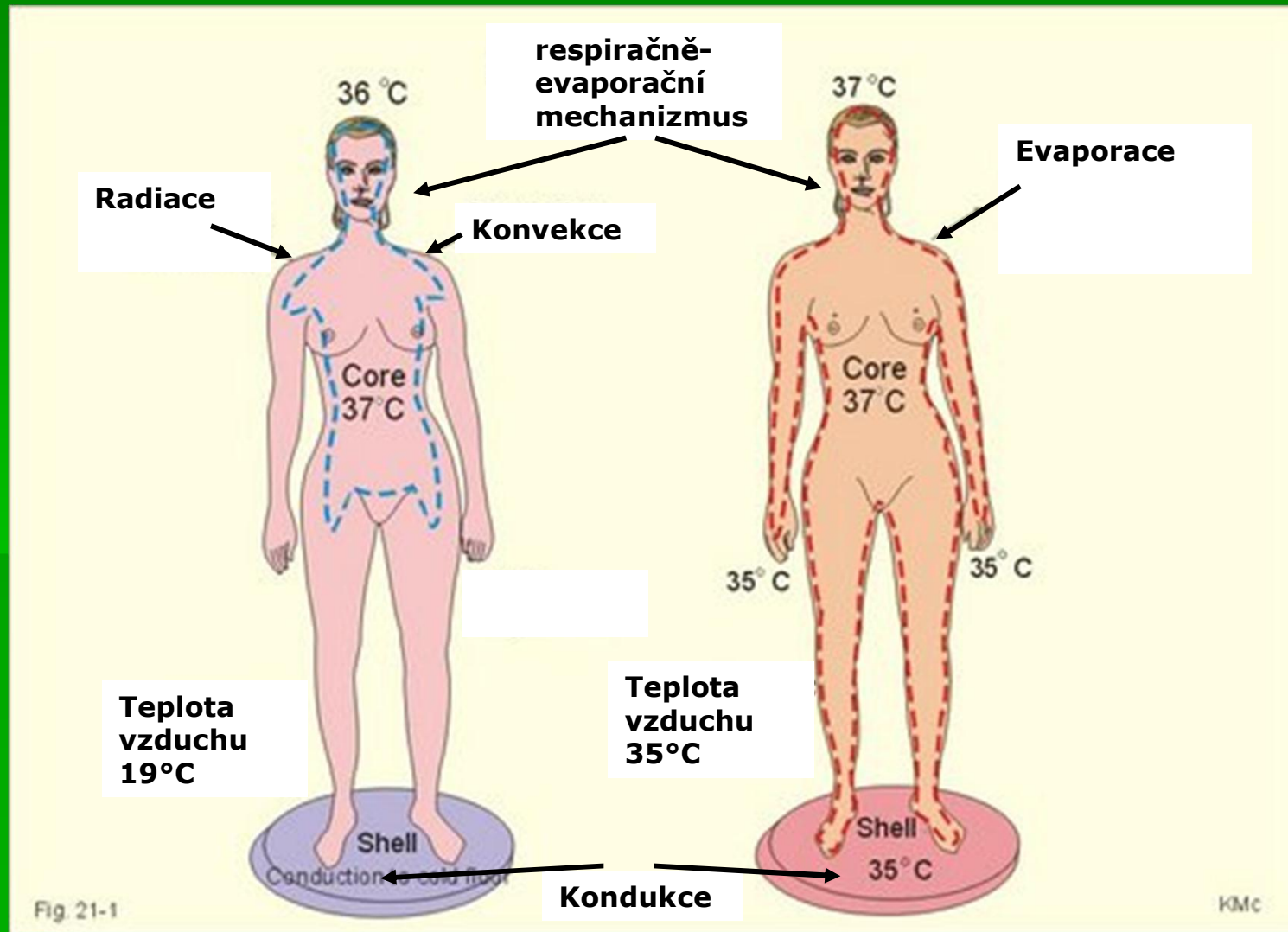


KONZERVACE TEPLA

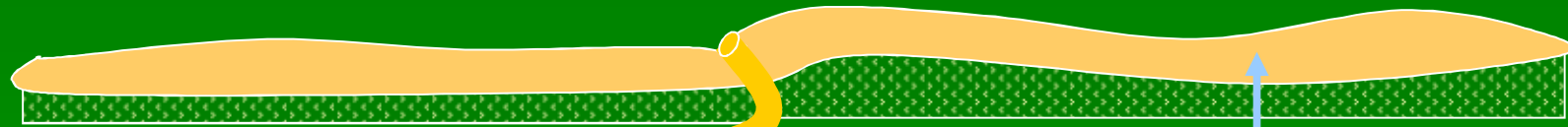
- behaviorální kontrola
 - ovlivnění expozice chladu (oblečení, schování se před větrem, deštěm, ...)
 - expozice teplému prostředí
 - zvýšení fyzické aktivity
 - ...

VÝMĚNA TEPLA S OKOLÍM

ZTRÁTY TEPLA



pór – ústí potní žlázy



hypotonická
tekutina
(abs. Na + Cl)

epidermis

vývod

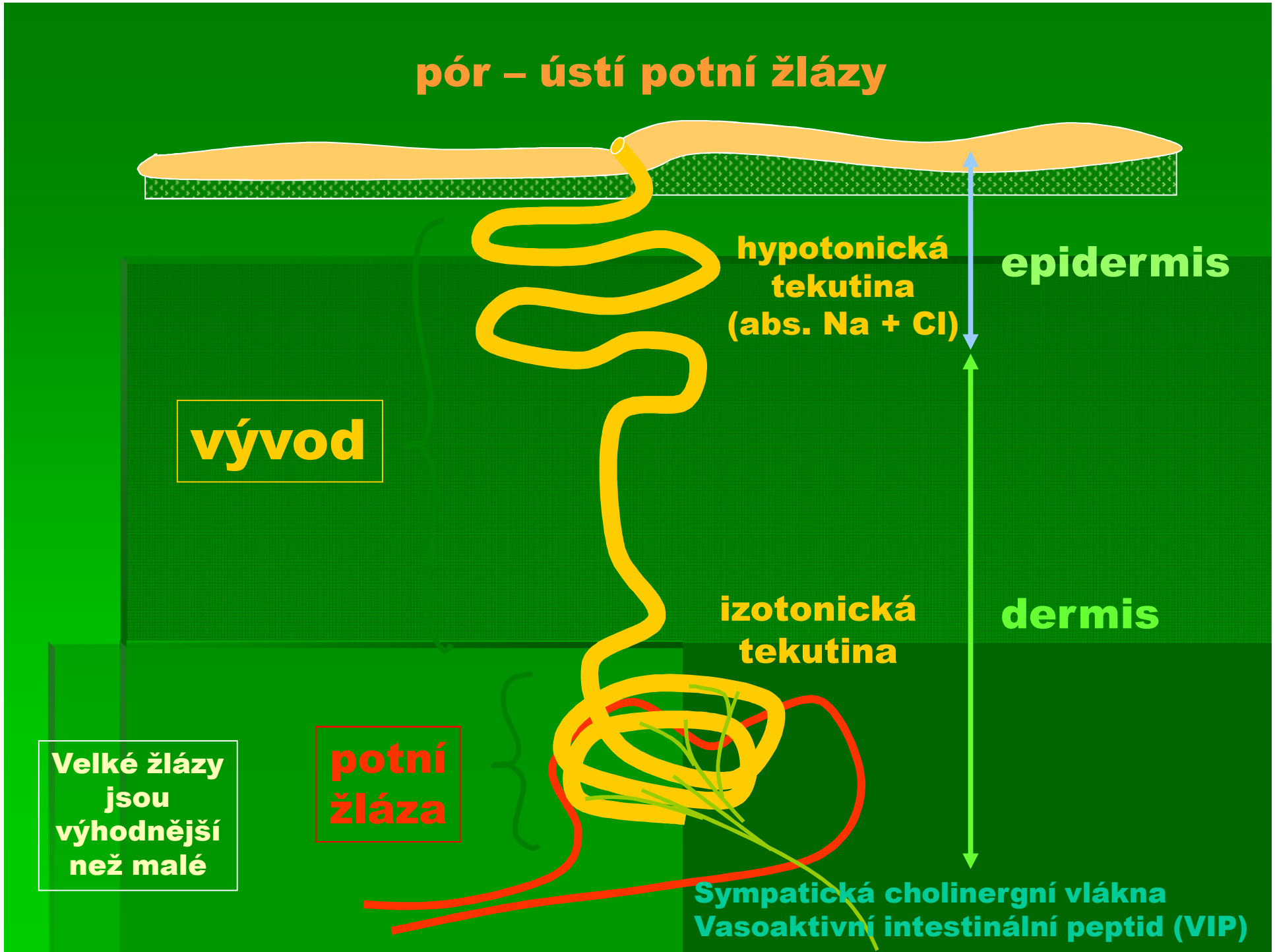
izotonická
tekutina

dermis

Velké žlázy
jsou
výhodnější
než malé

potní
žláza

Sympatická cholinergní vlákna
Vasoaktivní intestinální peptid (VIP)



SLOŽENÍ POTU

- \pm plazma bez obsahu proteinů
- Složení potu v oblasti duktu závislé na intenzitě pocení
 - Nízká produkce potu
↓ Na⁺ a Cl⁻ x ↑ K⁺, laktátu a urey
 - Vysoká produkce potu
↑ Na⁺ a Cl⁻ x ↓ K⁺, laktátu a urey

POTNÍ AKLIMATIZACE

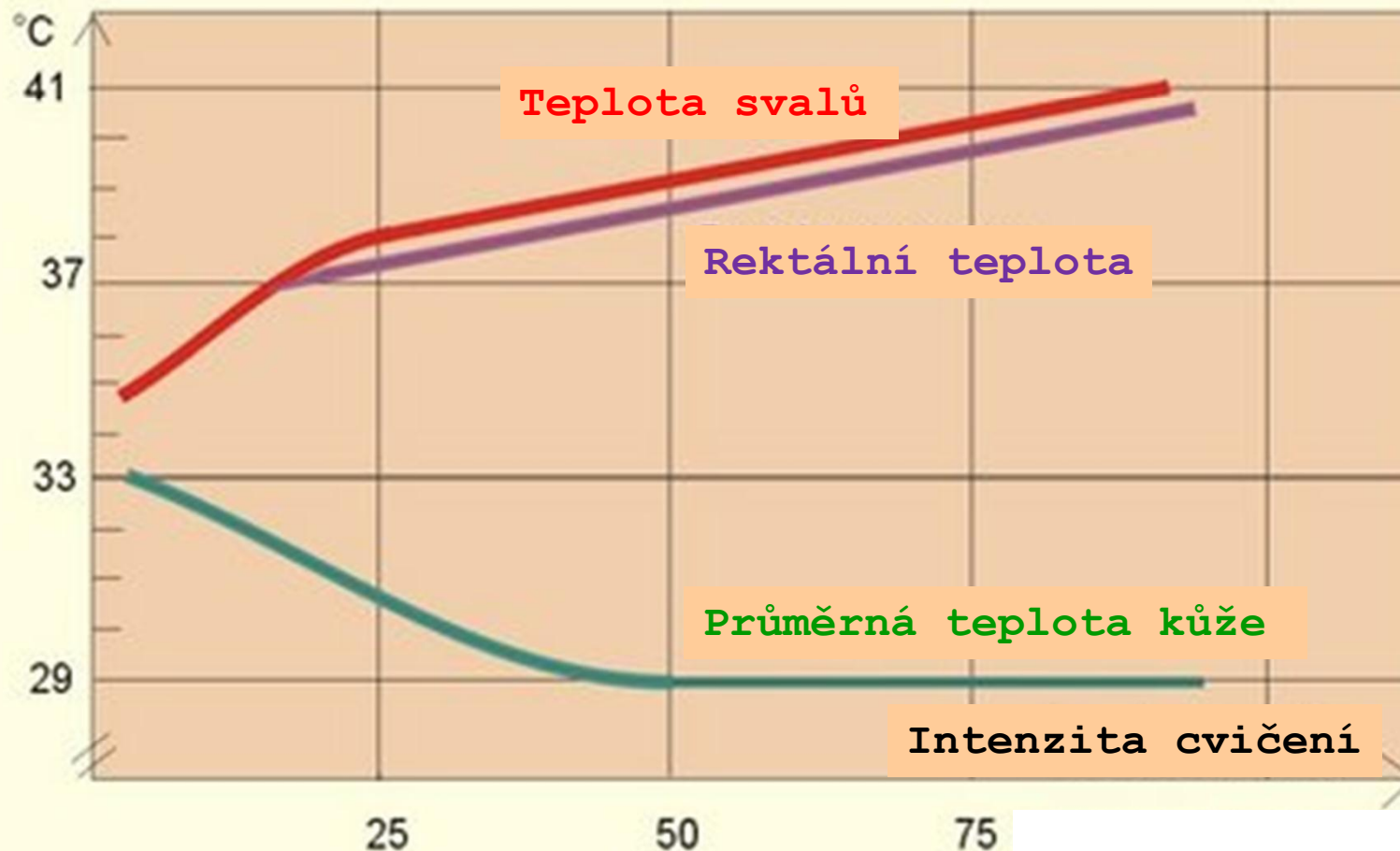
- produkce potu
- ↓ obsah Na^+ , Cl^- , K^+ , laktátu a urey

(aldosteron-dependentní mechanismus)

TEPELNÝ TRANSPORT

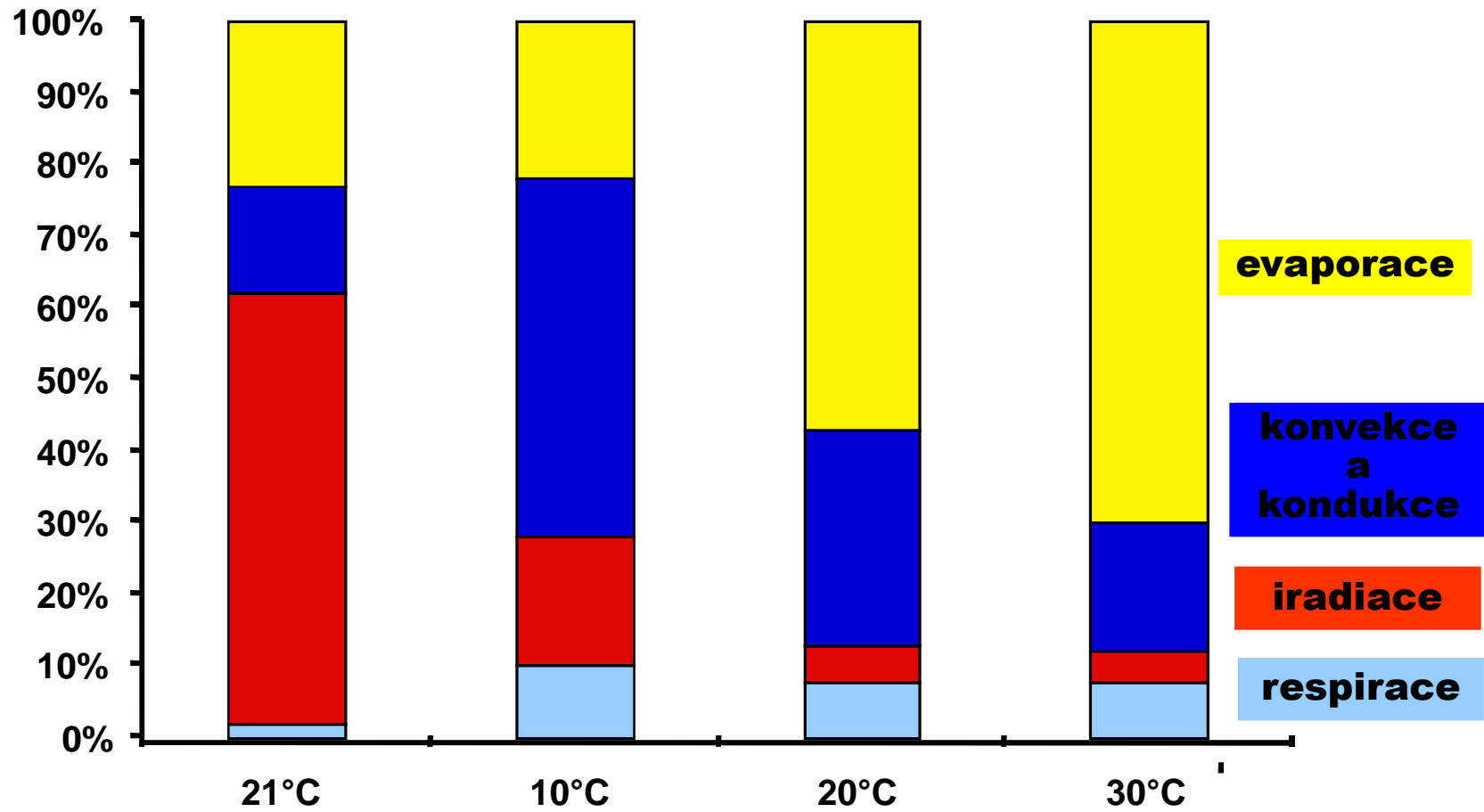
- nejintenzivněji výměnou krevního média mezi tělesným jádrem a periferií
 - viskozita krve (tepelná kapacita)
 - průtok

Teplota v průběhu fyzické zátěže



Maximální transportní kapacita kyslíku (%)

jogging Ě 140 W solární radiace, 60% relativní vlhkost



Heat Loss During Exercise

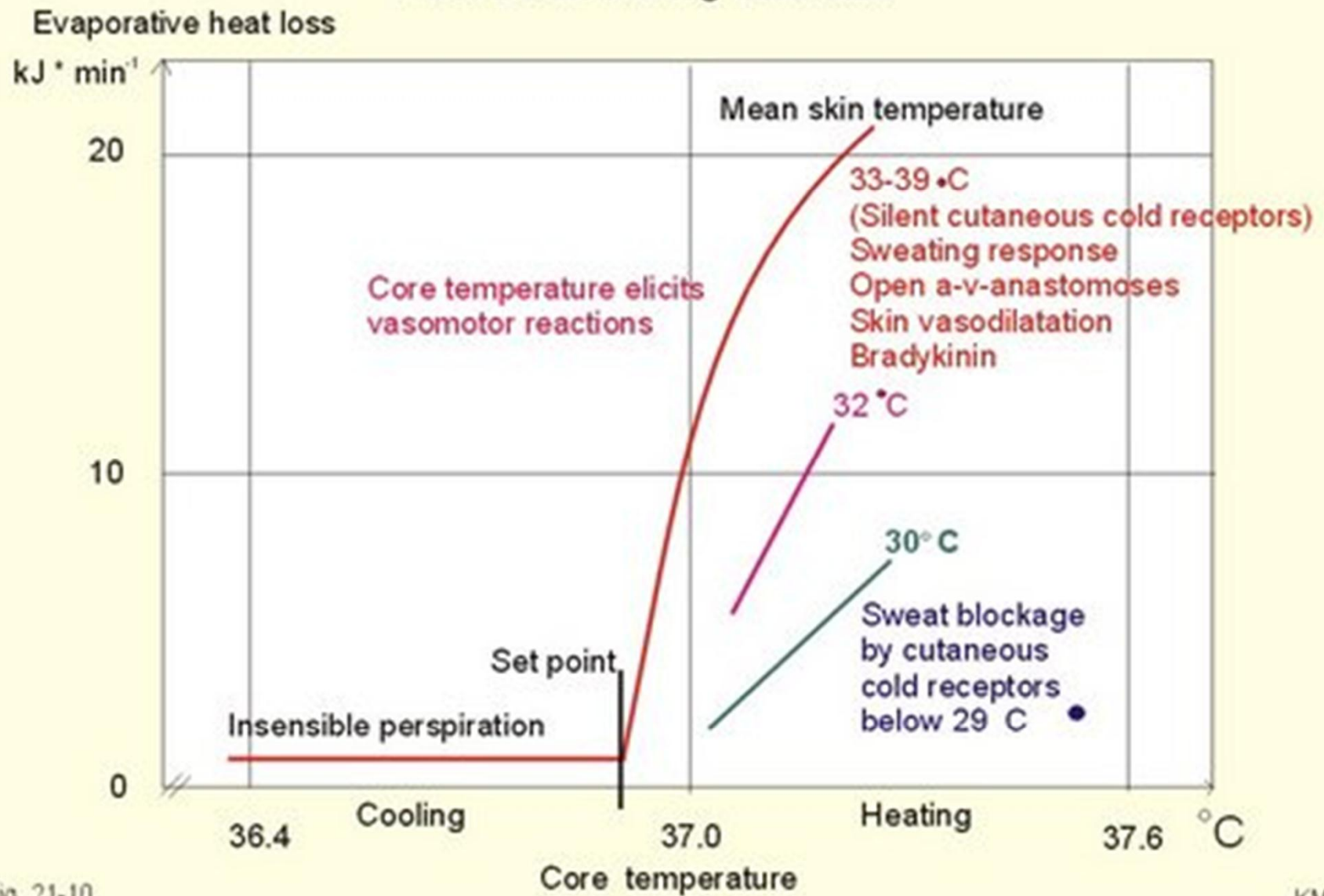


Fig. 21-10

Fyziologické termoregulační mechanismy

**Metabolická
tepelná
odpov**

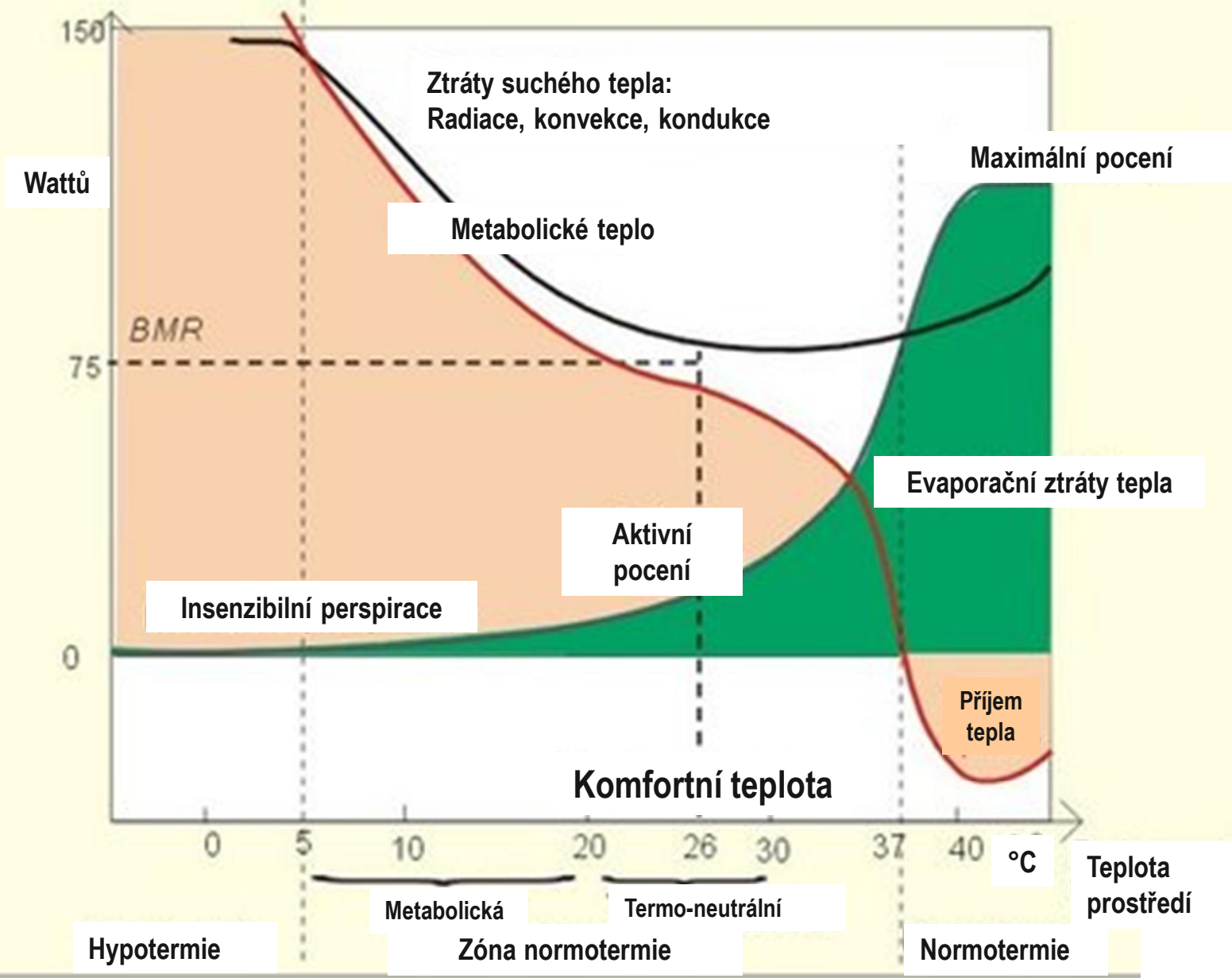
(teplota
prostředí
< 23 °C)

**Vaso-
motorická
reakce**

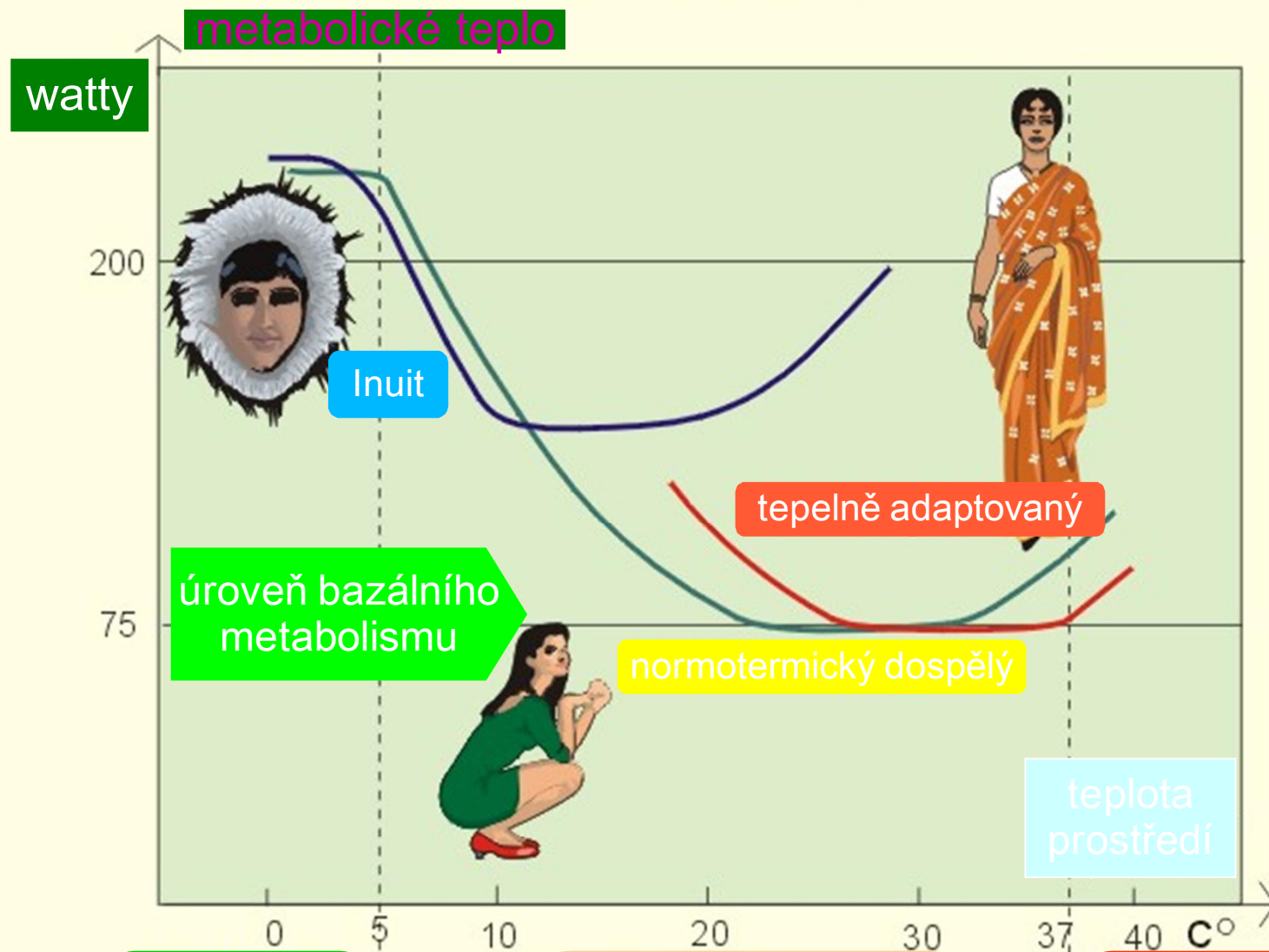
(teplota
prostředí
23-30 °C)

**Evaporační
reakce**

(teplota
prostředí
> 30 °C)



TEPELNÉ ADAPTACE



HYPOTERMIE

ZÓNA NORMOTERMIE

HYPERTERMIE

- alkohol . inhibice termoregula ního centra

HOREČKA – FEBRIS

nesvědčí pro poškození termo-
regulačních mechanismů

přenastavení řídicího centra v
hypotalamu na vyšší úroveň pod
vlivem tzv. pyrogenů

Použité zdroje informací:

- http://www.pharmpedia.com/Physiology_And_Pathophysiology_text_book/Thermoregulation,_temperature_and_disorders
- Capko, J. *Základy fyziatrické léby*. 1. vyd. Praha: Grada, 1998. 394 s. ISBN 80-7169-341-3
- Pod bradský, J. - Pod bradská, R. *Fyzikální terapie: manuál a algoritmy*. Praha: Grada, 2009. 200 s. ISBN 978-80-247-2899
- Fyzikální terapie 2. Ed. Jiří Pod bradský - Ivan Vaňka. 1. vyd. Praha: Grada, 1998. 171 s. ISBN 80-7169-661-7

Hypertermie

Badwater ultramarathon



Dan Orálek, r. 2010, 100 km, 31 hod, 40-47°C

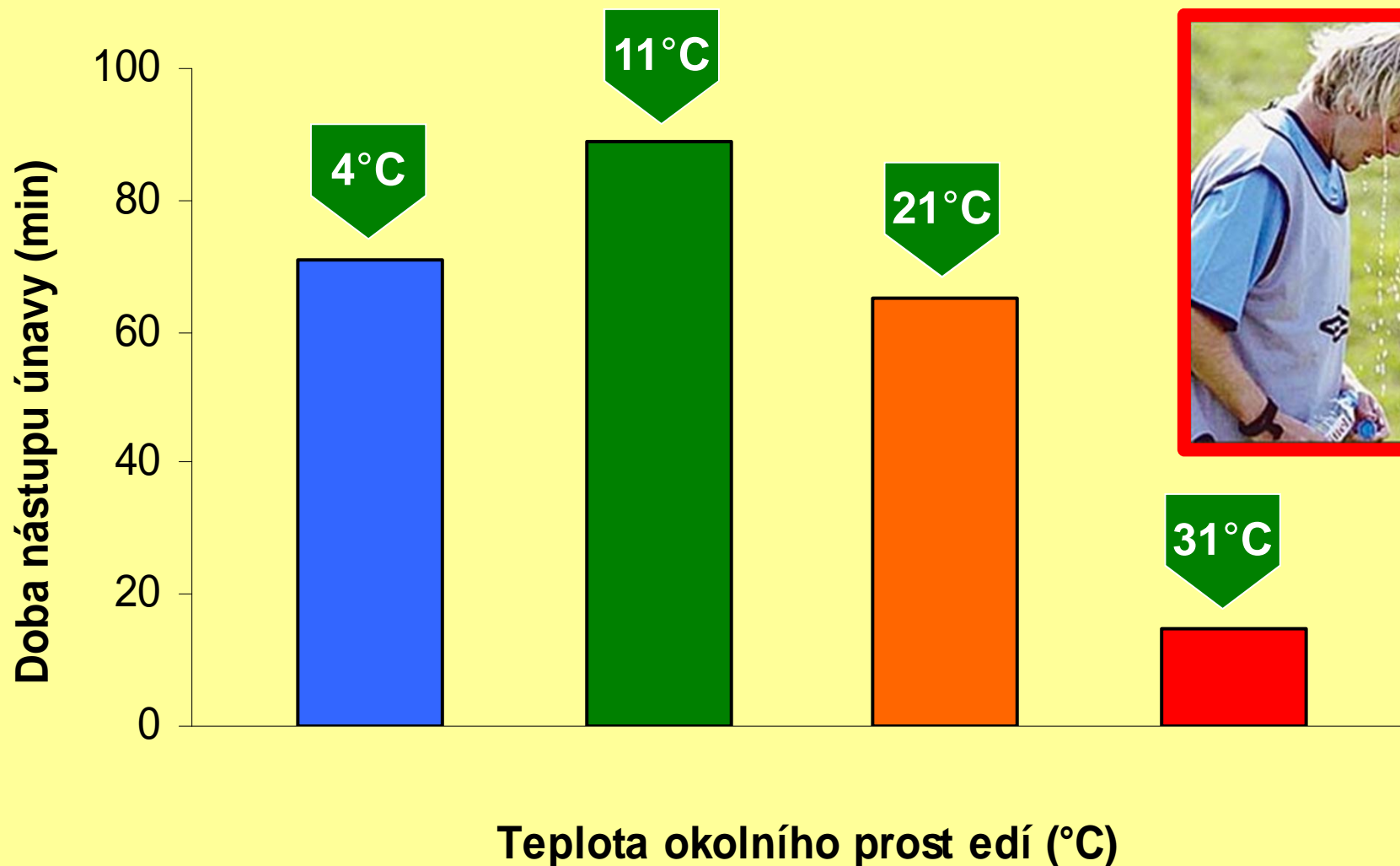
Horké klima a / vs. výkonnost

- Přesun krve ze svalů do kůže
- Ztráty vody a iontů intenzivním pocením
- Psychická únava, ů

- Zhoršení zásobení svalů okyslí. krví
- Porucha řízení sv. kontrakce (křeče; hypohydratace, hyponatrémie)
- Ztráta motivace

- Omezení sportovní výkonnosti

Vliv teploty okolí na nástup únavy při pohybové činnosti



Hypohydratace

Pokles objemu extracelulárních tekutin popř.
relativní pokles objemu při vazodilataci
způsobené vysokou teplotou

Pokles TK / pokles produkce potu

Stimulace baroreceptorů a kompenzační
zvýšení SF

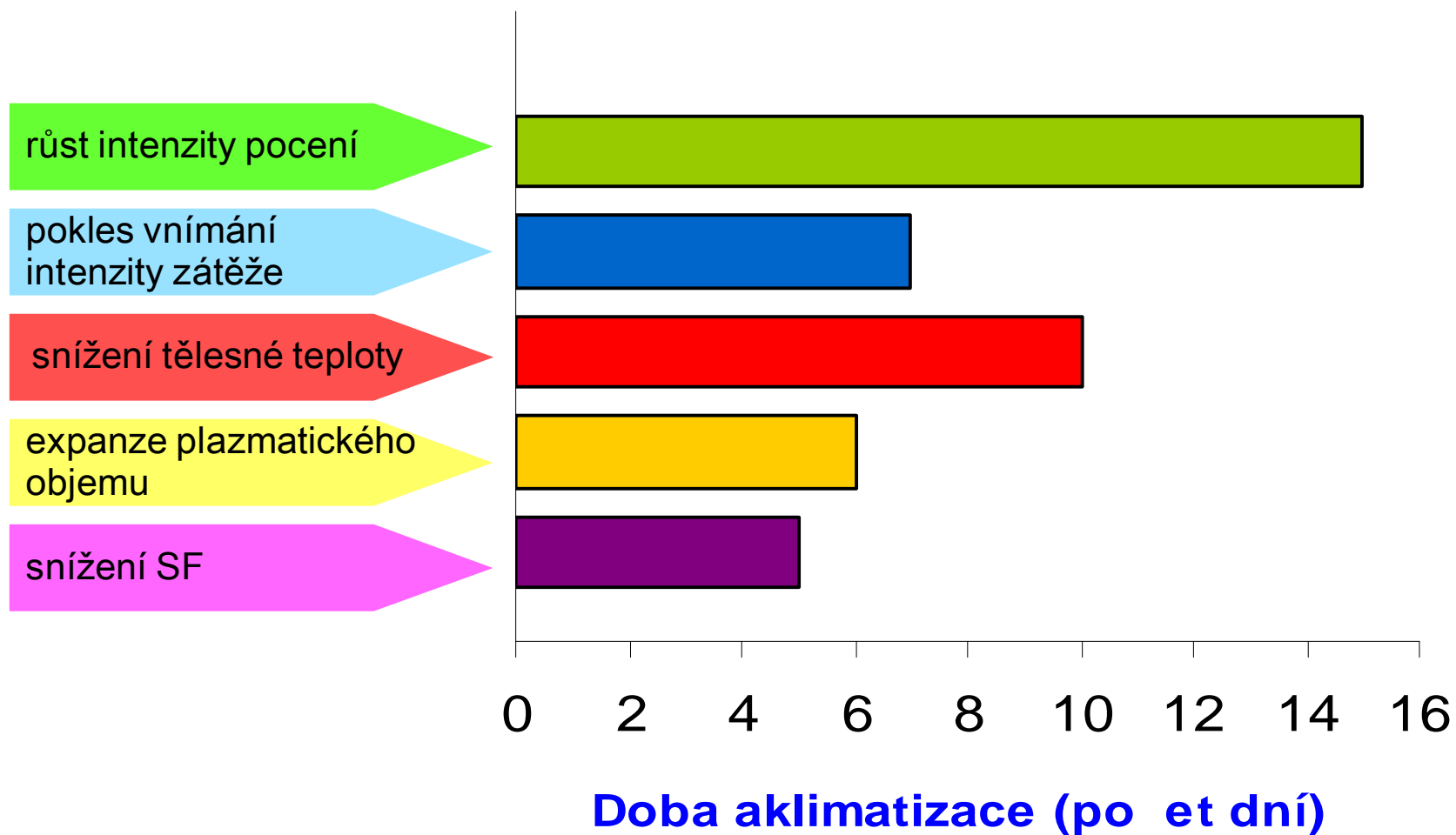
Přetížení cirkulace a hrozící
šokový stav

Selhání ledvin, jater, edém
mozku

Hyperhydratace intoxikace H₂O

- Pokles natrémie pod 135 mmol/l
- Excesivní příjem hypotonických elektrolytů (iontové nápoje) v horkém prostředí při intenzivních ztrátách elektrolytů perspirací
- Šokový stav - edém mozku, ...
- Ter.: infúzní (100 ml bolus 3 % hypertonické soli)

AKLIMATIZACE



Tepelná aklimatizace

- Aldosteron dependentní mechanismus

- zvýšení reabsorbce NaCl a zvýšení sekrece K⁺ potem)
- Zvýšení obsahu NaCl v plazmě
- Zvýšení osmolarity extracelulární tekutiny a plazmy → intenzivnější pocit žízně

- Potní kapacita: 0,1 – 8 litrů / den

Hypothermie

G. I. Mallory, 1924



- Hypotermie

- Pokles teploty těl. jádra $< 35^{\circ}\text{C}$

- Těžká hypotermie

- Pokles teploty těl. jádra $< 32^{\circ}\text{C}$

- Nemožná spontánní remise

- Pokles teploty těl. jádra $< 30^{\circ}\text{C}$

- Zástava srdeční činnosti -
fibrilace komor

- Pokles teploty těl. jádra $\pm 28^{\circ}\text{C}$

Adaptace na chlad



- Hypothalamus → produkce „Thyrotropin Releasing Hormone“
- Adenohypofýza → produkce „Thyroid Stimulating Hormone“
- Štítná žláza → produkce thyroxinu a trijodtyroninu
- Tělo → zvýšení intenzity metabolismu
- **Zvýšení tělesné teploty**

Hnědá tuková tkáň

- Netřesová termogeneze (novorozenci, hibernace)
- Větší množství menších tukových kapének
- Větší kapilarita
- Větší množství mitochondrií (netvoří ATP, ale uvolňují teplo)
- Lokalizace u dospělých na horní části hrudníku a na krku
- Zpracovávají energii i z bílé tukové tkáně

Vliv hypotermie na vlastnosti krve

- falešné zvýšení pO_2 a pH a snížení pCO_2
- vazba CO_2 - karbaminohemoglobin vede ke snížení vazby s O_2
- nižší silová, rychlostně - koordinační i vytrvalostní sportovní výkonnost

Terapie celkového podchlazení

- Ohřívání . velké Ohřívání (axila, inguina)
- Nevasodilatace, alkohol, ...
- ...

Lokální účinky chladu

vznik extracellulárních krystalků
ledu v tkáni



vzniká hyperosmolární prostředí



dehydratace buněk



buněčná smrt



omrzliny (Frostbite)

Aspirin . snížení viskozity krve

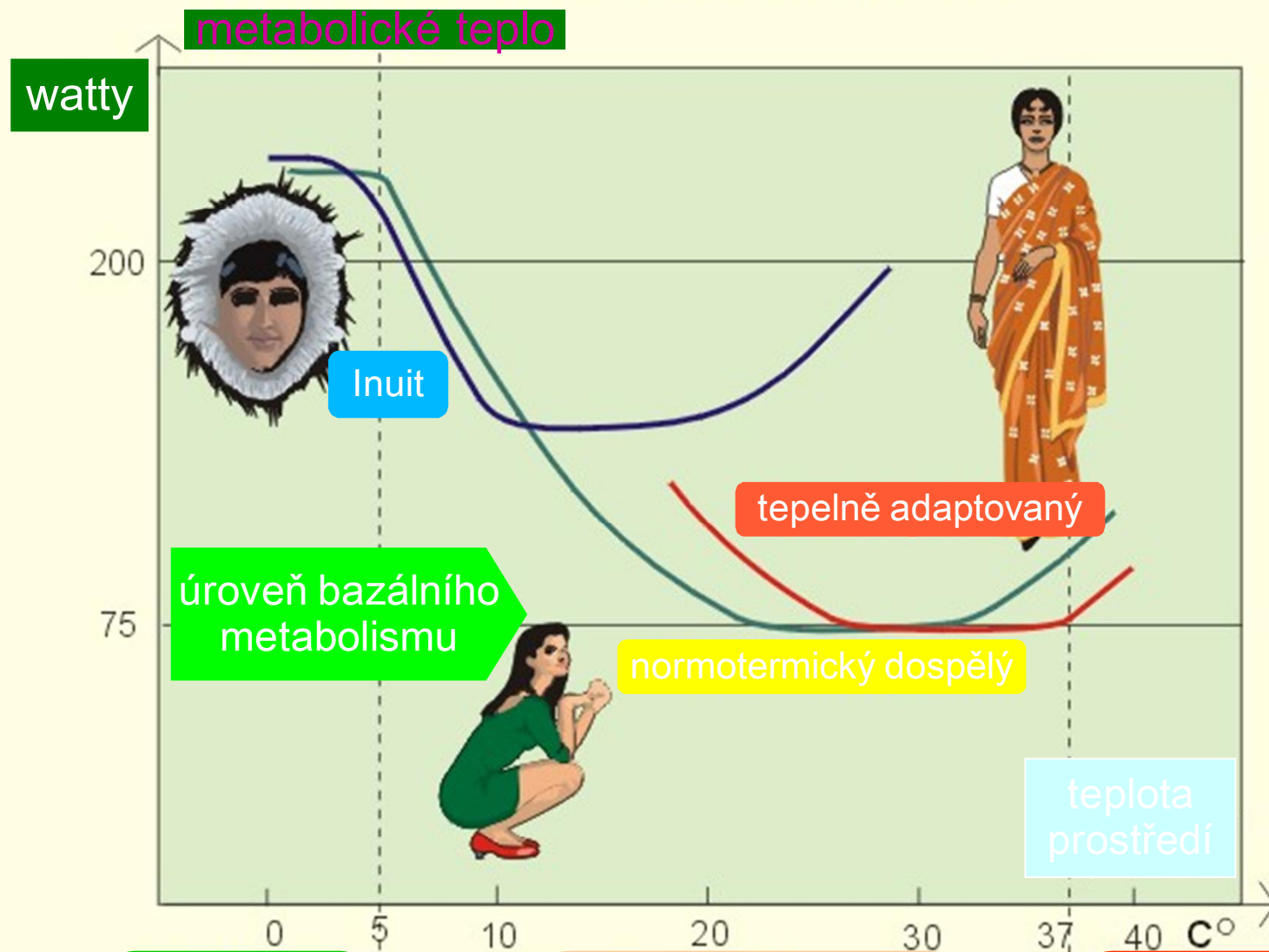
Ibuprofen . protizánětlivé účinky

Wobenzym 3x7-10

Hrozí-li opětovné
zmrznutí . nerozhazovat!



TEPELNÉ ADAPTACE



watty

metabolické teplo

200

Inuit

tepelně adaptovaný

úroveň bazálního metabolismu

normotermický dospělý

teplota prostředí

HYPOTERMIE

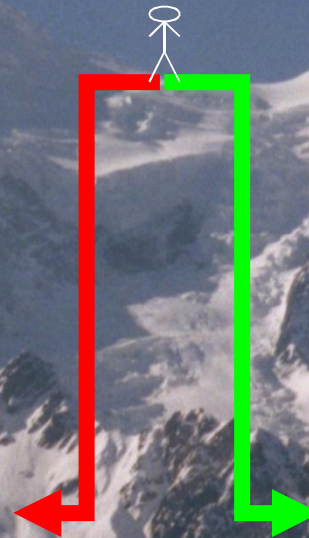
ZÓNA NORMOTERMIE

HYPERTERMIE

Kombinace vlivu teploty s vysokohorským prostředí

změny
REAKTIVNÍ

změny
ADAPTAČNÍ



Kombinace vlivu teploty s pobytem v hloubce

An underwater photograph of several divers in a blue environment. A stick figure is drawn at the top center, with a red arrow pointing down and left, and a green arrow pointing down and right. The text 'změny REAKTIVNÍ' is written in red below the red arrow, and 'změny ADAPTAČNÍ' is written in green below the green arrow.

změny
REAKTIVNÍ

změny
ADAPTAČNÍ