

# Tepelné ztráty organismu

Z hlediska tepelných změn v organismu můžeme organismy dělit na dvě hlavní skupiny **studenokrevné (poikilotermní)** a **teplokrevné (homoiotermní)**. Studenokrevní živočichové nedokáží udržovat stálou tělesnou teplotu. Teplota jejich těla se mění v závislosti na teplotě vnějšího prostředí. Teplokrevní živočichové udržují stálou tělesnou teplotu regulačními mechanismy při látkové výměně. Mechanismy, které se podílejí na udržení stálé teploty i při výkyvech teplot okolí nazýváme souhrnně **termoregulačními mechanismy**. Lidský organismus patří do skupiny homoiotermních. Teplo v organismu vzniká přeměnou chemické energie. Podmínkou udržení stálé teploty v organismu je **rovnost tepla vzniklého metabolickými procesy a tepla odváděného do okolí**. To se děje převážně regulací rychlosti odvádění tepla – teplo se odvádí hlavně **kůží a plícemi**, uvnitř těla tepelné výměny zprostředkovává proudění krve. Taktéž je krví zajištěn přenos tepla z vnitřku organismu na povrch. Teplo v organismu vzniká převážně jako vedlejší produkt přeměny jiných forem energie, pouze výjimečně vzniká cíleně, např. v případě vyvolání chladového třesu jako mechanismu termoregulace. Aby se toto převážně odpadní teplo v organismu neakumulovalo a tím se nezvyšovala jeho teplota, je organismus schopen do jisté míry jeho odvod do okolí regulovat.

Mechanismy, kterými dochází k tepelným ztrátám z organismu rozdělujeme na přímé a nepřímé.

## Přímé:

- vyzařování (*radiace*)
- vedení (*kondukce*)
- proudění (*konvekce*)

## Nepřímé:

- odpařování z plic
- pocení (*evaporace*)

## Regulace teploty organismu

Regulační mechanismy pro snížení teploty organismu:

- vasodilatace
- znatelné pocení
- omezení produkce tepla

Regulační mechanismy pro zvýšení teploty organismu:

- vasokonstrikce
- zvýšení produkce tepla chladovým třesem
- zvýšením metabolismu
- "husí kůže", reakce vegetativního nervstva - pro člověka nemá velký význam, spíše relikv od předků

Pro regulaci odvodu tepla je neefektivnější regulace množství krve, která jde z jadra na povrch, kde se ochlazuje. Míra prokrvení kůže může kolísat mezi 0–30% minutového srdečního výdaje. Samotné řízení teploty organismu je regulováno z hypotalamu. Čidla v hypotalamu registrují teplotu krve, která jím protéká a tím zjišťují teplotu vnitřních orgánů. Pro periferní oblasti jsou čidla zabudována přímo v kůži, spíše v hlubších částech.

## Záření (sálání, radiace)

Každé těleso o teplotě větší než absolutní nula (0 K) **vyzařuje do okolí elektromagnetické záření**, které má vlnové délky v ultrafialovém spektru pro vysoké teploty, ve viditelném pro nižší a v infračerveném pro teplotu, ve které žijeme. Stav absolutní nuly nejde prakticky dosáhnout, musel by ustát pohyb molekul. Můžeme tedy říci, že elektromagnetické záření vyzařuje každé těleso, tedy i každý organismus, neustále. Množství tělesem vyzářené energie je podle Stefen - Boltzmanova zákona přímo úměrné čtvrté mocnině absolutní teploty tělesa. Vzhledem k tomu, že tento zákon platí pro všechny tělesa, celková vyzářená energie se rovná rozdílu čtvrté mocniny povrchové teploty tělesa (organismu) a objektů v jeho okolí. Tepelné záření je jediným "bezkontaktním" způsobem tepelné výměny, díky jeho elektromagnetické povaze. Množství vyzářené energie tedy závisí jak na teplotě organismu, tak na teplotě v okolním prostředí. Proto je celkový význam tepelných ztrát vyzařováním jiný v extrémních klimatických podmínkách a v podmínkách, ve kterých žijeme. V našem klimatickém pásmu (mírný pás) je vyzařování velice důležité, představuje až 60 % tepelných ztrát organismu<sup>[1]</sup>.



# Vedení (kondukce)

Při vedení přechází teplo z míst o vyšší teplotě do míst, kde je teplota nižší. Přechází však pouze teplo, tedy kinetická energie kmitavého pohybu molekul, nikoliv hmota. Tento děj se uskutečňuje pouze přímým stykem. Přechod je formulován rovnicí:

$$Q=(\lambda \cdot \tau \cdot S \cdot \Delta t)/d$$

kde Q (J) je množství takto předané energie za  $\tau$  (s) čas,  $\Delta t$  (K) je rozdíl jejich teplot dvou míst, které si mezi sebou předávají teplo, d(m) jejich vzdálenost a S(m<sup>2</sup>) plocha přes kterou se přenos uskutečňuje.  $\lambda$  je koeficient tepelné vodivosti, který říká, jakou má daná látka schopnost předat teplo.

Srovnání některých koeficientů tepelné vodivosti:

Látka	$\lambda$ (W·m-1·K-1) při 25 °C
diamant	895-2300
železo	80,2
voda	0,61
krev	0,52
mozek	0,51
tuk	0,21
ovčí vlna	0,04
polystyren	0,03
vzduch	0,03

Z uvedených vyplývá, že mezi dobře vodivé patří kovy a kapaliny. Naopak dobrými izolanty jsou plyny, polystyren nebo v lidském těle tuková tkáň. Mezi dobré izolanty tedy patří i vzduch coby plyn, avšak to platí za podmínek, že je stálý. Naopak hodně tepla je odváděno, pokud okolní vzduch proudí nebo je-li tělo v mokřem prostředí. Za běžných podmínek člověk ztrácí prouděním asi 15 % své tepelné energie. To je však průměrná hodnota, která se liší například pro děti, které mají mnohem větší poměr

povrch těla : objem těla <sup>[1]</sup>.

## Proudění (konvekce)

Vedení tepla prouděním je možné pouze u kapalin a plynů, nikoliv u pevných látek. Proudění je spojeno s přenosem energie (=tepla) i látky samotné. Tím je tedy spojeno s vedením, kdy je nejdříve teplo předáno tělem okolo něj do okolního vzduchu pomocí vedení a následně je pomocí proudění tento vzduch odváh pryč.

Proces proudění je charakterizován rovnicí  $Q= \alpha \times S \times \Delta t \times \tau$

Ta udává množství tepla, co je za čas  $\tau$ (s), odvedena prouděním z povrchu tělesa o S (m<sup>2</sup>) do prostředí o teplotě nižší o  $\Delta t$  (K).  $\alpha$  je koeficient přestupu tepla rozhraním. Ten závisí na mnohých faktorech - např: tlak, teplota, vlhkosti vzduchu nebo rychlosti proudění.

## Vypařování vody (evaporace)

Díky vysoké hodnotě skupenského tepla vypařování vody (2,4 MJ/kg) je vypařování vody pro organismus významné. Za normálních podmínek tvoří až 25 % tepelných ztrát. K vypařování dochází dvěma způsoby – dýcháním a pocením. Pocení dělíme na neznatelné a znatelné. Neznatelné pocení probíhá procesem přímé difuze molekul vody z epitelových buněk v pokožce ven z těla. Na neznatelném pocení se nepodílejí potní žlázy. Organismus tento typ pocení nemůže regulovat. Množství vypařené vody (odevzdaného tepla) závisí na fyzikálních vlastnostech vnějšího prostředí (teplota vzduchu, vlhkost vzduchu...) Je-li nasycení vodními parami v okolí tzv. **rosného bodu** (maximální nasycení) pocení probíhat nemůže. V průměru ztratí organismus neznatelným pocením až 660 ml vody za den. Znatelné pocení je energeticky významnější. Probíhá pomocí potních žláz. Znatelné pocení je regulováno organismem, ale jeho účinnost je ovlivněna fyzikálními vlastnostmi okolního prostředí. Znatelné pocení je základním mechanismem odvodu tepla z organismu v případech, kdy vysoká okolní teplota neumožňuje uplatnění jiných mechanismů. **Vypařování se zrychluje se zvyšující tělesnou teplotou, zpomaluje při nasycení vzduchu vodními parami nebo při absenci proudění vzduchu okolo těla. Pod 19 °C je výdej tepla snížen díky minimálnímu prokrvení kůže. 19-31 °C prokrvení kůže dokáže zajistit rovnováhu mezi produkovaným a odváděným teplem. Nad 31 °C přistupuje ke způsobům záření a proudění a vedení tepla ještě vypařování. Pokud je teplota okolí vyšší než teplota těla, jediným možným mechanismem ochlazení je právě evaporace<sup>[2]</sup>.**

## Odkazy

### Související články

- Termoregulace

## Použitá literatura

- TROJAN, Stanislav, et al. *Lékařská fyziologie*. 4. vydání. Praha : Grada, 2003. 772 s. ISBN 80-247-0512-5.
- NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA, et al. *Medicínská biofyzika*. 1. vydání. Praha : Grada, 2005. 524 s. s. 435-436. ISBN 80-247-1152-4.
- ETH, Eth. *eth* [online]. [cit. 2013-01-12]. <<https://www.itis.ethz.ch/virtual-population/tissenerovaného> seznamu z 18.6.2018>.

## Zdroj

- ETH, Eth. *eth* [online]. [cit. 2013-01-12]. <<https://www.itis.ethz.ch/virtual-population/tissenerovaného> seznamu z 18.6.2018>.
- KUBATOVA, Senta. *Biofot* [online]. [cit. 2011-01-31]. <<https://uloz.to/!CM6zAi6z/biofot-doc>>.

## Reference

1. NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA, et al. *Medicínská biofyzika*. 1. vydání. Praha : Grada, 2005. 524 s. s. 435-436. ISBN 80-247-1152-4.
2. TROJAN, Stanislav, et al. *Lékařská fyziologie*. 4. vydání. Praha : Grada, 2003. 772 s. s. 427. ISBN 80-247-0512-5.