

Termoregulace

Rozmezí teplot v němž žijí různé organizmy na Zemi velmi široké:

od  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  po teploty nad  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Pro možnosti úspěšné adaptace je také podstatné časové kolísání

teplot:

1. jinak budou přizpůsobeny organizmy v teplotně stálém prostředí,
2. jinak v poušti, kde teploty kolísají mezi dnem a nocí o mnoho desítek stupňů.

## Hospodaření teplem

Adaptace na kolísající teplotu prostředí

V průběhu fylogeneze lze sledovat vývoj živočichů od těch, jejichž teplota kolísá s teplotou okolí – k těm, kteří mají schopnost tělesnou teplotu udržovat na konstantní hodnotě

Teplota – faktor ovlivňující intenzitu fyziologických pochodů.

**Poikilotermí** (ektotermní, studenokrevní) t kolísá se změnou v prostředí x

**homoitermní** (endotermní, teplokrevní) živočichové, t udržovaná na konstantní hodnotě, teplo umí generovat živočich sám – **endotermie**,

či zda jen přebírá teplotu okolí – **ektotermie**

**Silná závislost na teplotě prostředí- zvýšení t u P**

- ovlivnění aktivitou (zvýšení až o 12° C)

- ovlivnění energií slunečního záření

- aktivní ovlivňování tělesné teploty kolektivně – včely v úlu (může určitým způsobem, i když jen na omezenou dobu, regulovat svou teplotu – behaviorální a fyzická termoregulace)



přechodná skupina organizmů

**heterotermních (různotepelných)**. Tyto organizmy

(někteří savci a ptáci) v nepříznivých teplotních a současně i výživových podmínkách snižují tělesnou aktivitu a teplotu těla na konstatních 3–5 °C

### **Homoitermové**

Specifické receptory na teplotní změny – až plazi

Teplota homoiotermů – okolo 37°C savci, ptáci vyšší.

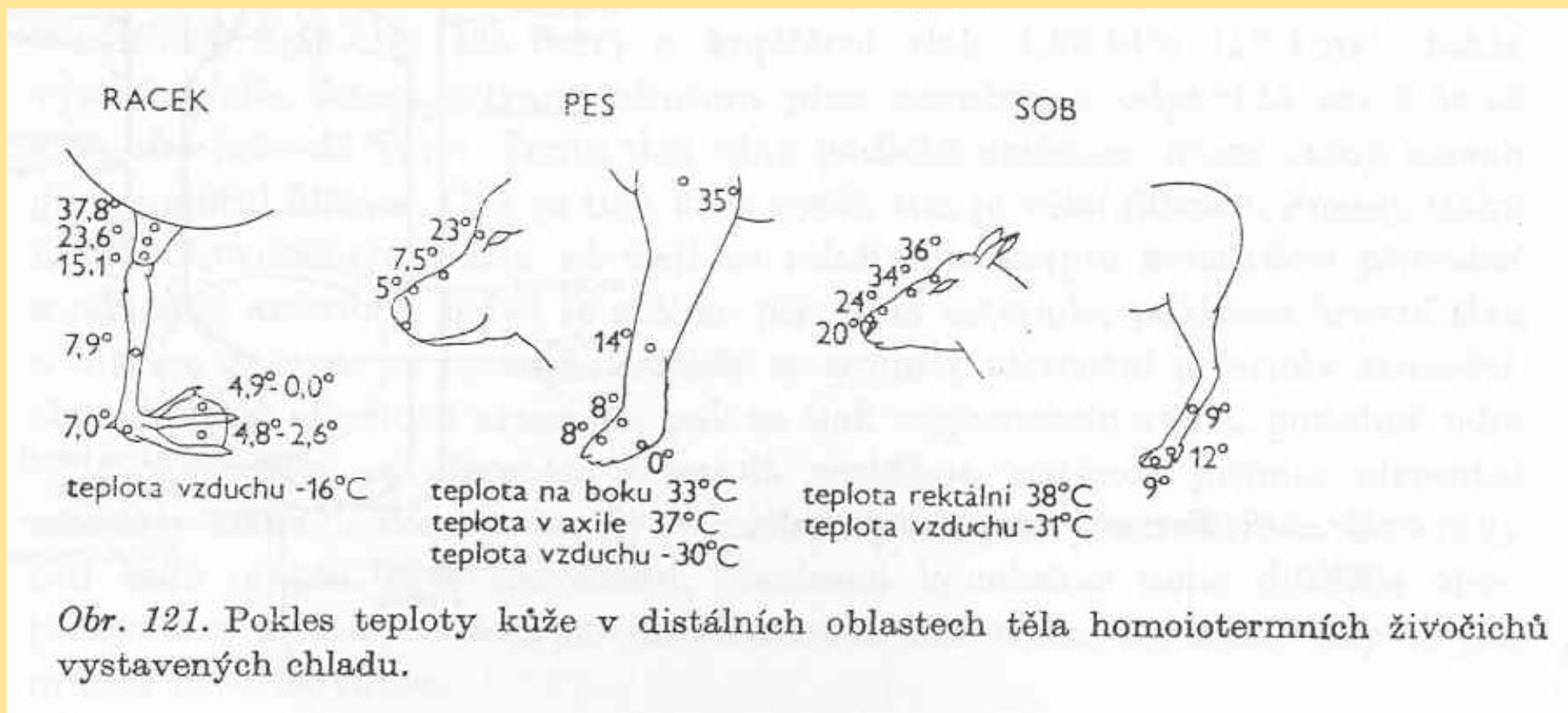
Tělesnou teplotu může ovlivňovat:

- 1) pohlaví,
- 2) ontogenetické stadium,
- 3) denní doba,
- 4) výživa,
- 5) svalová činnost,
- 6) emoční stavy,
- 7) teplota okolí,
- 8) funkční stav organismu.

Povrchové oblasti – většinou chladnější (i výrazně).

$T > 41^{\circ}\text{C}$  – smrt savců,  $T < 25^{\circ}\text{C}$  ireverzibilní poruchy srdeční činnosti (nepravidelnosti převodu vzruchů mezi předsíněmi a komorami).

**Stálost tělesné teploty** – regulační systémy (vznik x výdej tepla podle prostředí, izolační vrstvy, vysoký metabolismus, nároky na potravu)



Obr. 121. Pokles teploty kůže v distálních oblastech těla homiotermních živočichů vystavených chladu.

## Zisk tepla:

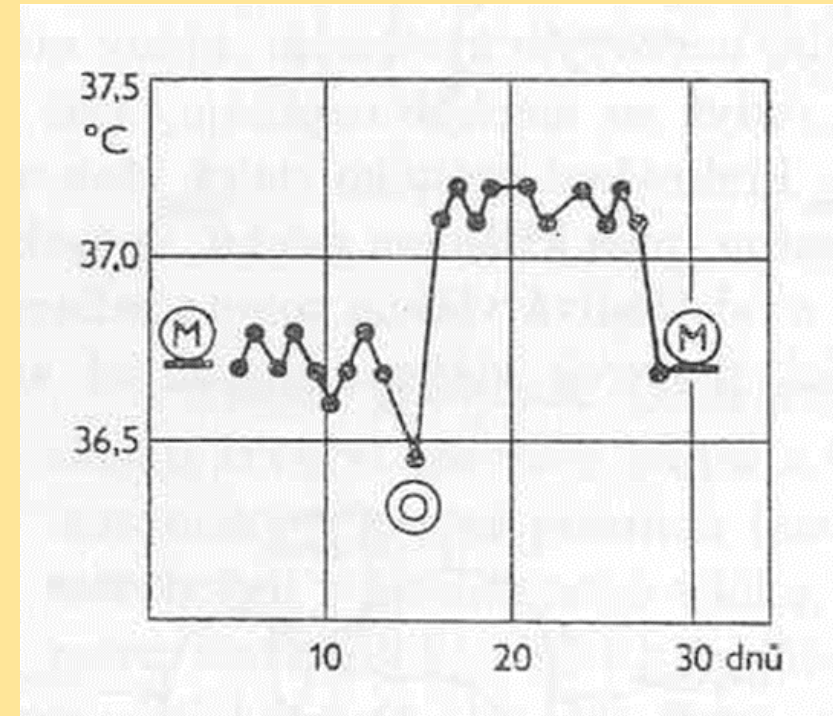
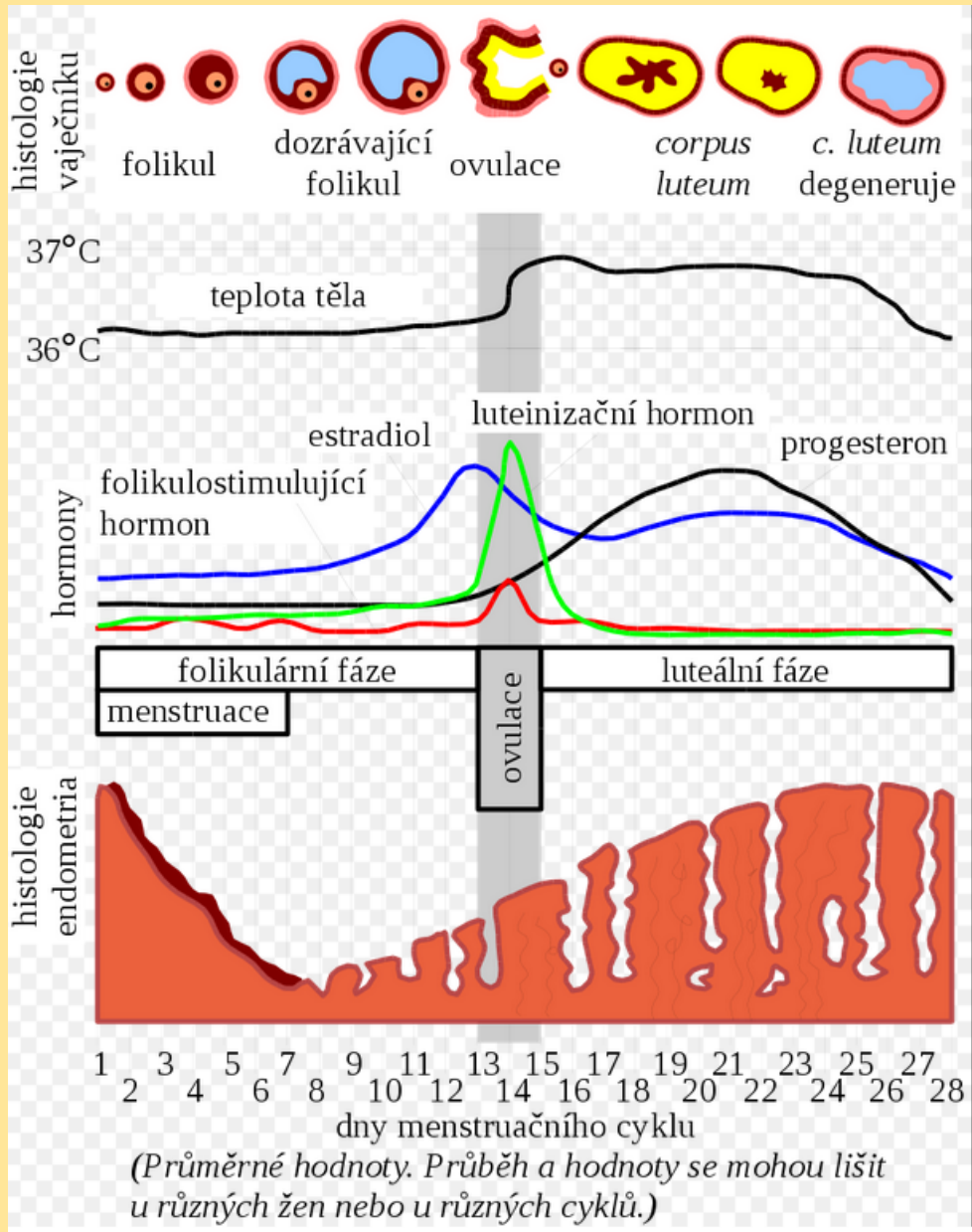
- oxidace základních látek (cukry, tuky, bílkoviny) – spalování

a) primárně vedlejší produkt u metabolismu cukrů – 2,88 kJ/mol (0,69 kcal/mol)

b) štěpení ATP – zbytek (45 %) energie živin → chemická energie fosfátových vazeb – využitelná pro všechny biologické děje

c) teplo z prostředí – fyzikální cesty

**Ztráty tepla:** povrchem těla prouděním (konvekce), sáláním (radiace) - velikost ztrát stoupá se snižující se teplotou okolí. Význam vypařování - stoupá se zvyšující se t okolí. Ztráty tepla vedením (kondukce) jsou málo významné ve vzdušném prostředí.



Obr. 120. Změny klidové teploty ženy v průběhu ovulačního cyklu.

## Mechanismy tepelné rovnováhy

Homoiotermové – při určité t okolí rovnováha mezi výdejem a příjmem tepla bez termoregulačních dějů –  
**zóna termoneutrality** – okolo 30° C.

Různý rozsah.

Přesáhnutí termoneutralní zóny –  
činnost termoregulačních mechanismů:

**chemické a fyzikální**

Souhra: neurohumorální děje

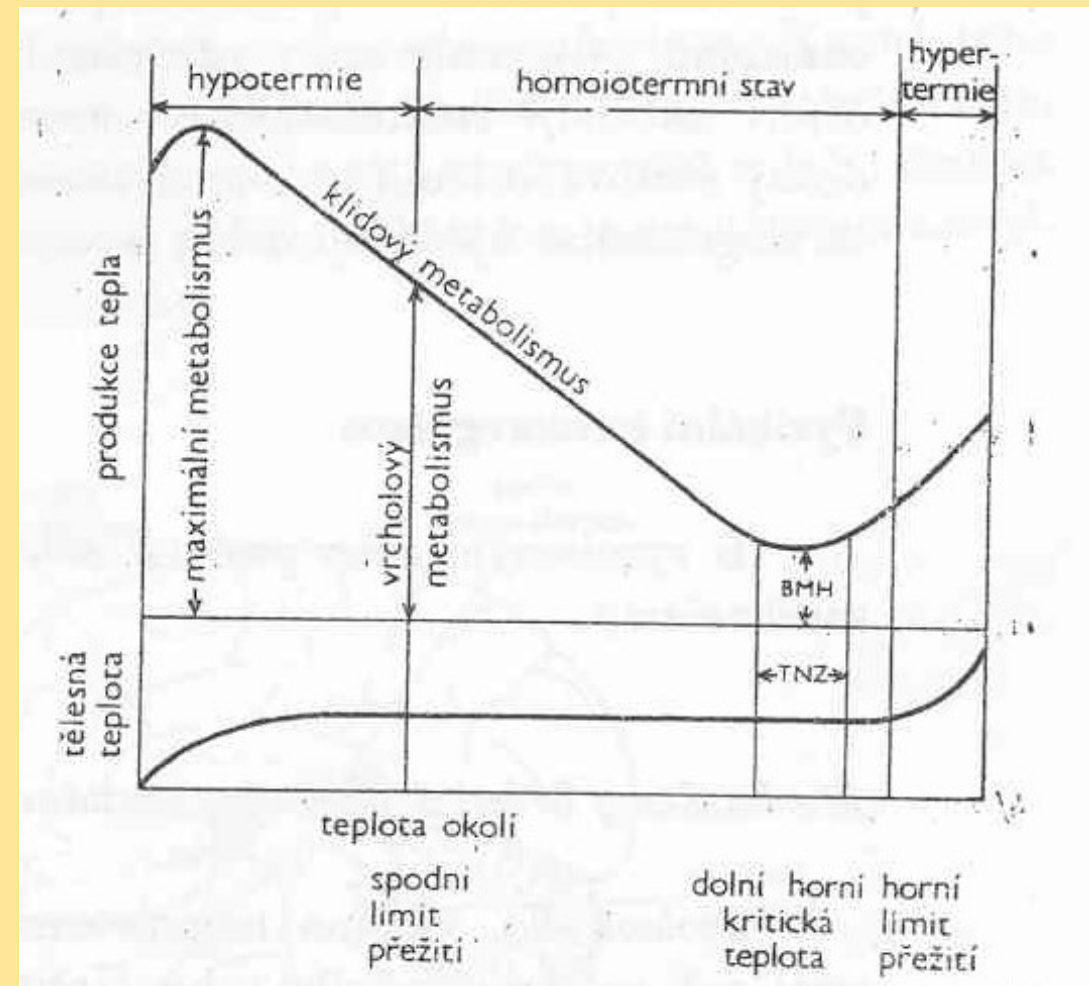
## Chemická termoregulace

Změny produkce tepla v těle.

Nižší teplota (než termoneutralní zóna) –

**teplotní ztráty – zvýšení metabolismu**

kompenzace produkcí tepla (**zvýšení metabolismu** až do bodu, organismus nestačí pokrýt tepelné ztráty a prochládá).





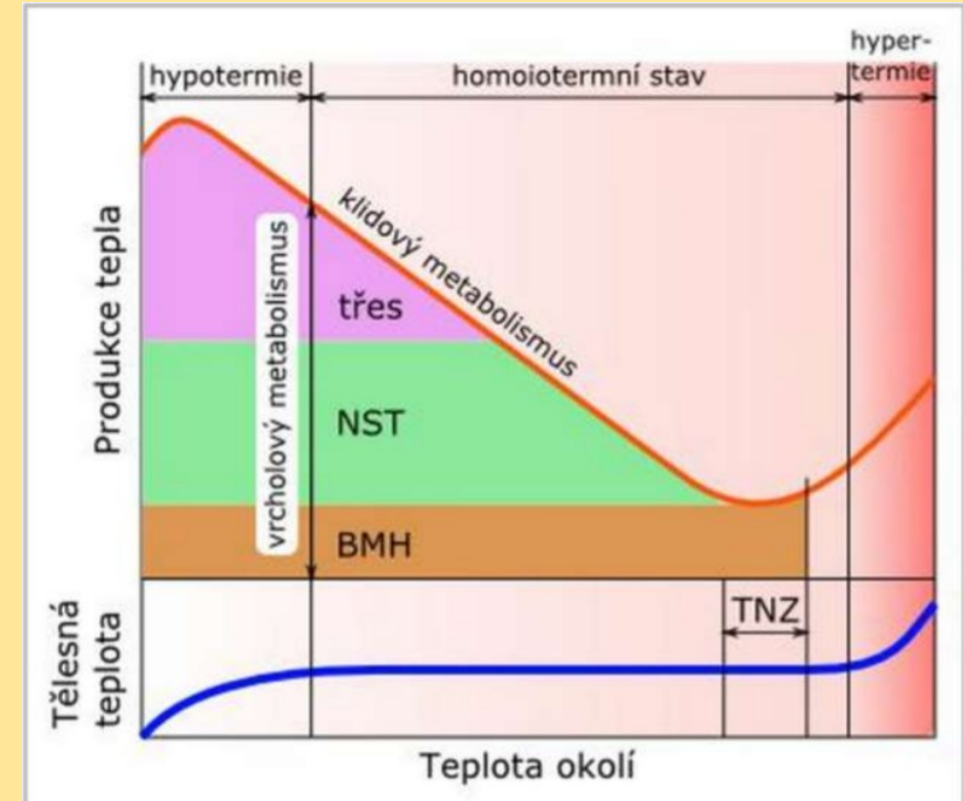
# Chemická termoregulace

Produkce tepla v chladu: svalový třes, netřesová termogeneze.

## Zvýšení metabolismu

**Svalový třes** – primární termoregulační význam. Rytmické nevolní **oscilace příčně pruhovaných svalů**. Jsou náhodné, nekoordinované pohyby svalů, končetin. Synchronizace do tzv. výbuchů

**Netřesová termogeneze** je vyvolána **termogenním působením hormonů (noradrenalin)** ze **sympatického nervového systému a dřeně nadledvinek**. Novorozenci a chladově adaptovaní živočichové, u hibernátorů (hnědá tuk. tkáň, v mitochondriích buněk hnědé tukové tkáně se tepelná energie uvolňuje přímo bez vazby na ATP), s věkem se NST ztrácí. U malých jedinců zvýšení BMH (b. met.) až 5krát. Je lokalizována v hnědé tukové tkáni a částečně v kosterní svalovině.



## Fyzikální termoregulace

Mechanismy hospodaření s teplem (vyrobeným i získaným) jako tepelná obrana proti ztrátám

Izolace těla

Prokrvení kůže

Změny v chování

## Tepelné ztráty

**Pocení** – někteří, potní žlázy nerovnoměrně rozloženy. Člověk denně až 10 l potu – neutrální - slabě kyselý, 2 % sušiny – kyselina močová, glukóza, NaCl, nižší mastné kyseliny (zápach). Ztráty tepla dýchacími cestami.

**Vazodilatace** – při přehřátí – roztažení cév, zvýšení tepelných ztrát povrchem (teplé prostředí, práce, teplé jídlo a pití).

**Nepozorovatelné vypařování** (*perspiratio insensibilis*) – denní ztráty až 800 ml vody a 1884 J

## Chování živočichů

**Klidová stádia** – „uteč“ strategie

**Hibernace** – zimní spánek (jezevec, ježek, lelek, medvěd atd.)

**Estivace** – letní klidové stádium (např. měkkýši)

**Torpor** – noční ztuhnutí (např. kolibříci, netopýři)

## Řízení hospodaření teplem

Fyzikální a chemická termoregulace –  
nervový a endokrinní systém

Termorecepce - termoreceptory v kůži

### Další reakce:

změny t krve zásobující mozkový kmen.

Integrace - **přední hypotalamus**, odstředivé dráhy  
začínají v (zadním) hypotalamu

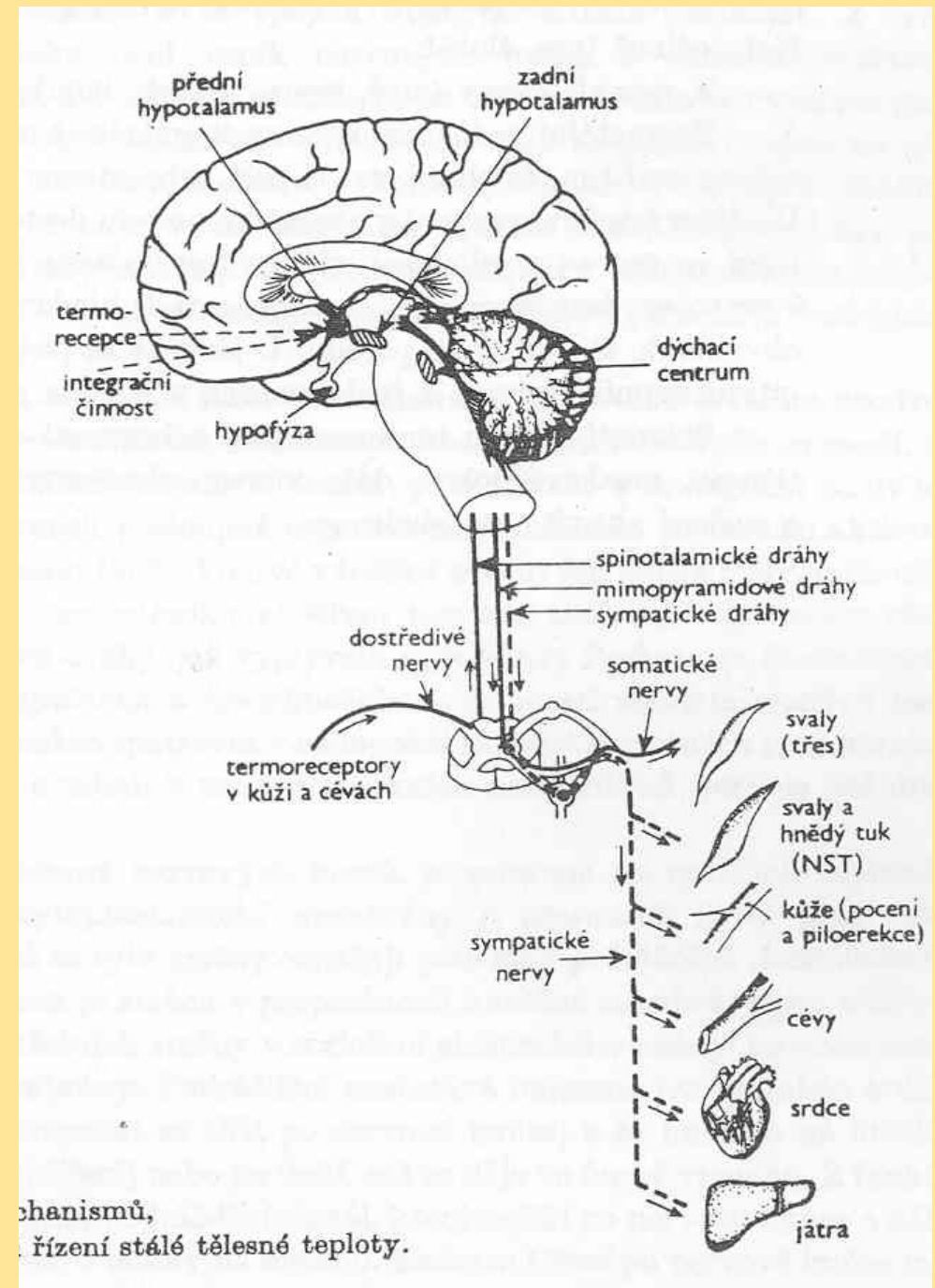
Nižší termoregulační centra –

### segmenty míchy

(vazomotorické reakce, vylučování potu),

mozková kůra - podmíněné reflexy

(vazodilatace, pocení - emoce  
bez termoregulačního významu,  
denní rytmy tělesné teploty).



mechanismů,  
řízení stálé tělesné teploty.

## Vývoj termoregulace v ontogenezi

Podle kvality termoregulace v okamžiku porodu:

1. zralé formy (kuře, morče)
2. formy s termoregulací odlišnou od dospělců (pes, člověk)
3. nezralé formy (myš, krysa, křeček, holub aj.)

**Stárnutí organismu** - snižování termoregulačních schopností (menší funkční plastičnost mozkové kůry, zhoršení vazomotorických reakcí, snížení aktivity metabolismu aj.).