

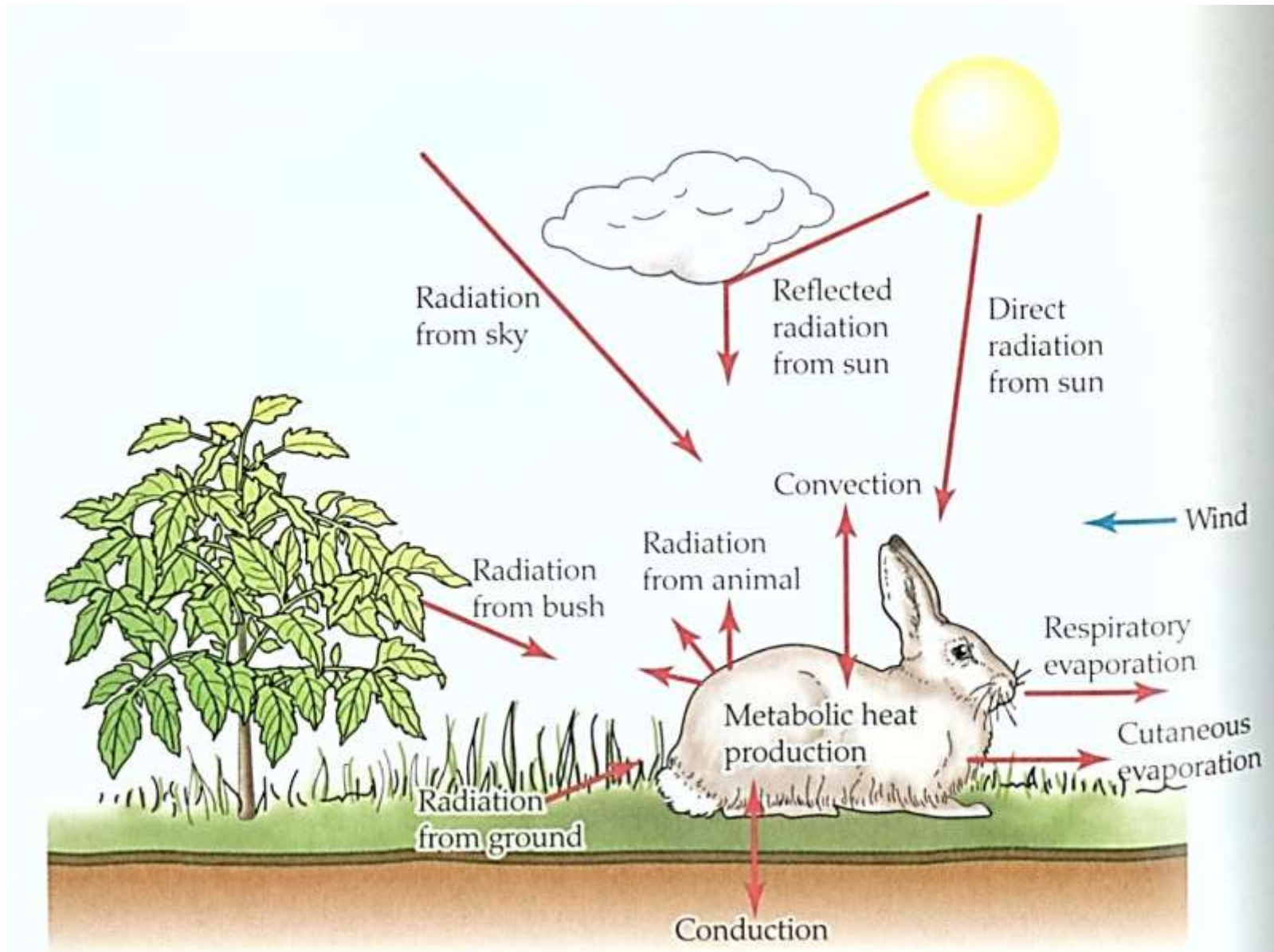
# Teplota a termální fyziologie

Teplota je zásadní faktor pro biochemické děje. Aktivační energie roste a reakce se zrychlují.

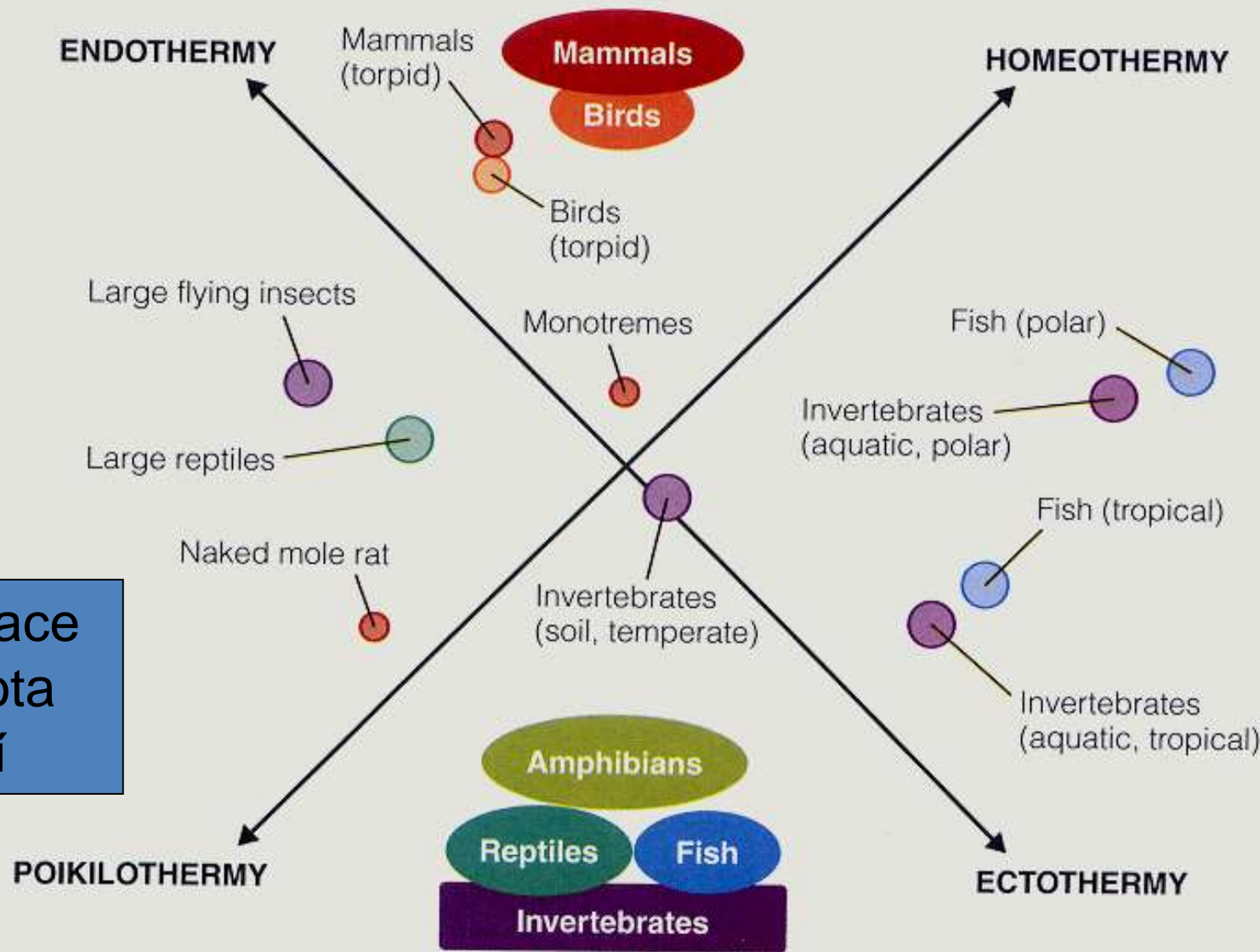
Rozmezí teplot na Zemi je  $-80$  st.C. po teploty nad  $100$  st.C.

Podstatné je také časové kolísání teplot.

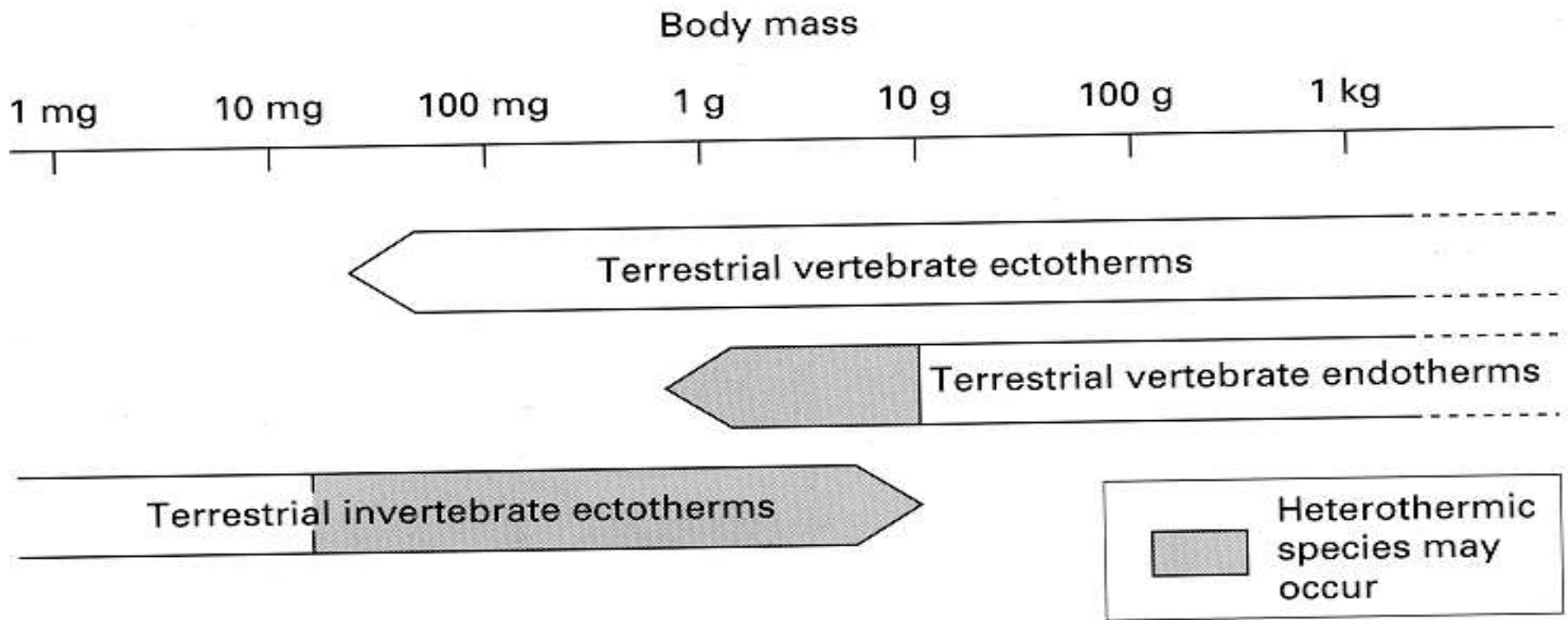
# Výměna tepla mezi organismem a prostředím.



Různé kombinace  
ve vztahu teplota  
těla a prostředí



**Figure 13.6 Thermal strategies** Most animals can be classified as homeotherm or poikilotherm, or alternately, ectotherm or endotherm. This figure illustrates the many species whose thermal strategies combine elements of multiple strategies. For example, monotremes are less homeothermic and less endothermic than other mammals.

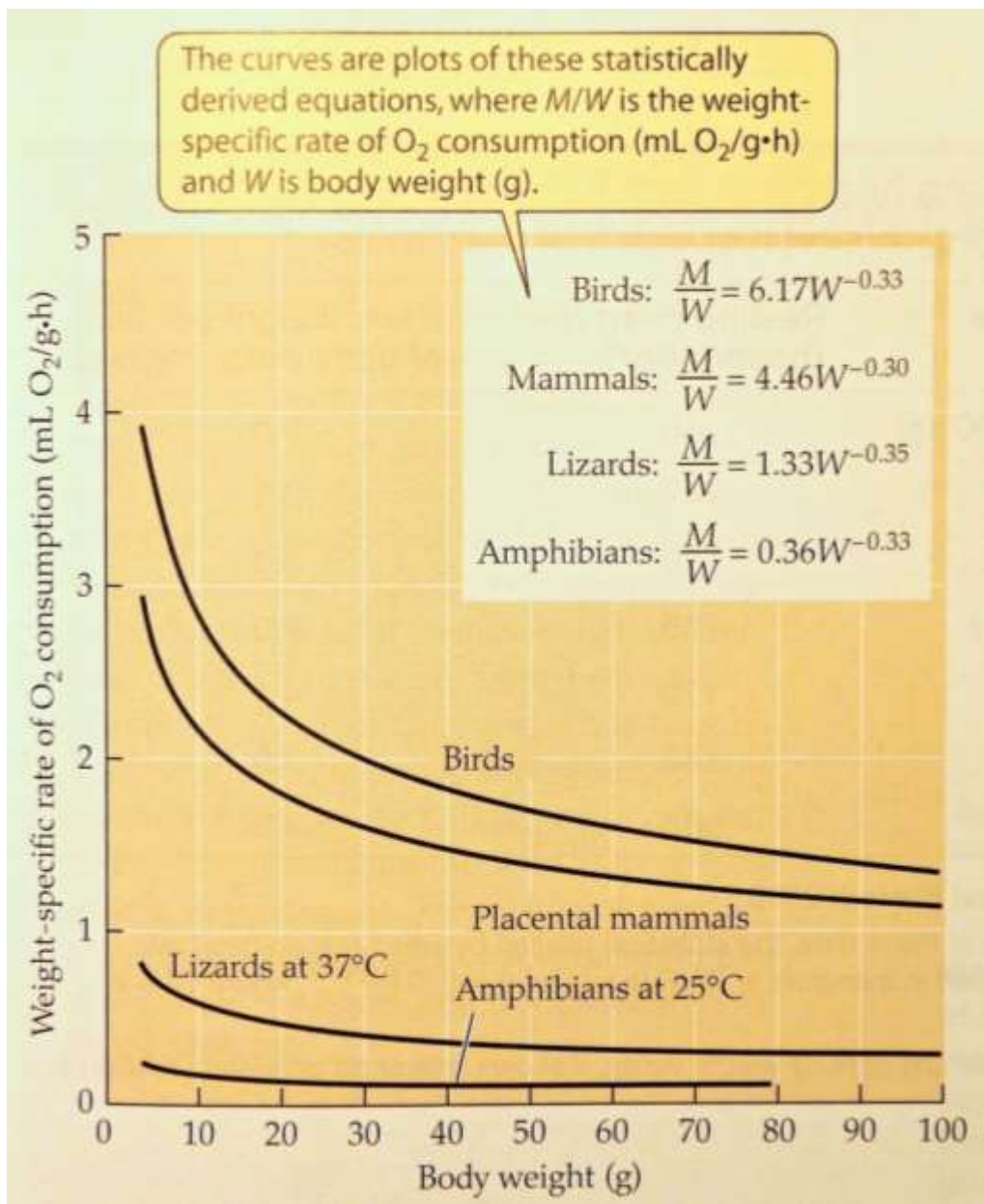


Termoregulace jako evoluční krok k volným nikám.  
Tkáně jsou neustále v optimální teplotě.

Jen velcí si mohou dovolit termoregulovat.

Behaviorální termoregulace je ale dostupná i malým.

Až 20x větší energetická náročnost homoiotermů při dané hmotnosti.





# Teplota a metabolismus u poikilo a homioioteřmů.

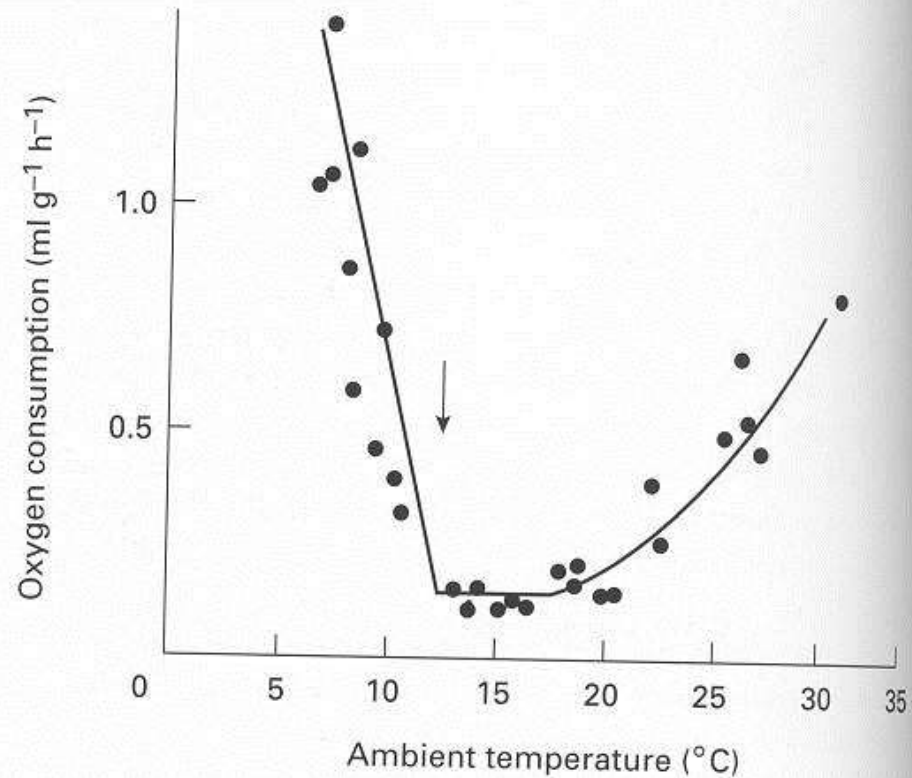
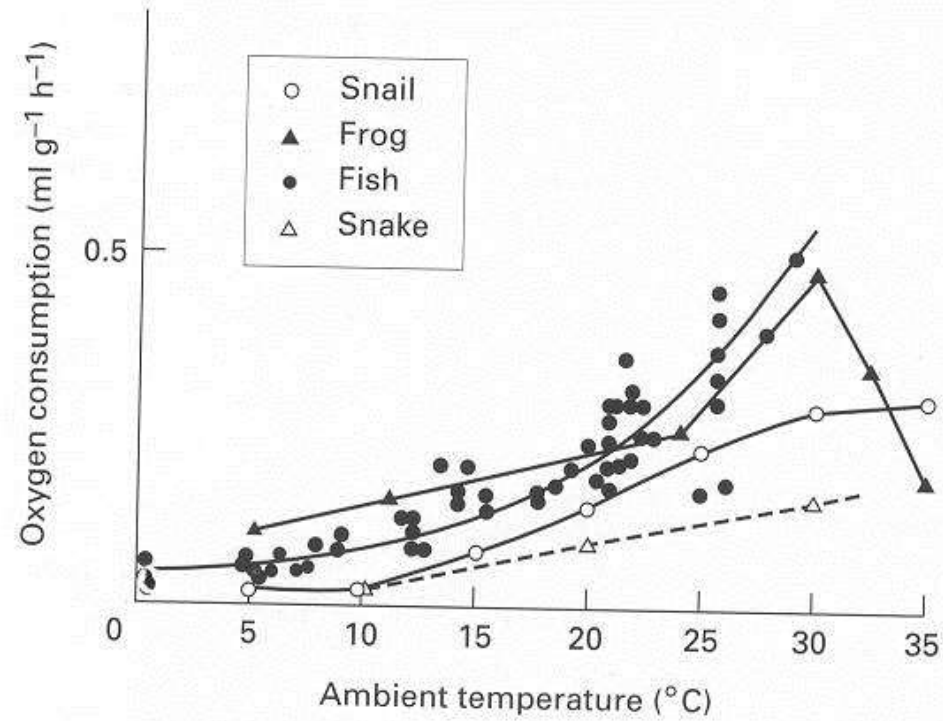
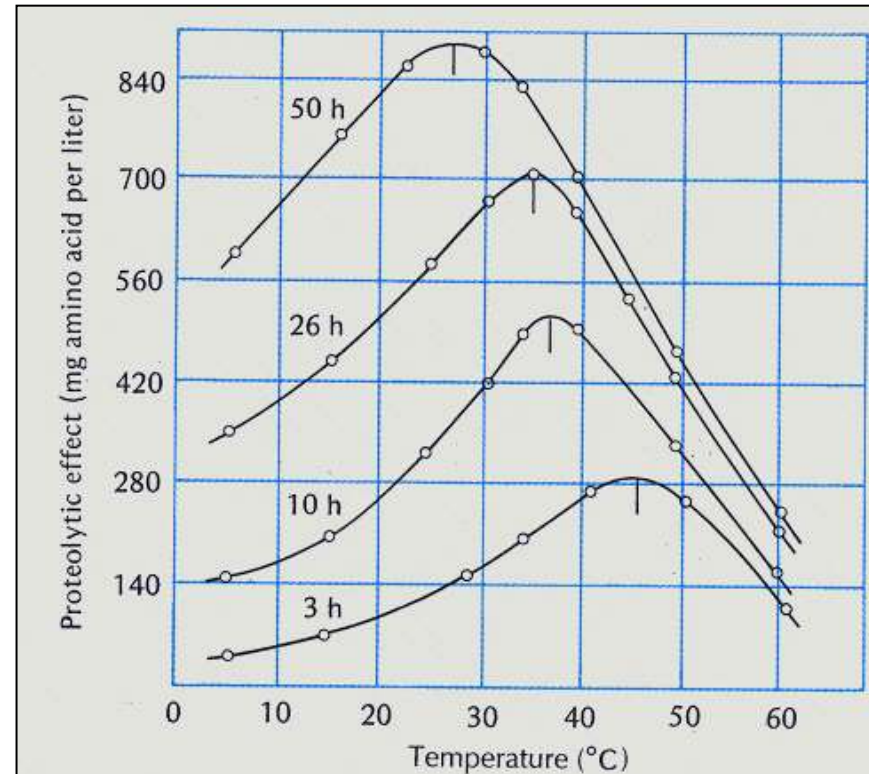


Fig. 6.17 Relationship between ambient temperature and metabolic

# Vlivy teploty

Mění se aktivita enzymů, vlastnosti membrán (gel x tekutost). Protože zejména slabé vazby jsou teplotou ovlivněny, mění se vlastnosti proteinů a lipidů. H můstky a van der W. síly s teplotou slábnou, hydrofobní interakce (vazby) sílí. Záleží tedy na relativní důležitosti a zastoupení vazeb.

- Enzymy mají svá teplotní optima.



**Figure 4.1** The effect of temperature on a protein splitting enzyme (protease) from the ascidian *Halocynthia*. The enzyme effect seems to have a temperature optimum, but this optimum is lower the longer the duration of the experiment. This is explained in the text. [Berrill 1929]

# Adaptace, Aklimace

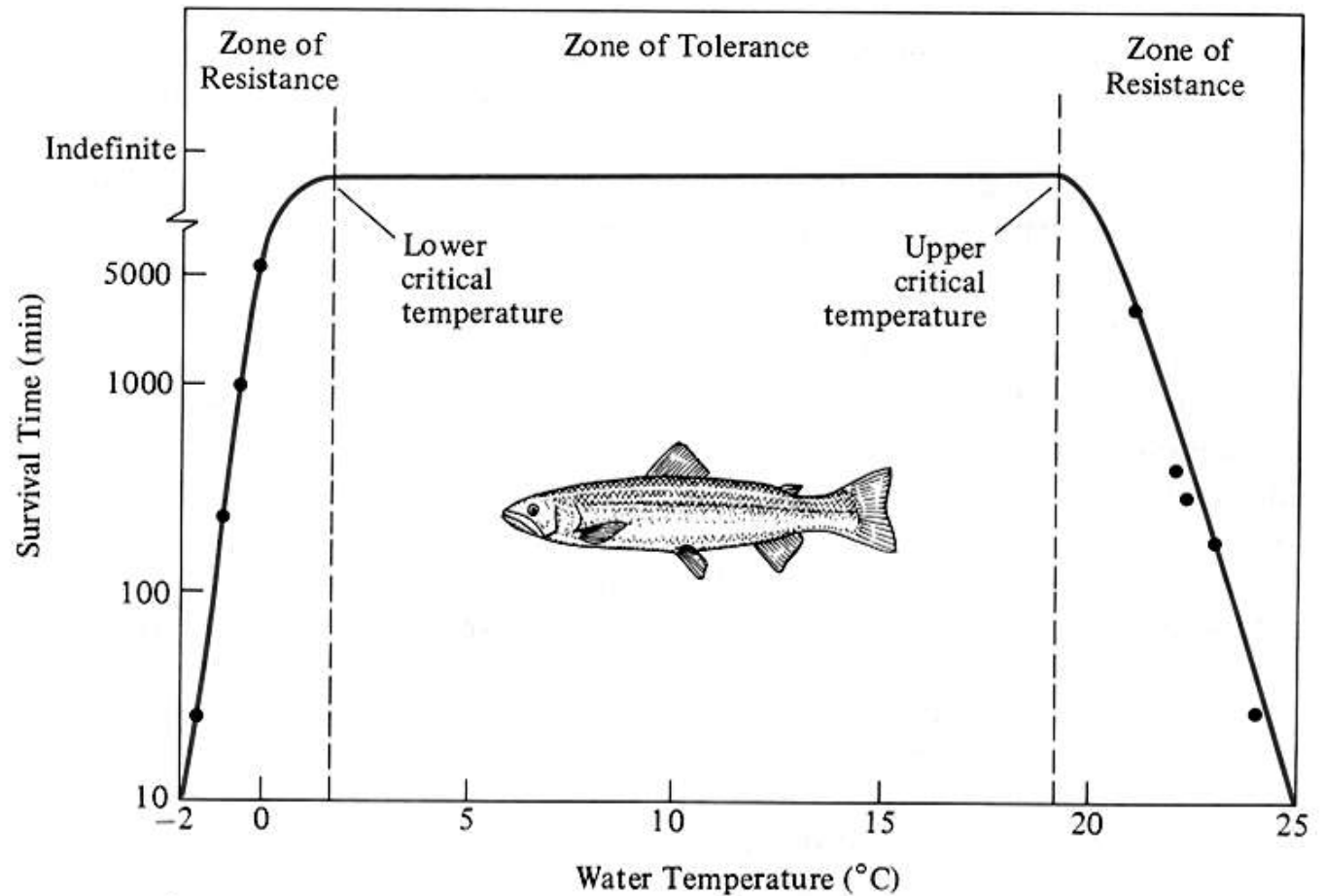
*Evoluční adaptace:* *Thermobia* (šupinušky, Apterygota) jsou aktivní v rozmezí 12 - 50 °C. *Grylloblatta*, cvrčkovec, který žije ve vysokých horách Severní Ameriky je aktivní při teplotě -2.5 - 11.5 °C, teplotu 20 °C. již nesnese.

*Rychlá adaptace - aklimace:* I u jedince může dojít ke změně odolnosti vůči abnormálním.. šváb adaptovaný na teplotu 36°C upadá do stavu strnulosti (chládový šok) při snížení teploty na 9.5°C. Byl-li však chován alespoň 24 hod při teplotě 15 °C., pak dojde ke chládovému šoku až při 2°C.

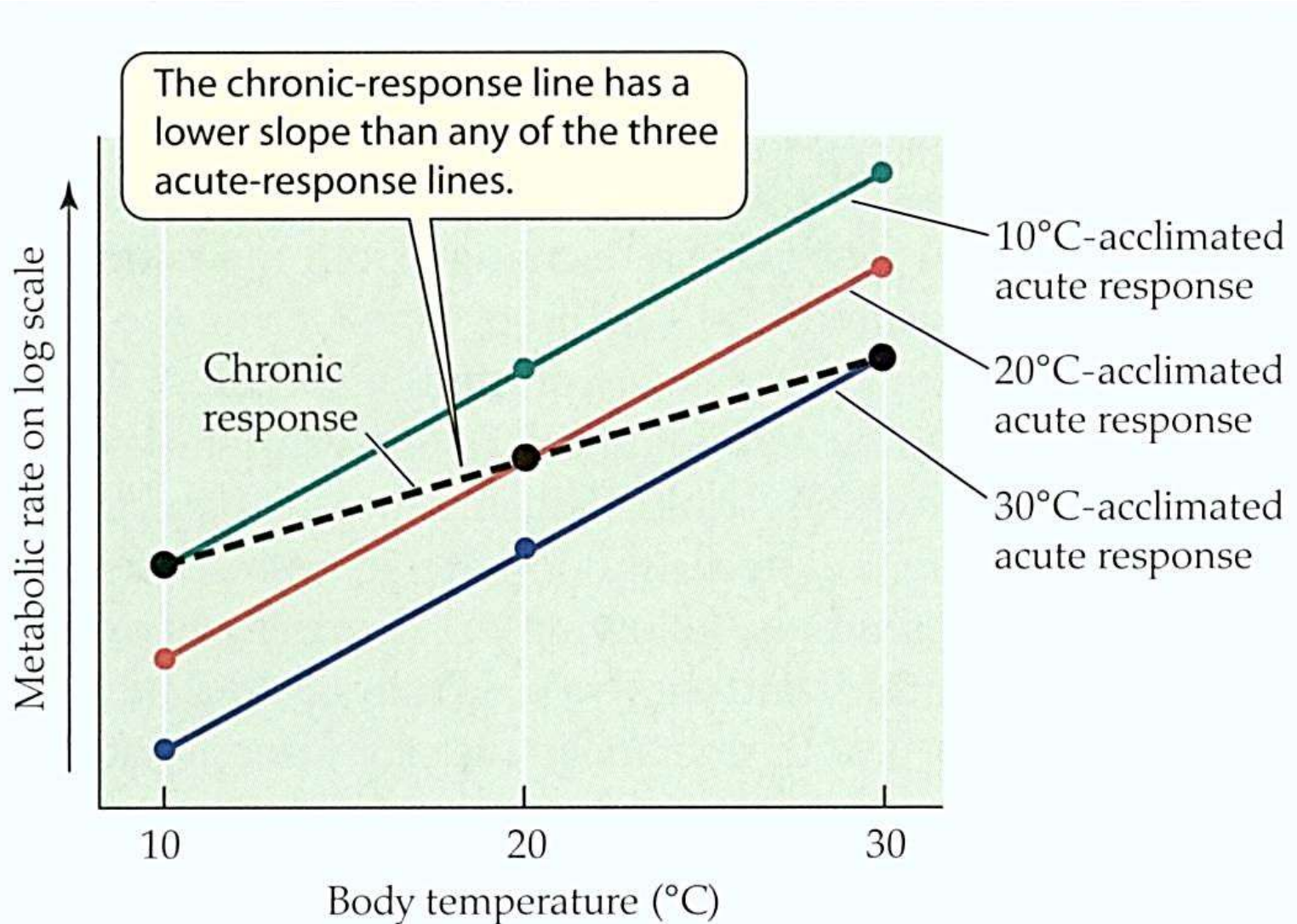


# Adaptace, Aklimace

Optimum má širší nebo užší hranice.

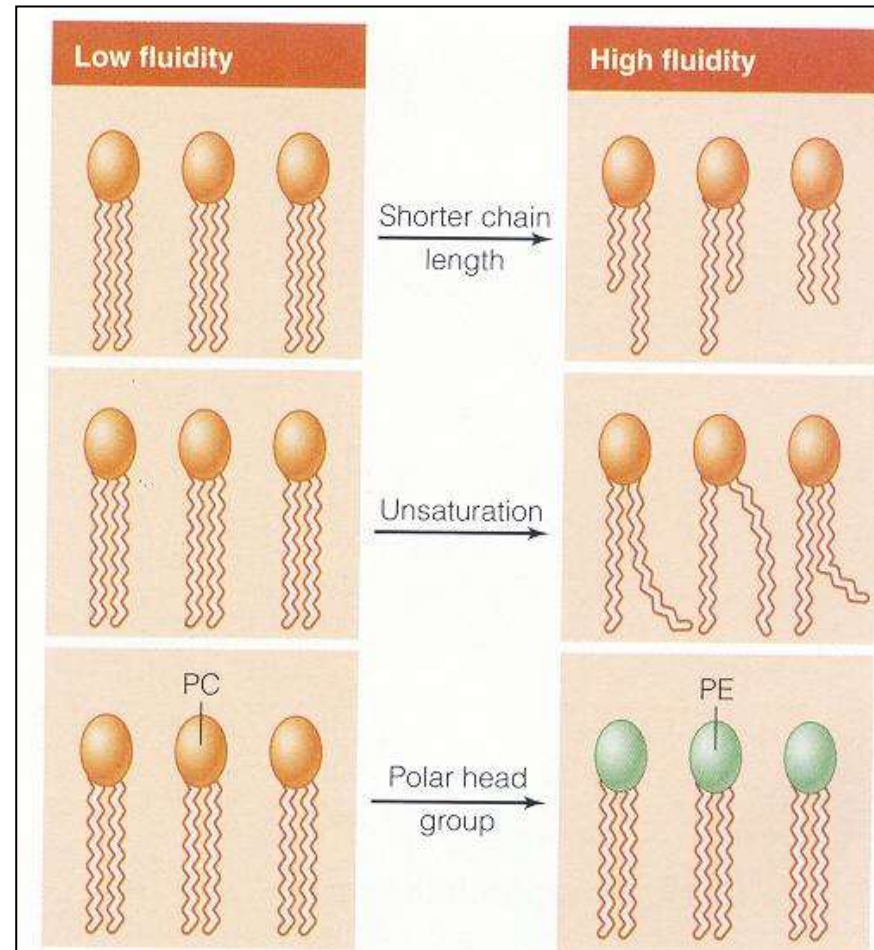


Aklimace je přizpůsobení se dlouhodobému působení určité teploty. Rychlé změny vedou k větším výkyvům v metabolismu.



# Aklimace - Jak udržet buněčné děje v chodu.

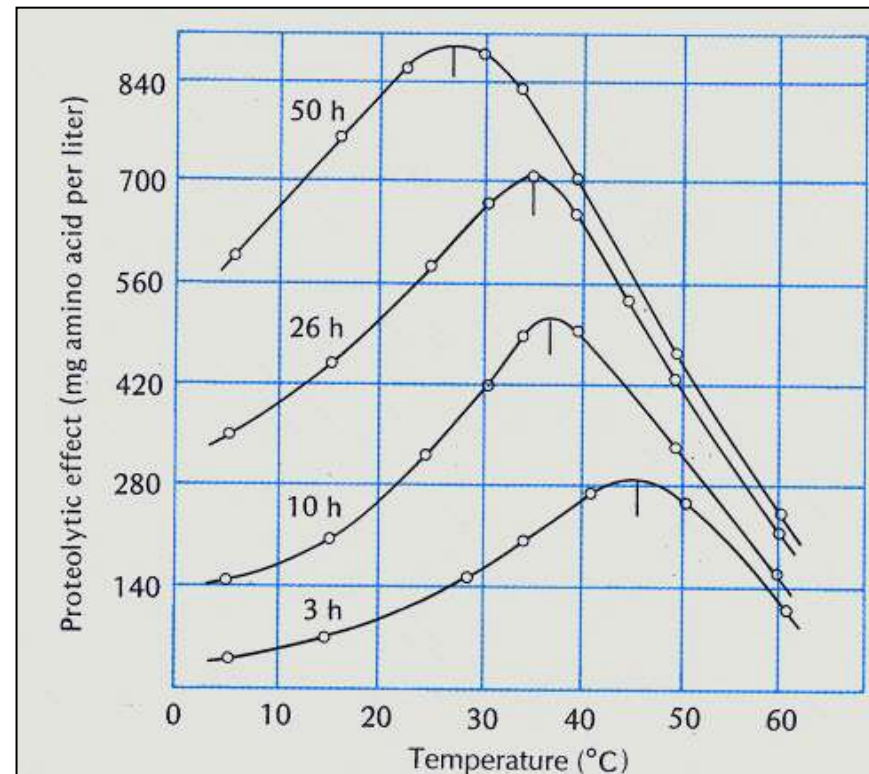
- A. Kontrola fluidity membrán
  - Délka řetězce
  - Saturace
  - Fosfolipidová třída (fosfatidilcholin x fosfatidylethanolamin)
  - Cholesterol – udržuje fluiditu za nízkých T
- B. Syntéza ochranných látek (teplo i chlad)
- C. Změny spektra enzymů a/nebo syntéza homologů
- D. Změny izoformem proteinů (např. svalového myosinu)



**Figure 13.12 Phospholipid properties and membrane fluidity** Cells change the fluidity of membranes by altering the composition of membrane phospholipids.

# Aklimace - Jak udržet buněčné děje v chodu.

- S časem trvání experimentu se jejich mhomologická stavba přizpůsobuje.



**Figure 4.1** The effect of temperature on a protein splitting enzyme (protease) from the ascidian *Halocynthia*. The enzyme effect seems to have a temperature optimum, but this optimum is lower the longer the duration of the experiment. This is explained in the text. [Berrill 1929]

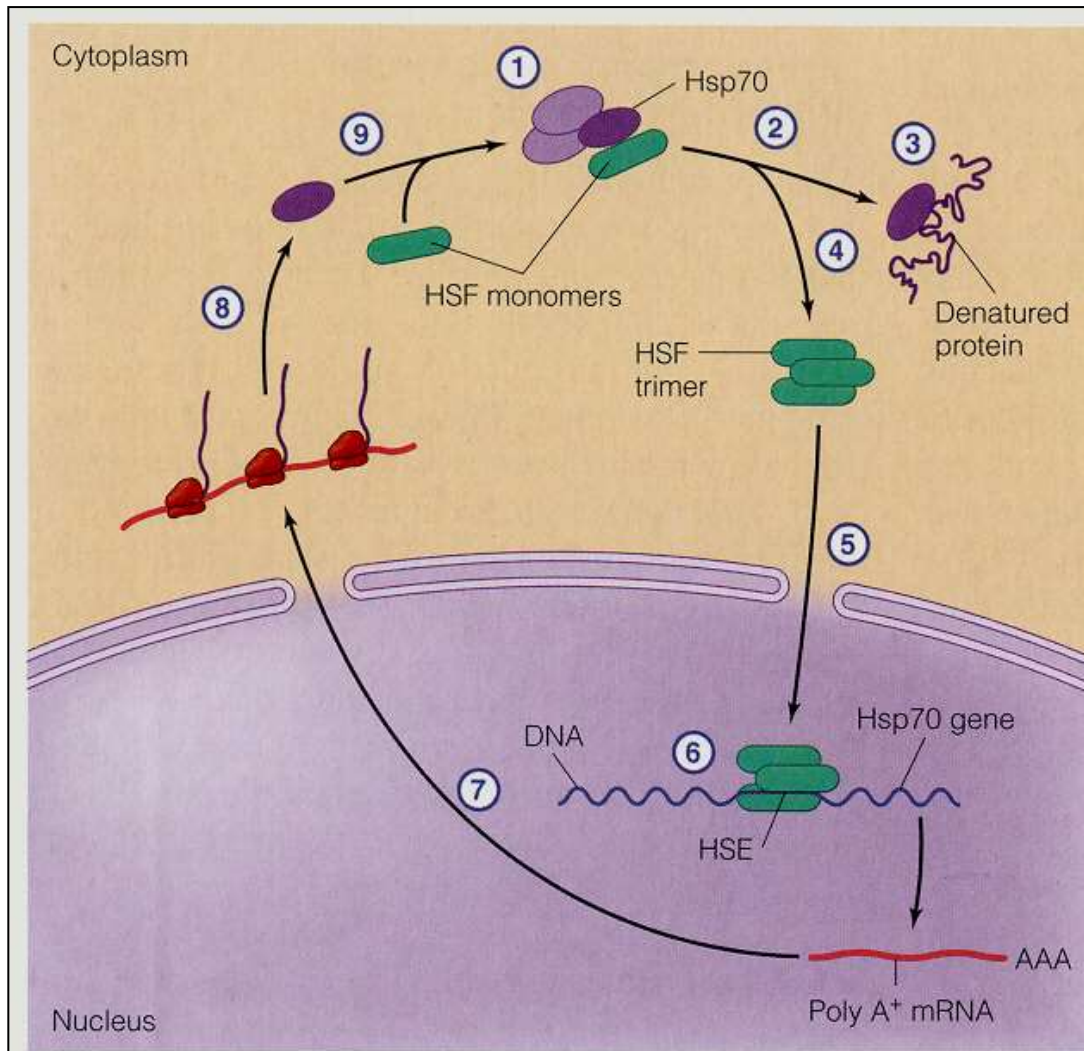
# Poikilotermie

Jako každá konformní strategie je lacinější, pro malé živočichy jediná možná. I za cenu snížené výkonnosti.



# Poikilotermie - teplo

Heat shock proteiny – chaperony opravují denaturované bílkoviny



- 1 Complex of HSF and Hsp's under unstressed conditions.
- 2 Heat stress causes complex to dissociate.
- 3 Hsp70 binds to denatured proteins.
- 4 HSF monomers associate into trimers.
- 5 Trimers move into the nucleus and bind to the promoter of genes with heat shock element (HSE).
- 6 Hsp70 gene transcription increases.
- 7 Poly A<sup>+</sup> mRNA is exported to the cytoplasm.
- 8 Poly A<sup>+</sup> mRNA is translated to form more Hsp70.
- 9 The increase in Hsp70 levels allows the complex to form again, stopping transcriptional activation.

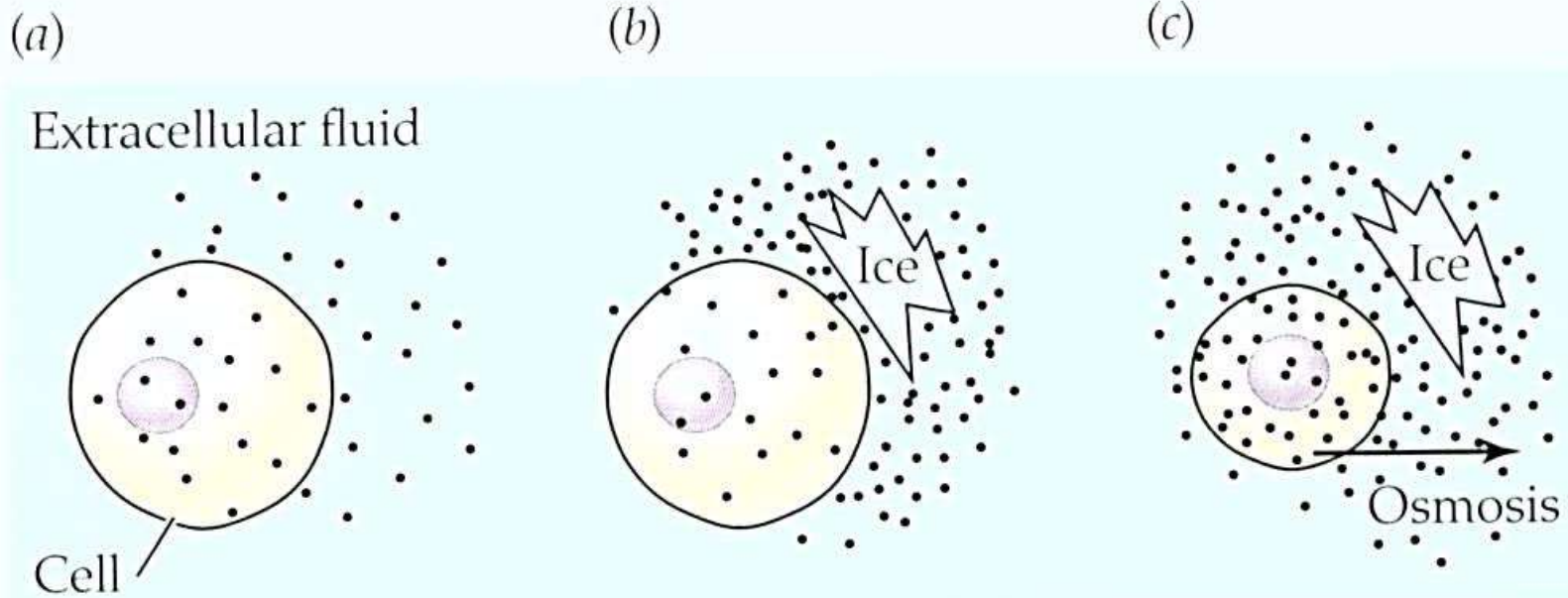
Figure 13.15 Heat shock response

# Poikilotermie - chlad

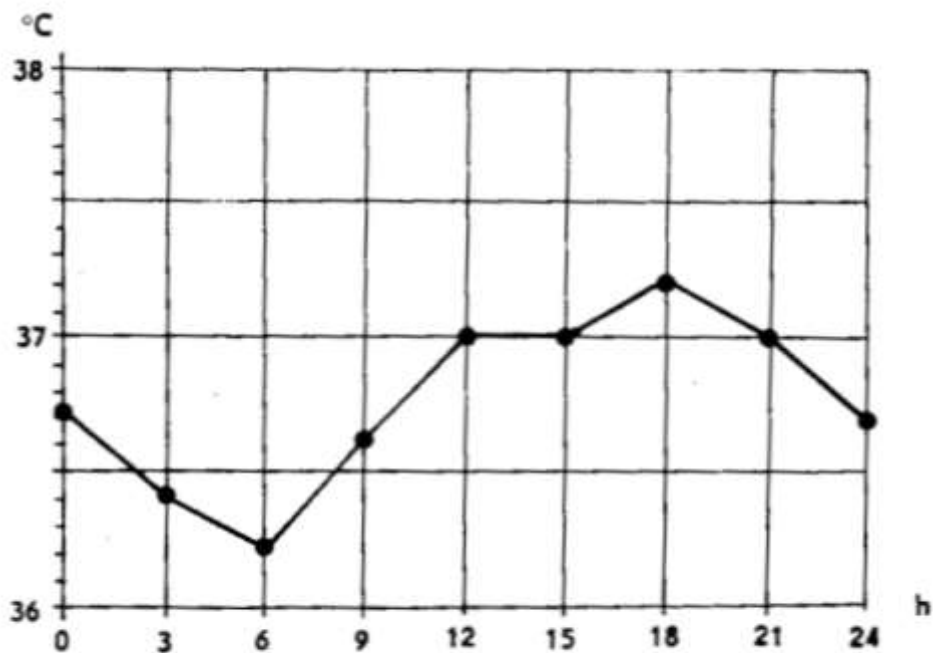
- A) Zmrznutí tolerující – nukleační I. (kontrolované zmrznutí)
- B) Zmrznutí netolerující – kryoprotektivní I. (glyceroly) a tzv. antifrízy (zabraňují krystalům ledu růst).

Intracelulárně led nesmí vzniknout nikdy.

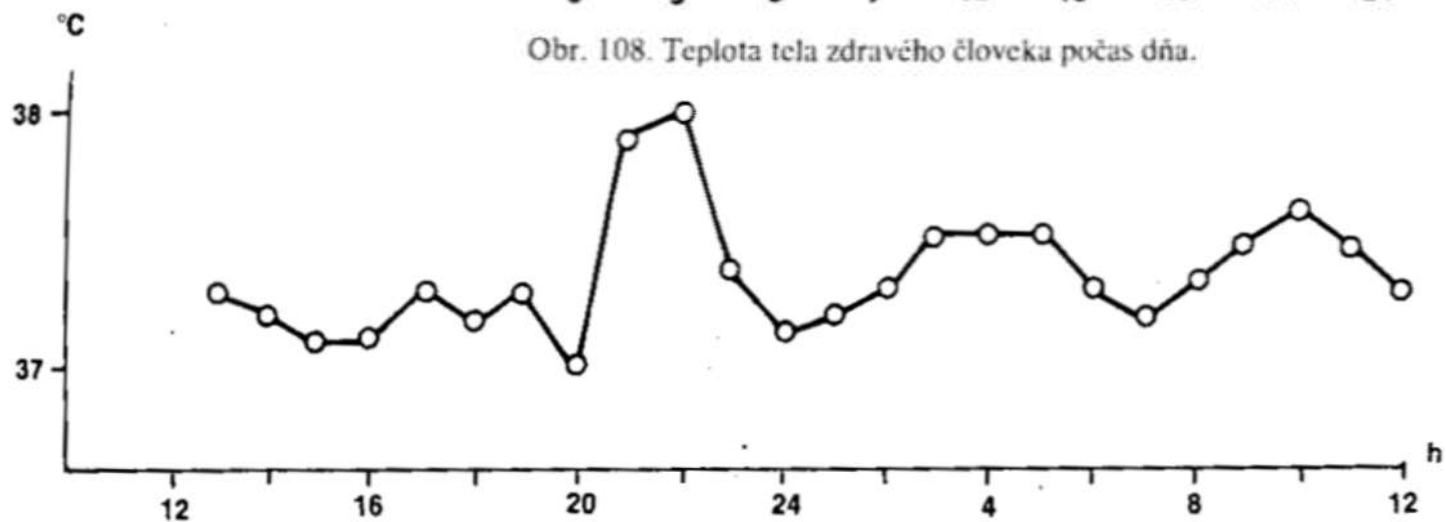
Ale i tvorba extracelulárního ledu vystavuje buňky osmotickému stresu.



# Homoiotermie, ale pod vlivem rytmů



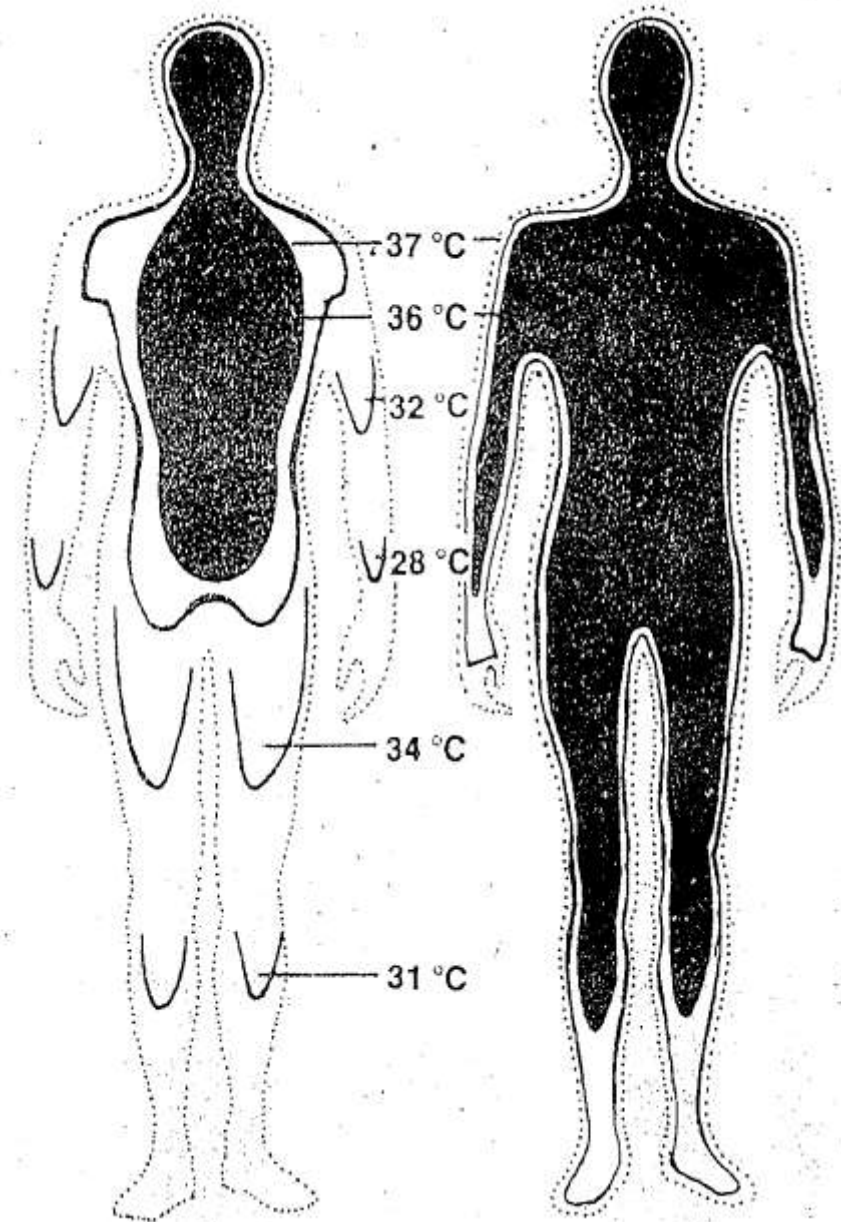
Obr. 108. Teplota tela zdravého člověka počas dňa.



Obr. 109. Zmeny teploty tela chrčka zlatého počas dňa.

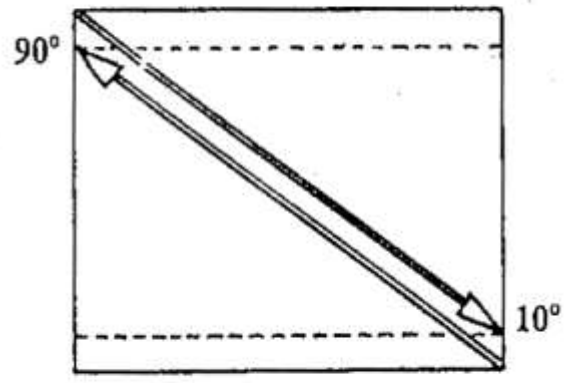
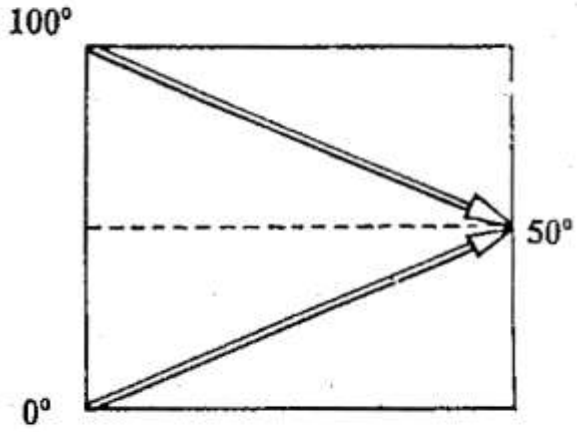
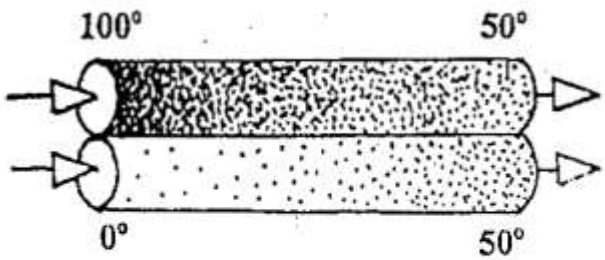
# Homoiotermie – fyzikální regulace

Není nutné prohřívát všechny tkáně, naopak se výhodně regulovat tepelné ztráty.



# Protiproudá výměna

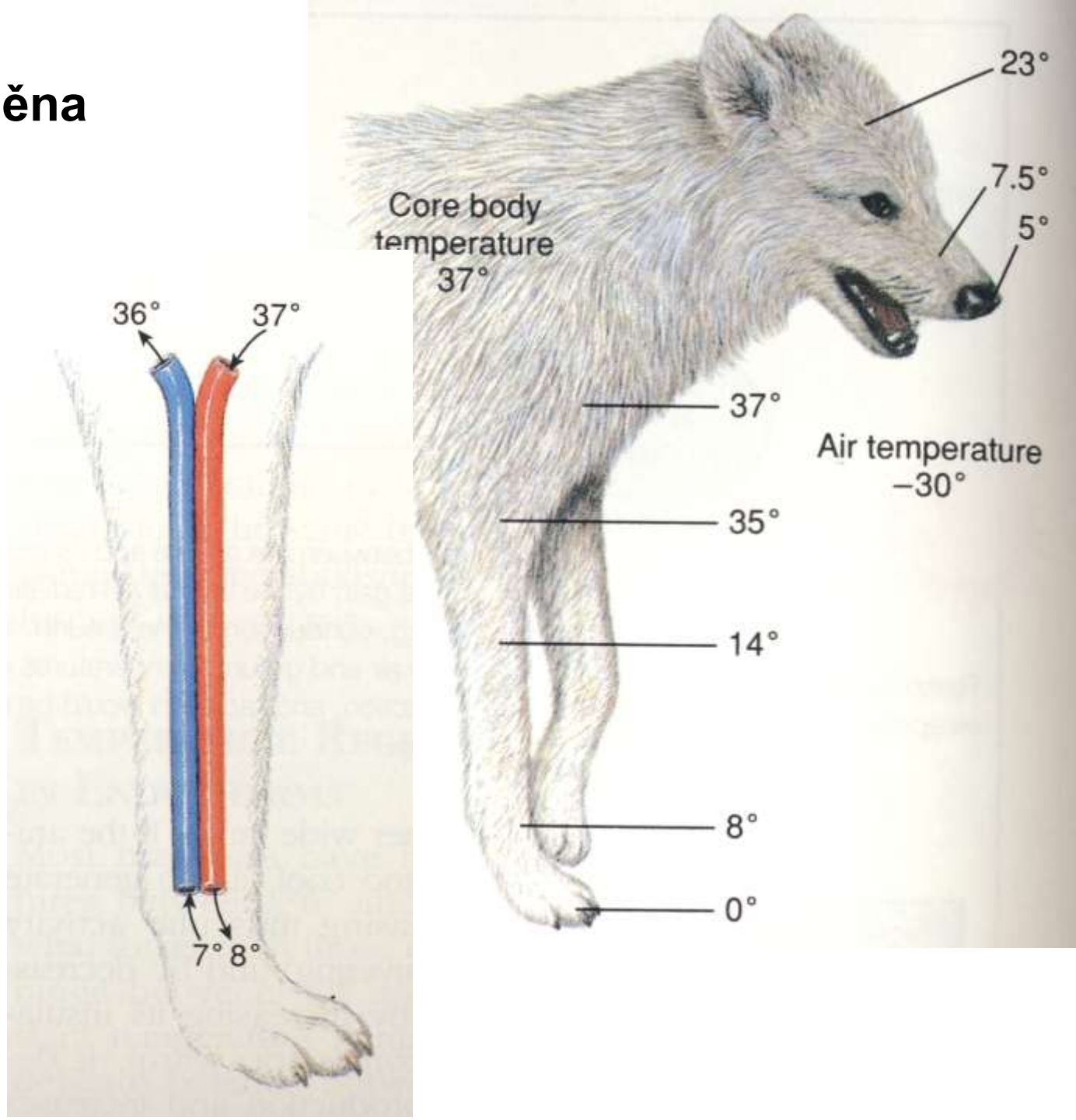
Dokáže oddělit  
teplé a studené  
tkáně.





# Protiproudá výměna

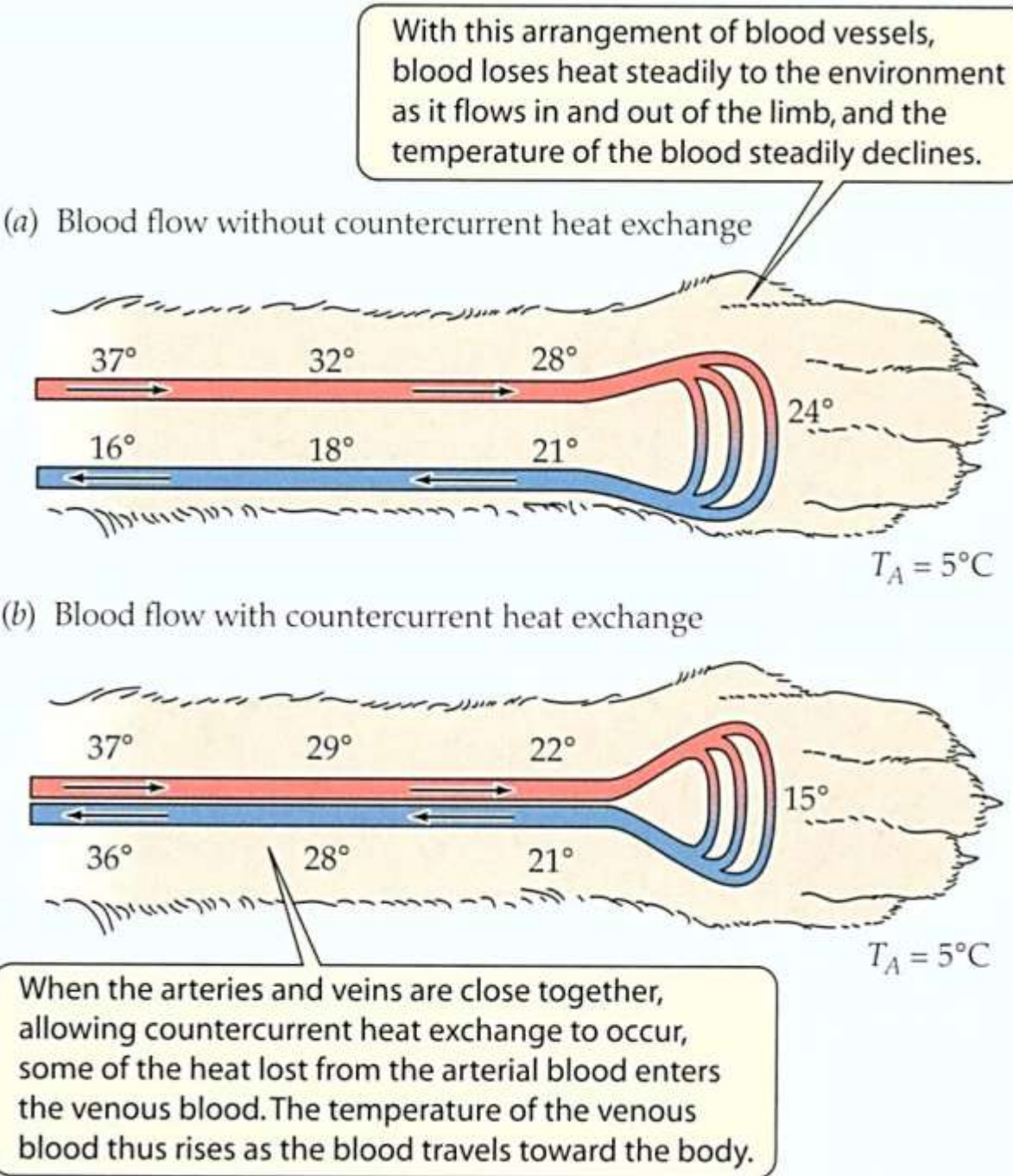
Dokáže oddělit teplé a studené tkáně.



# Protiproudá výměna

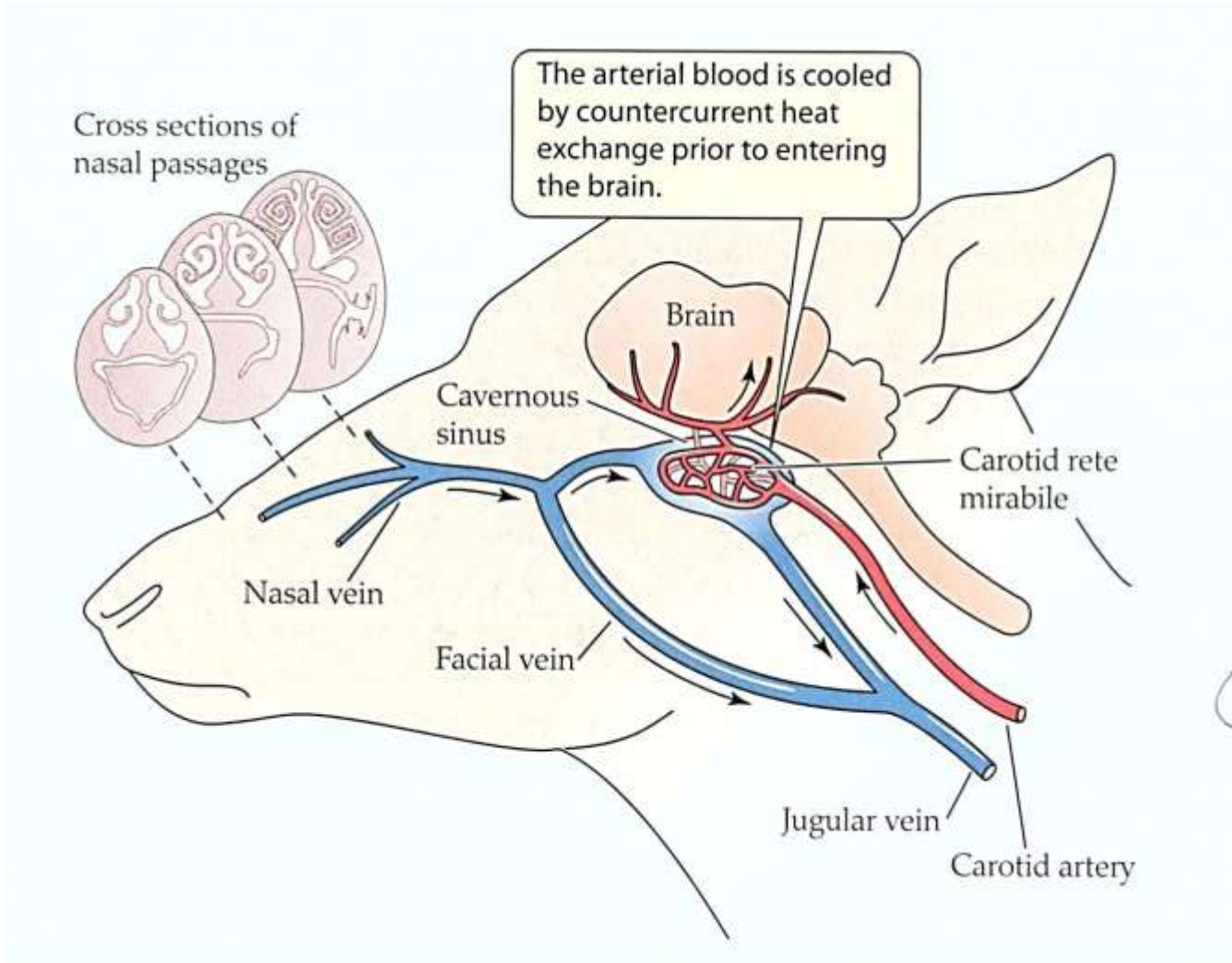
Dokáže oddělit teplé a studené tkáně.

U člověka dvě sady žil – podle teploty blíže nebo dále povrchu.



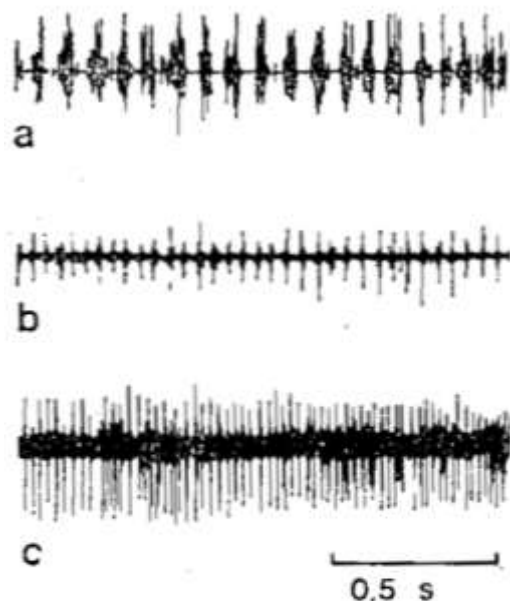
# Protiproudá výměna

Mozek musí mít stálou teplotu.

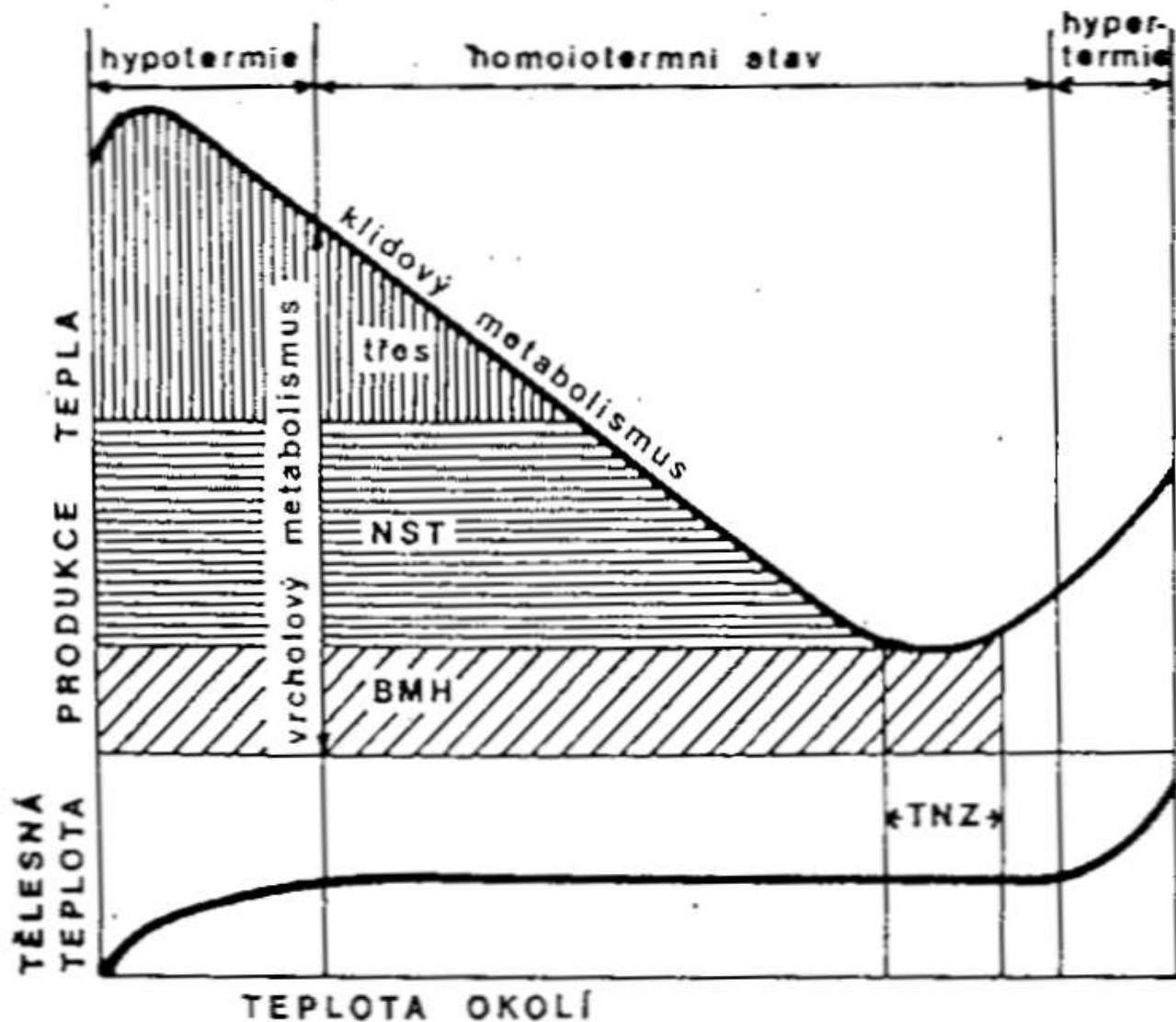


# Homoiotermie – chemická regulace

Třesová a  
netřesová  
termogeneze

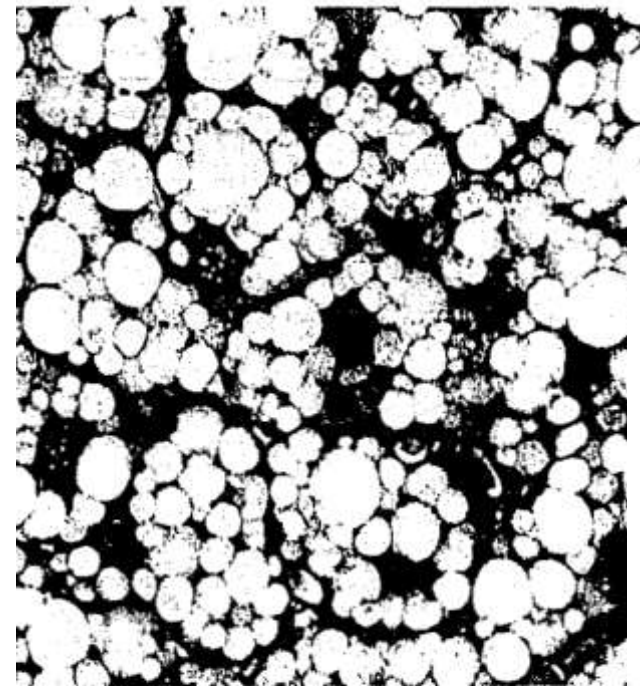


Elektromyografické záznamy  
třesové aktivity, ukazující  
průběh "výbuchů", u morčete  
(a), krysy (b) a myši (c).  
(Spann, Kleinsmann 1970)

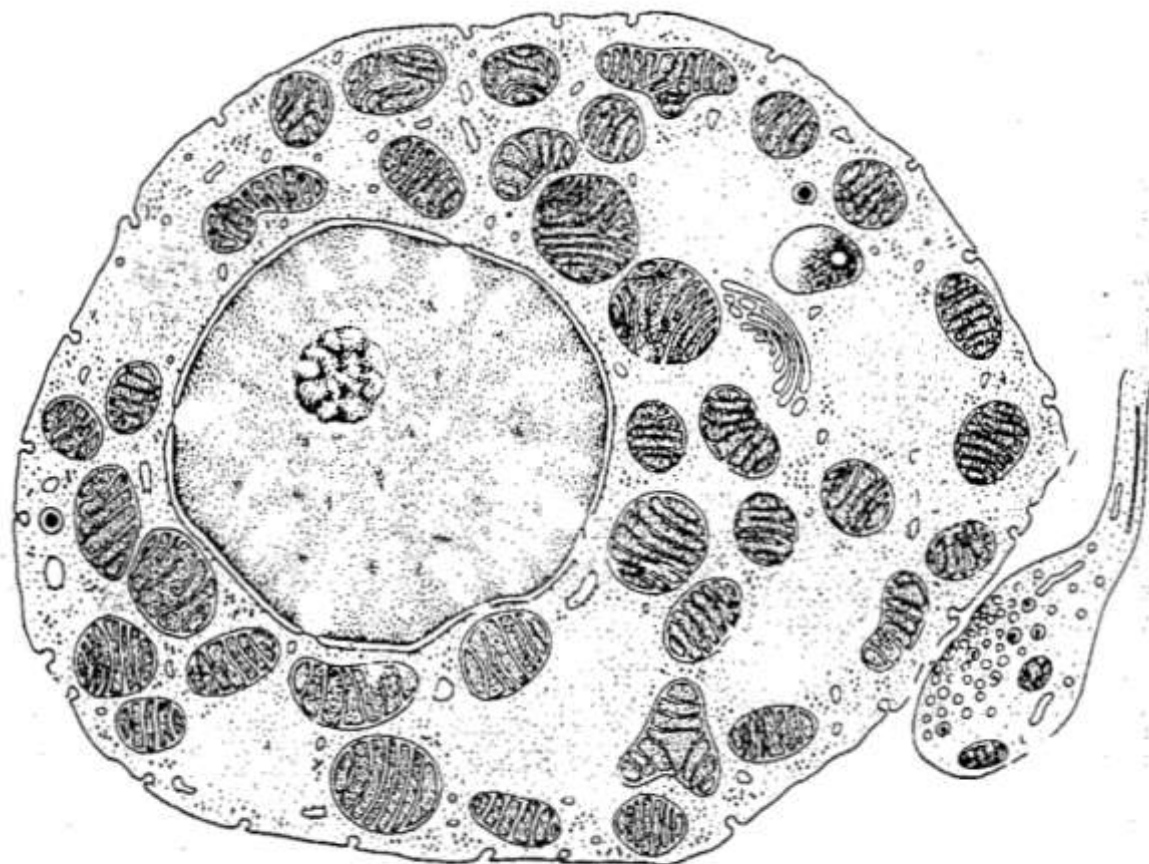




# Homoiotermie - hnědá tuková tkáň



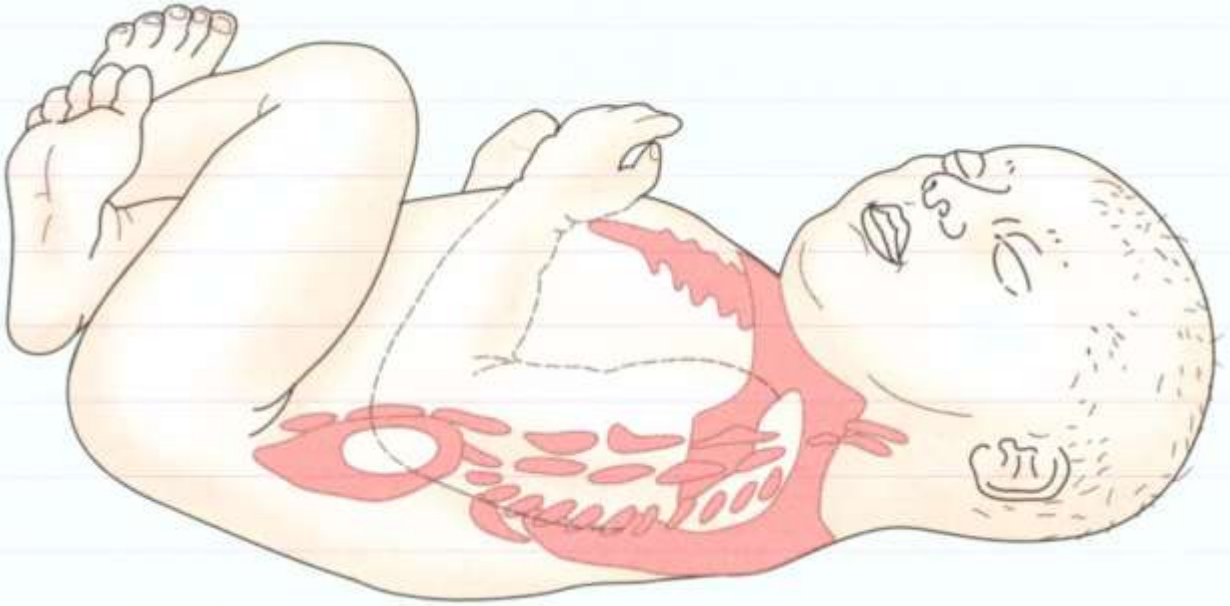
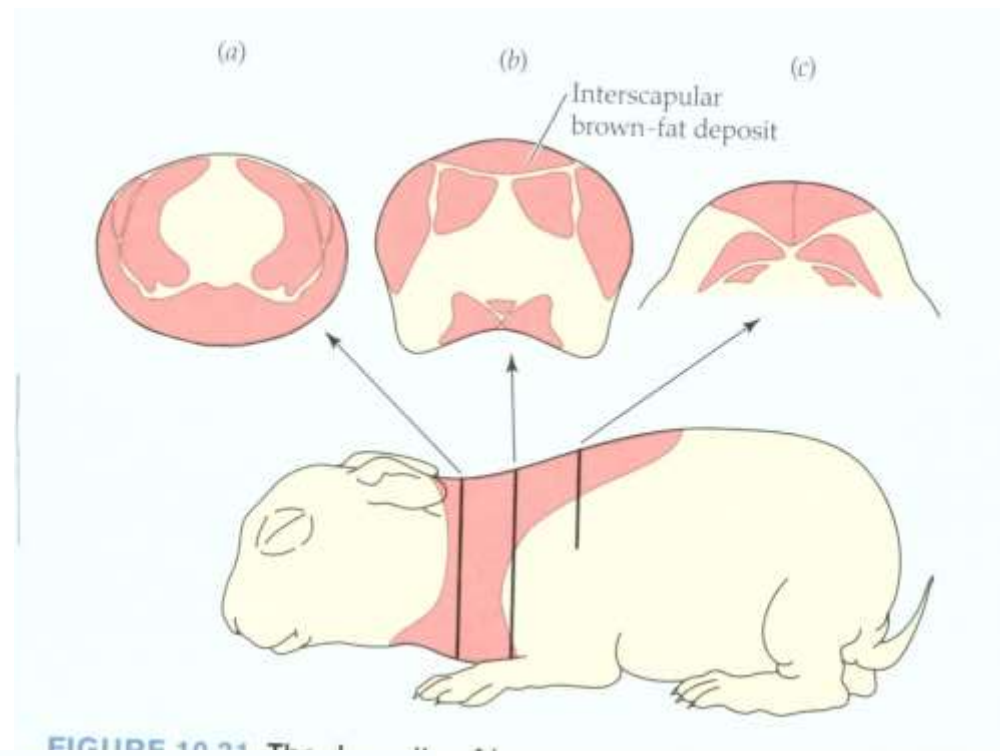
Obr. 6-5. Mikrofotografie multilokulární tukové tkáně charakteristickými buňkami obsahujícími centrálně uložené kulovité jádro a tukové kapénky. x 1000.



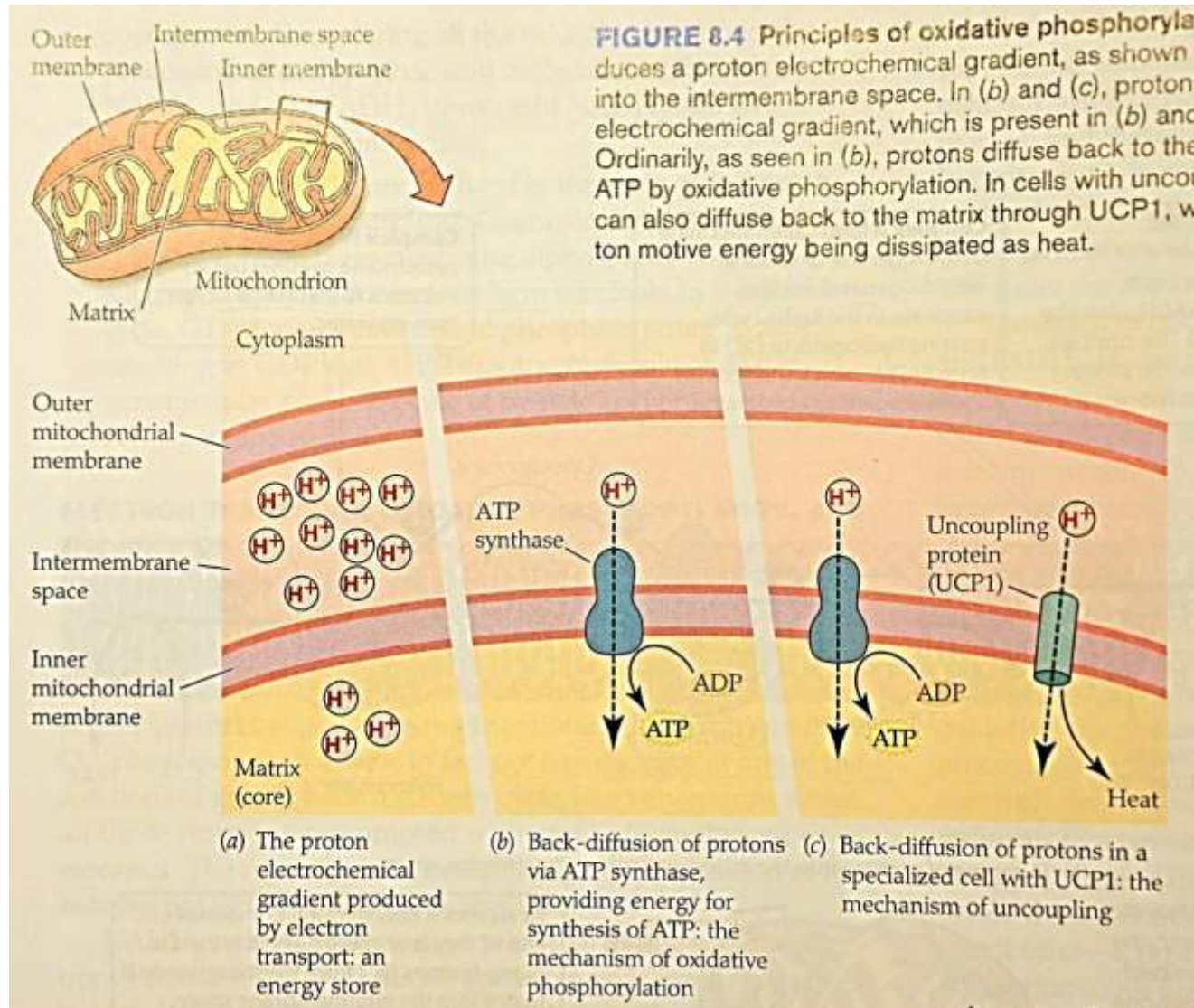
Obr. 6-6. Nákres multilokulární tukové buňky. Povšimněme si jádra, uloženého ve středu, mnohočetných tukových kapek a velkého počtu mitochondrií. Napravo dole je sympatické nervové zakončení.



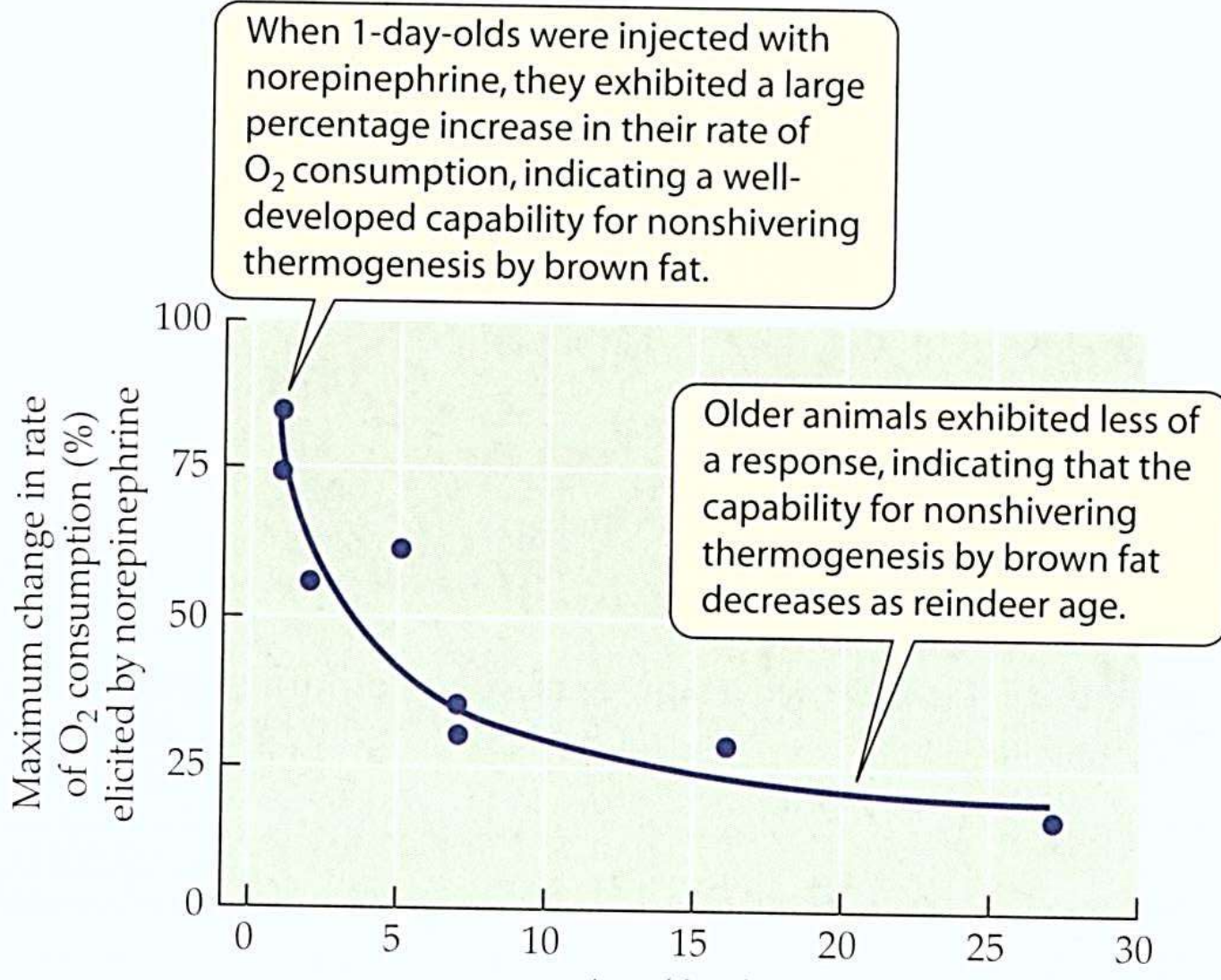
Hnědý tuk zejména u mláďat savců.



Uncoupling protein – odpojuje tvorbu ATP od průchodu  $H^+$  iontů. Všechna enege se mění na teplo.



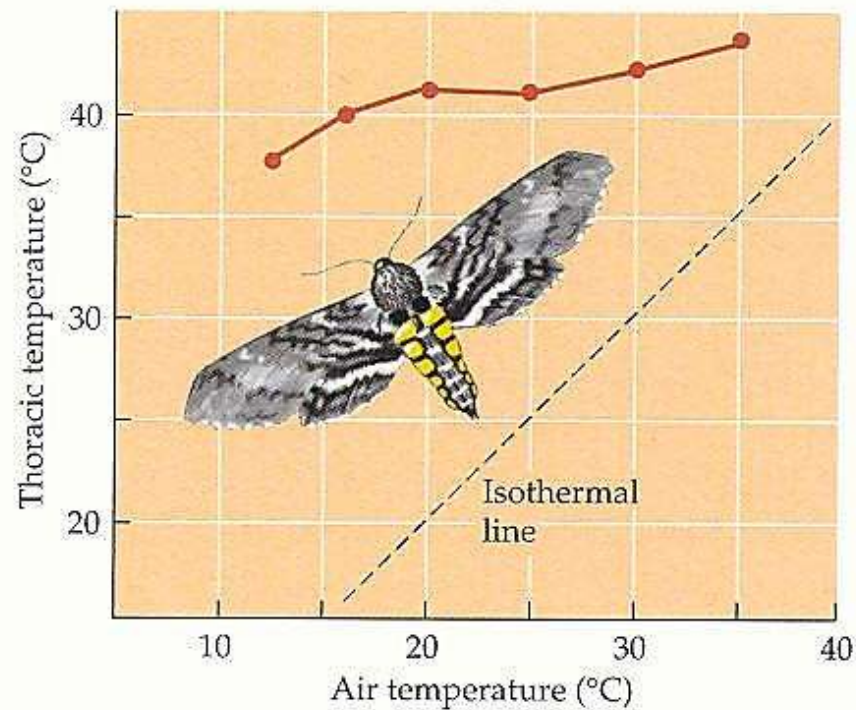
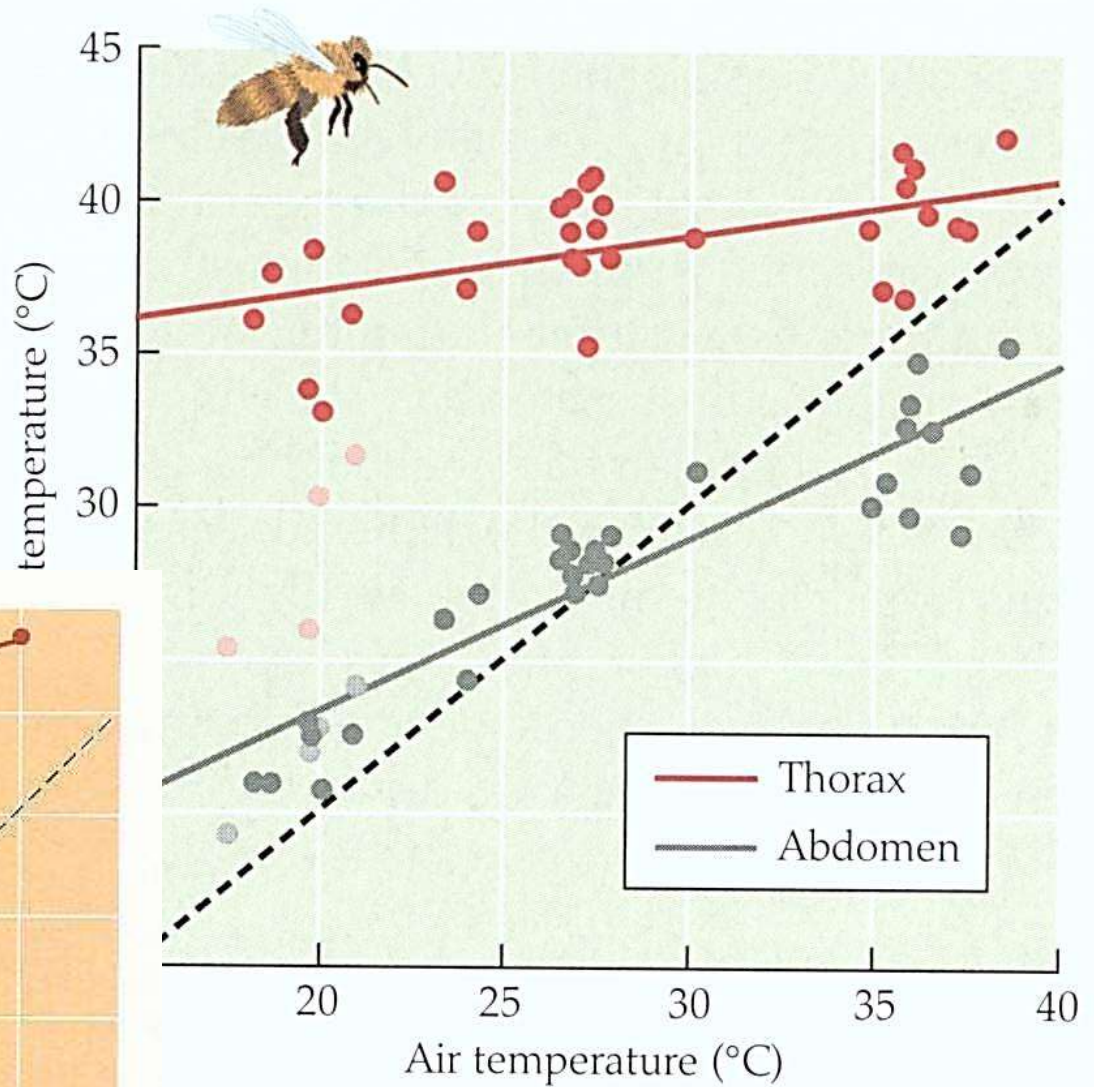
Netřesová termogeneze u aklimovaných, hibernátorů a mláďat.  
S věkem může vymizet.





I hmyz termoreguluje.  
Thorax je choulostivější  
než abdomen

(a) Temperatures of thorax and abdomen



# Klidová stádia – „uteč“ strategie

Hibernace – zimní spánek

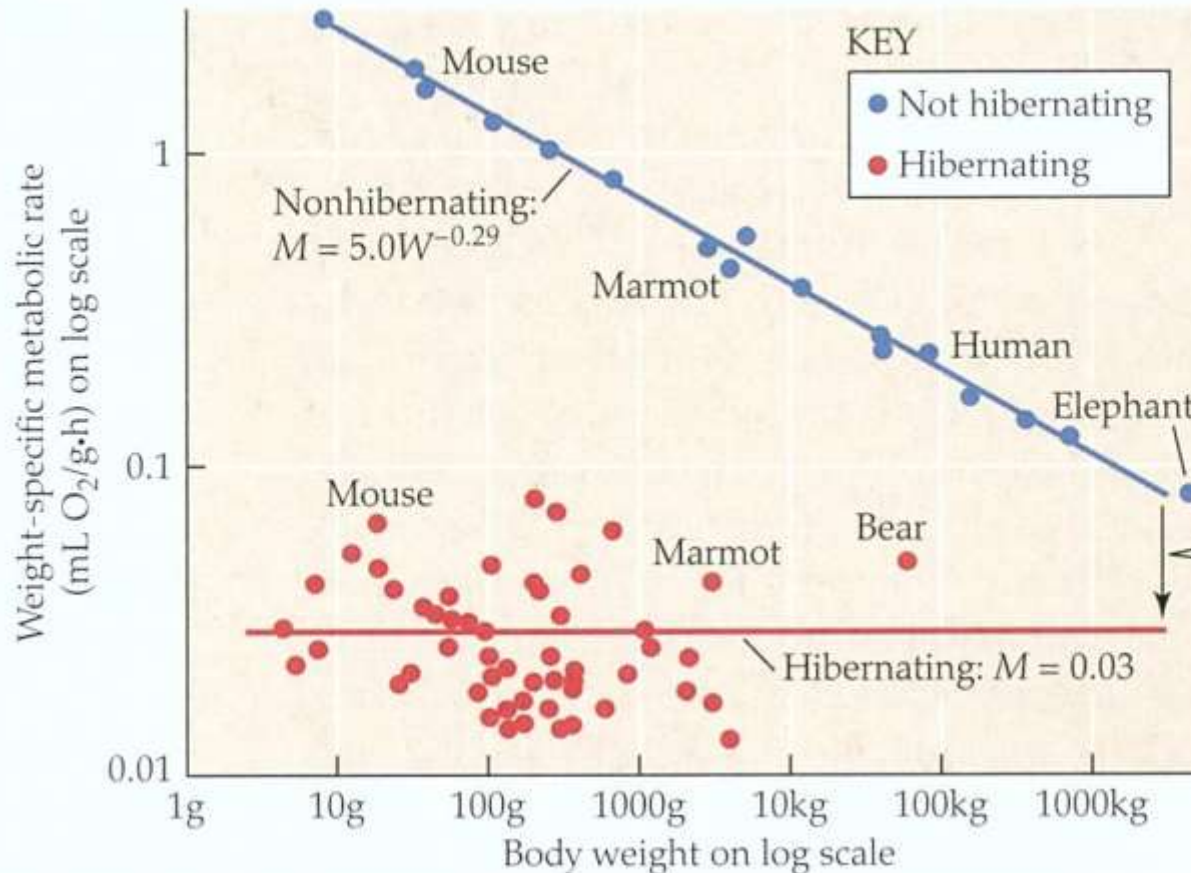
Estivace – letní klidové stádium

Torpor – noční ztuhnutí



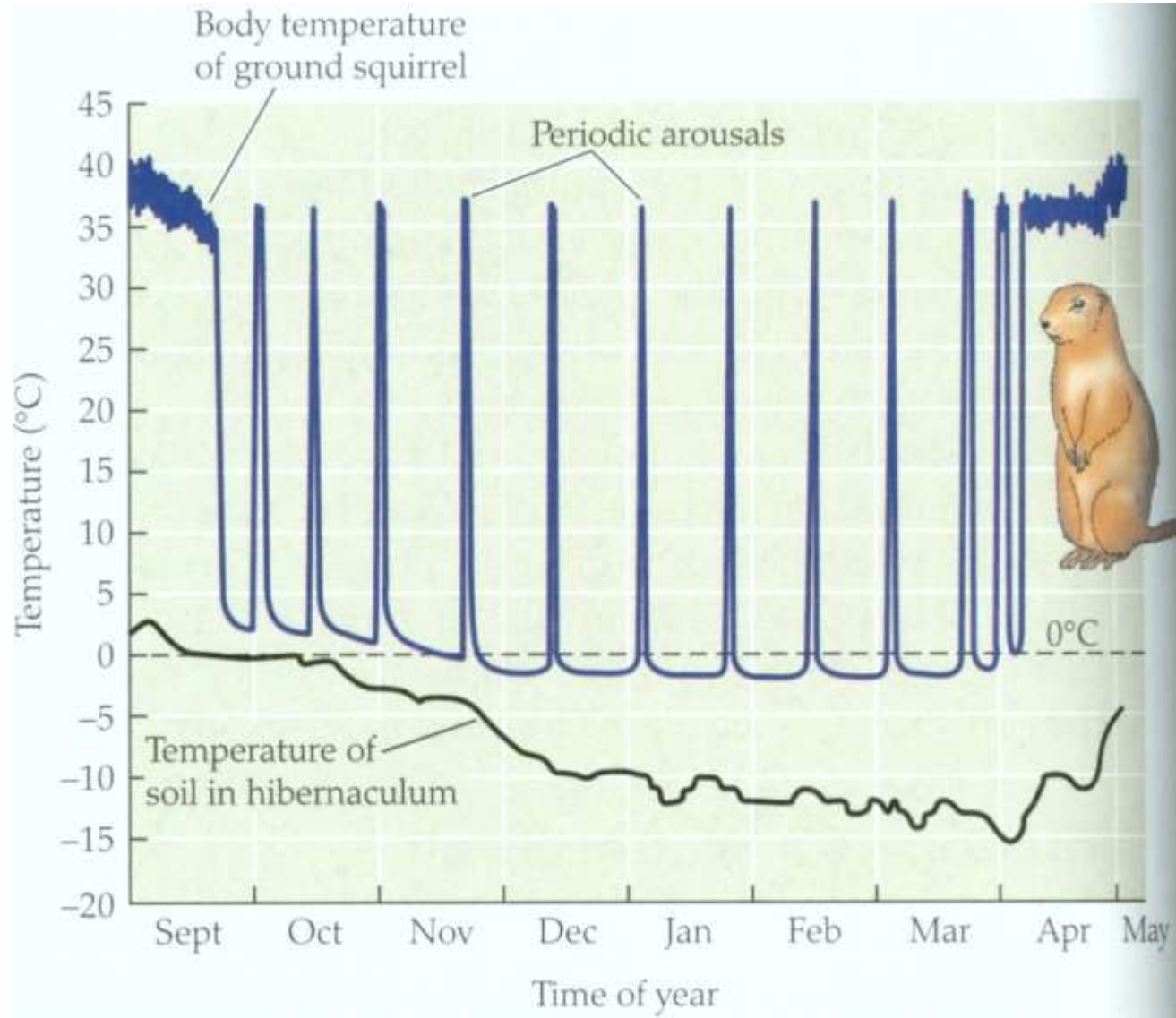
# Klidová stádia

Hibernace se vyplatí nejvíce menším savcům.



The decrease in metabolic rate brought about by entering hibernation is symbolized by the shift from the blue line to the red line. It diminishes as mammals increase in body size.

Z hibernace je potřeba se občas probudit. Heterotermové termoregulují i při hibernaci.



Hypotermie se vyplatí jen při nízké teplotě.

