

Termodynamika ve vztahu k živým organismům

Autoři: Jitka Jánská, Zuzana Novotná, Filip Kukla (všichni 4. kruh)

NAVRÁTIL, Leoš a kol. Medicínská biofyzika. 2., zcela přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2019. 431 stran. ISBN 978-80-271-0209-9. s. 45-57.
Zaroje
VAJNER, Luděk, UHLÍK, Jiří a KONRADOVÁ, Václava. Lékařská histologie I: cytologie a obecná histologie. 2., upravené vydání. Praha: Karolinum, 2018. 113 stran. Učební texty Univerzity Karlovy. ISBN 978-80-246-4107-2. s. 14-16
BARTUŠKA, Karel, SVOBODA, Emanuel. Fyzika pro gymnázia – Molekulová fyzika a termika, 5. vydání. Praha: Prometheus, 2014. 248 stran. ISBN 978-80-7196-383-7. s. 32-34.

TEPELNÁ POHODA ORGANISMU

- Lidský organismus = **system otevřený**, neustále interagující se svým okolím (výdej a příjem látek, energie a informací)
- K tvorbě tepla potřebuje organismus získat energii:
 - Energie z potravy – chemická energie tvoří podstatný zdroj
 - Energie z okolního prostředí – tvoří nepatrnou část (chemická, světelná, mechanická, tepelná)
 - Energie elektromagnetického záření – především infračerveného
- Získaná energie buď akumuluje pro pozdější využití, či se přemění na svalovou práci, na energii chemickou a elektrickou nebo na **teplo**

VZNIK TEPLA A JEHO ZTRÁTY

Teplu vzniká přeměnou chemické energie:

- Bazální metabolismus buněk
- Svalová námaha, chladový třes, trávení (příklady zvýšeného metabolismu)
- Další příklady zvýšeného metabolismu: zvýšená teplota buněk, působení regulačních hormonů

Přirozeně dochází i k tepelným ztrátám, které lze rozdělit:

- Ztráty přímé**
 - Vyzařování – až 60 % všech tepelných ztrát, platí Stefan-Boltzmannův zákon
 - Vedení – teplo je vedeno do vzduchu a do těles, které jsou v přímém kontaktu s tělem, ztráty až 15 %
 - Proudění – teplo je předáno vedením látky, jejímž prouděním je odvedeno do okolí (dochází i k přenosu látky!)

$Q = \alpha \cdot S \cdot \Delta T \cdot t$ (Q – množství tepla, S – plocha tělesa, α – koeficient přenosu tepla rozhraním, ΔT – rozdíl teplot, t – čas)

- Ztráty nepřímé** – podílejí se na ztrátách až 25 %
 - Dýchání (odpařování z plic) – vydechovaný vzduch téměř nasycen vodní párou
 - Pocení
 - Neznatelné – difúze vody bez účasti potních žláz (až 660 ml denně!)
 - Znatelné – pomocí potních žláz (v extrémních podmínkách až 1,5 l za hodinu!)

ZAJÍMAVOST – NETŘESOVÁ TERMOGENEZE

- Netřesová termogeneze** – děj v mitochondriích, při kterém dojde pomocí proteinu termogeninu k obejití oxidativní fosforylace a k následné produkci značného množství tepla
- Probíhá zejména v adipocytech hnědé tukové tkáně novorozenců

TERMOREGULAČNÍ MECHANISMY

Zvyšování teploty

- vasokonstrikce = zúžení cév
- termogeneze = zvýšení produkce tepla
 - chladový třes
 - chemická termogeneze v hnědé tukové tkáni
- zvýšení metabolismu
- „husí kůže“

Snižování teploty

- vasodilatace = rozšíření cév
- znatelné pocení
- omezení produkce tepla

TERMOMETRIE

TYP TERMOMETRIE	PRINCIP
Rtuťový teploměr (rozsah od -30 °C do +300 °C)	Objemová roztažnost kapalin v závislosti na teplotě
Lihový teploměr (rozsah od -110 °C do +70 °C)	Objemová roztažnost kapalin v závislosti na teplotě
Bimetalový teploměr	Délková roztažnost pevných látek
LC teploměr	Změna barvy v závislosti na teplotě
Kovový odporový teploměr (např. platinový - rozsah od -100 °C do +440 °C)	Závislost elektrického odporu kovu na teplotě
Termistor (rozsah od -200 °C do +1000 °C)	Závislost elektrických vlastností polovodiče na teplotě
Termočlánek (v medicíně se používá v rozsahu od 20 °C do 50 °C)	Termoelektrický jev

TERMOGRAFIE

Bezkontaktní termografie

- snímač je umístěn mimo povrch tělesa
- přístroje fungují na principu fotoemise elektromagnetického záření dopadajícího na snímač, který jej vzápětí přemění na elektrický signál

- Termokamera
- Radiotermometr
- Pyrometr

Kontaktní termografie

- snímač je přiložen k povrchu tělesa
- využití kapalných tekutých krystalů (vzhledově kapaliny, mají však optické a elektromagnetické vlastnosti pevných látek)
- cholesterická fáze kapalného krystalu

- Termografické desky
- Spreje

TERMOTERAPIE

Metoda fyzikální terapie

- při které je do organismu teplo přidáváno nebo z něj odebíráno

Fyziologické účinky

- zvýšení přítoku krve do kůže -> vyšší přívod kyslíku a živin do tkáně
- klesá ztuhlost kloubů, redukce otoků
- uvolňují se svaly
- zrychluje se postakutní fáze hojení

POZITIVNÍ TERMOTERAPIE

Od 42 C při koupeli až po 130 C v sauně

- teplo je do organismu přiváděno
- relativně levná metoda
- minium nežádoucích účinků

Princip klinického využití

- využití druhotného tepelného účinku mikrovlnného záření, ultrazvukového vlnění či laseru v kombinované léčbě onkologického onemocnění

Používané přístroje

- elektrická poduška - předehřívá lůžko či prohřívá pacienta
- termogelové polštářky
- termofoor – gumový vak se zátkou naplněný vodou

Využití

- posílení celkového zdravotního organismu
- tlumení bolesti (akutní i chronické)
- onkologické - léčba nádorů

NEGATIVNÍ TERMOTERAPIE = KRYOTERAPIE

Organismus se na velmi krátkou dobu vystaví extrémně nízkým teplotám (až -150 C)

- následuje menší pohybová aktivita (cvičení, posilovna)
- teplo je z organismu odváděno
- probíhá v kryokomorách nebo kryosaunách – kapalným dusíkem

Princip kryoterapie

- lokální odvádění tepla vyzařováním (radiací)
- závislost vyzařování na teplotě: Stefan-Boltzmannův zákon
 $E = \epsilon \cdot \sigma \cdot T^4$ (ϵ – koeficient spektrální pohlcivosti, σ – Stefan-Boltzmanova konstanta)

Kryosauna

- zvýšení hladiny hormonů -> tlumí zánětlivé reakce

Kryokomora - účinky

- nízké teploty spojené s rychlým ochlazením a následným ohřátím -> dochází k intenzivnímu prokrvení povrchových částí těla
- následná pohybová aktivita způsobuje látkovou výměnu -> dochází ke snížení toxických složek