

## Mikroklima

## Termoregulační mechanismy

Prof. MUDr. Drahošlava Hrubá, CSc., Doc. MUDr. Jan Šimůnek, CSc.

Ústav preventivního lékařství

26. října 2009

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

## Co sem spadá

## Faktory mikroklimatu:

- teplota ovzduší** měřena opravdu teplota vzduchu, ochrana teploměru před sálavým teplem
- přítomnost tepelného sálání** měří se *výsledná teplota*, která je součtem sálavého tepla a teploty vzduchu
- vlhkost vzduchu** relativní = kolik vody je schopen vzduch ještě pobrat
- proudění vzduchu** ovlivňuje jak odpařování, tak výměnu tepla mezi tělem a vzduchem

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

## Důsledky mikroklimatu

## Mikroklima a aktivita + oděv ovlivňují umístění na škále:

- ▶ Fatální nedostatek tepla, vedoucí k vychladnutí organismu pod fyziologický limit a smrti chladem (lze přežít dočasný pobyt)
- ▶ Dyskomfort z nedostatku tepla, dlouhodobě snesitelný
- ▶ Tepelný komfort
- ▶ Dyskomfort z nadbytku tepla, dlouhodobě snesitelný
- ▶ Fatální nadbytek tepla, vedoucí k přehřátí organismu nad fyziologický limit a smrti na přehřátí (opět lze přežít dočasný pobyt)

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

## Hodnocení únosnosti zátěže

## Přímo

Měříme teplotu a extrapolujeme křivku. Pokud má tendenci se ustálit uvnitř rozumného rozmezí (výše uvedené limity jsou vitální), je zátěž *dlouhodobě únosná*, pokud ne, vyčteme z křivky dobu, po níž je zátěž *krátkodobě únosná*.

## Nepřímo

Přehřívání lze odhadovat prostřednictvím tepové frekvence, která v sobě integruje jednak tepelnou zátěž, jednak fyzickou zátěž spojenou s konkrétní prací. Opět rozlišujeme krátkodobě a dlouhodobě únosnou zátěž z horka (zda se tepová frekvence ustálí pod fyziologickou hranicí, nebo má tendenci pokračovat přes ni).

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

## Definice

Mikroklima představuje soubor fyzikálních faktorů prostředí, které ovlivňují výměnu tepla mezi organismem a prostředím.

## Ovlivnění ze strany člověka

## Produkce tepla organismem

Teplo produkují všechny metabolicky aktivní tkáně, v klidu nejvíc játra, při pracovní – pohybové aktivitě kosterní svaly. Metabolismus:  $\text{bazální} \times \text{klidový} \times \text{při zátěži}$

## Přenos tepla v organismu

Děje se především *krevním oběhem*, přičemž se transportuje nejen teplo, ale i voda nutná k ochlazení pocením

## Oděv

Výměnu tepla mezi organismem a okolím ovlivňuje *Termický odpor oděvu*, závislý nejen na kvalitě oděvu ale i počtu mezivrstev.

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

## Kdy jsou důsledky neoptimální teploty fatální:

## Limity tělesné teploty

- ▶ Neudrží-li organismus teplotu **nad** cca 21 – 22 °C, dojde k zástavě srdce
- ▶ Neudrží-li organismus teplotu **pod** cca 42 – 43 °C, dojde k denaturaci nejcitlivějších bílkovin

## Aktivita

Je nutno zdůraznit, že i produkce tepla má zásadní vliv: Kdo v mrazu usne, umrzne; už *stav „při vědomí“* vede ke zvýšení metabolismu → zvýšené produkci tepla, tedy přežití i za teploty, kdy by usnutí bylo fatální; *zvýšená aktivita* = tolerance ještě nižší teploty.

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

## Výměna tepla 1

mezi organismem a okolím

## Organismus se ohřívá

**horkým vzduchem** který přímo ohřívá povrch těla (dtto horké předměty – i ohřátý oděv, horká kapalina)

**infražářením** z velmi horkých předmětů v okolí

**mikrovlnami, proudy** jen za zvláštních okolností (např. léčebné – lázeňské procedury)

**horké jídlo a nápoje** mohou mírně ovlivnit, limitující je odolnost sliznic GIT, mohou poškodit GIT

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

## Výměna tepla 2

mezi organismem a okolím

### Organismus se ochlazuje

**chladným vzduchem** přímo ochlazuje povrch těla

**sáláním** z povrchu těla do chladného okolí  
Obojí ovlivňuje oděv

**evaporací** odpařováním vody na povrchu těla – nejprve neviditelné, posléze viditelné pocení  
Ovlivňuje relativní vlhkost vzduchu a proudění vzduchu (tím i oděv)

**dýcháním a exkrementy** nejsme schopni ovlivnit tak, aby to napomohlo termoregulaci, jen počítáme do tepelné bilance

**studené jídlo a nápoje** ochladí, mohou ale mít nepříznivé dopady na GIT

◀ ▶ ⏪ ⏩ 🔍 🔄

## Řízení termoregulace

### Centrum

Nachází se v hypothalamu. V přední části je čidlo, reagující na teplotu krve, v zadní je nervové centrum se zapojením do vegetativního / hormonálního / nervového řízení odpovědí na přehřátí nebo podchlazení.

### Umístění čidla

V malé vzdálenosti od klenby nosohltanu, proto může být ovlivněno studenými nebo horkými nápoji a pokrmy, které zde místně působí. V některých případech pozitivní, v jiných negativní jev.

### Důsledek:

Teplota v ústech (případně zvukovodu), pokud se vyloučí vliv potravy a nápojů je nejvalidnější vůči teplotě tělesného jádra.

◀ ▶ ⏪ ⏩ 🔍 🔄

## Vedlejší účinek pocení

### Souvislost potních žláz s dalšími

Protože mléčné žlázy jsou přeměněné žlázy potní, všechny podněty vyvolávající pocení zvyšují aktivitu mléčných žláz (využití pro „rozkojení“), naopak regulační mechanismy ovlivňující ejekci mléka mají vedlejší účinek na potní žlázy.

◀ ▶ ⏪ ⏩ 🔍 🔄

## Důsledky aktivního ochlazování

### Pro organismus:

Ochlazování organismu představuje značnou zátěž pro kardiovaskulární systém

- ▶ přepumpování značného množství vody po těle
- ▶ kompenzace snížení periferního odporu zvýšením srdeční práce
- ▶ při dlouhodobém stavu mají problémy i ledviny
- ▶ problémy mohou být i u dětí a těhotných

### Pro společnost:

Existuje řada kontraindikací pro práci / pobyt v horku, které jsou řešeny legislativními úpravami na různé úrovni (zákony, prováděcí vyhlášky).

◀ ▶ ⏪ ⏩ 🔍 🔄

## Vliv oděvu

### Pojem:

Termický odpor oděvu

Představuje odpor proti prostupu tepelné energie skrze oděv, a to oběma směry. Tj. chrání nejen před chladem, ale i před extrémními teplotami (kde ovšem hrozí přehřátí vlastním metabolickým teplem).

Za normálních okolností se na t. odporu podílejí jednotlivé vrstvy i jednotlivé mezery mezi nimi. Některé typy oděvů mají více vrstev, další mají vrstvy s vlastnostmi mezivrstvy (dutá vlákna apod.). Proti přehřívání se uplatňuje i odrazová zevní vrstva (Al folie apod.), případně vrstvy blokující IR záření.

◀ ▶ ⏪ ⏩ 🔍 🔄

## Mechanismus ochlazování

### Periferní vasodilatace

Roztáhnou se cévy v končetinách a na povrchu těla.

Dojde:

- ▶ přenosu tepla z tělesného jádra na povrch těla (odvod kontaktem se vzduchem a sáláním)
- ▶ umožnění pocení

### Pocení

Voda, která je součástí potu, se odpařuje a skupenské teplo je odebíráno povrchu těla (proto jeho záhřev vasodilatací) a bezprostředního okolí. Nefunguje při vysoké relativní vlhkosti (sauna, tropy). Vodu a minerály do potu je nutno dodávat nápoji a potravou.

◀ ▶ ⏪ ⏩ 🔍 🔄

## Regulace mimo rozmezí

### V případě velkého přehřívání

Před totálním kolapsem z horka se objevuje paradoxní reakce, která se projeví periferní vasokonstrikcí.

Jedná se o projev nastupujícího šoku, který se dále může prohlubovat až k úmrtí. Tedy je nutné postiženého za každou cenu dostat do chladnějšího prostředí.

*Smrť může nastat jednak z hypertermie, jednak z oběhového kolapsu (šok).*

◀ ▶ ⏪ ⏩ 🔍 🔄

## Pomoc zvládat ochlazování 1

### Pitný režim 1

- ▶ Přibližně 2/3 tekutin doplňujeme během směny, 1/3 po jejím skončení
- ▶ Tekutiny by měly být různorodé (různé typy nápojů, bujony)
- ▶ Tekutiny by neměly obsahovat mnoho minerálů (zátěž na ledviny), ale ani čistá voda není dobrá (má méně minerálů, než kolik procent minerálů je v potu)

◀ ▶ ⏪ ⏩ 🔍 🔄

### Pitný režim 2

- ▶ Tekutiny by neměly obsahovat kofein (odchází z organismu pomaleji než voda, hrozí předávkování, snižuje pocit žízně). Snižování pocitu žízně platí i pro některé drogy. Také zvyšuje produkci moče.
- ▶ Nemělo by jít o alkoholické nápoje – některá průmyslová odvětví mají zažito pivo. Naopak nealkoholická piva se blíží „ideálnímu iontovému nápoji“. Alkohol rovněž snižuje pocit žízně a zvyšuje produkci moče.
- ▶ Kolik se vypotí zjistíme vážením (před a po, při zohlednění moče, případně stolice, a příjmu potravy / tekutin)
- ▶ Musí se zhodnotit i otoky z hypertermie – váží na sebe vodu, která pak chybí v krevním řečišti.

◀ ▶ ↻ 🔍

### Fyziologické reakce

1. Zvýšení metabolismu (zevně nepozorujeme)
2. Tvorba tepla svalovým třesem  
Na oba tyto body je třeba mít dostatek energie → roste spotřeba energie, výživový stav se promítá do odolnosti vůči chladu.
3. Centralizace tepla v těle – udržuje se teplota „tělesného jádra“, zahrnujícího trup od jater včetně nahoru, vnitřek krku a vnitřek hlavy. V ostatních částech těla teplota klesá  
Důsledky: Snadno vznikají omrzliny, případně poškození z nízkých teplot ale nad nulou – „zákopová noha“

◀ ▶ ↻ 🔍

## Nachlazení

### Následky celkového podchlazení

Dojde k omezení imunity.

Vzhledem k nižší teplotě se mohou lavinovitě pomnožit i organismy, vůči kterým má člověk druhovou imunitu, danou tělesnou teplotou.

◀ ▶ ↻ 🔍

## Adaptace na horko

### Aklimatizace na mikroklima

se nazývá *aklimace*

◀ ▶ ↻ 🔍

## Ovlivnění aklimace

### Faktory

- ▶ Věk
- ▶ Fyziologický stav
- ▶ Otužování
- ▶ Zdravotní stav
  - ▶ kardiovaskulární soustava
  - ▶ kožní
  - ▶ ledviny a vývodné cesty
  - ▶ celková chronická onemocnění

◀ ▶ ↻ 🔍

## Závěr

### Mikroklima

představuje významný soubor parametrů životního a pracovního prostředí a jeho zajištění v mezích fyziologicky příznivých hodnot (včetně vhodného oblečení a ochranných pomůcek při práci a režimu práce) patří k základním ergonomickým normám.

◀ ▶ ↻ 🔍