



# FYZIOLOGIE VÝMĚNY TEPLA

MUDr. Jana Matějková

# ZDROJE TEPLA

Teplo vzniká nepřetržitě jako součást **metabolismu** v každé buňce, významně např. v játrech, která jsou metabolicky velmi aktivním orgánem. Výrazným zdrojem tepla je **svalová činnost**, čili jakýkoliv pohyb.

Oba systémy se uplatňují i v případě, že je organismus v chladu a musí proto teplo zvýšeně vyrábět.

Svalovou činností je v tomto případě **svalový chladový třes**, který je spouštěn mimovolně z oblasti hypothalamu v mozku. Tvorba tepla stoupne až 5×.

Druhou možností je využití metabolismu, vzniká tzv. **chemická netřesová tvorba tepla (termogeneze)**. Je ovlivňována některými hormony a nervy, rychleji sympatikem, pozvolný dlouhodobější nástup mají hormony štítné žlázy.

U novorozenců je teplo ještě tvořeno **hnědou tukovou tkání**, která později vymizí. Bývá zejm. na zádech mezi lopatkami.

# VÝDEJ TEPLA

Neustálá tvorba tepla metabolismem, pohybem, prací atd. znamená, že teplo musí být z těla odváděno, aby nedošlo k zvýšení jeho teploty.

Teplo je vydáváno tělesným povrchem, tedy zejm. kůží, několika procesy:

- **radiace** (záření). Tělo je zdrojem infračerveného záření a míra jeho výdeje závisí na rozdílu teploty těla a okolí. Představuje cca 60 % ztrát tepla u neoblečeného jedince.
- vedení (**kondukce**). Přenos energie daný přímým kontaktem s předměty vč. vzduchu, je možný jen potud, pokud je teplota těchto předmětů nižší. Představuje jen velmi malou část ztrát.

# VÝDEJ TEPLA

- proudění (**konvekce**), která znamená, že vzduch okolo těla proudí a umožňuje tak vedení tepla. Teplejší vzduchu v blízkosti těla je neustále nahrazován chladnějším. Samozřejmě je tento děj zesílen větrem a jiným výrazným pohybem vzduchu. Představuje cca 15 % ztrát.

- vypařování (**evaporace**) vody/potu z povrchu těla. Odpařování se neděje jen z kůže, ale i ze sliznic dýchacího ústrojí. Toto odpařování je přítomno neustále, je tedy i neviditelné (perspiratio insensibilis) v kvantu přes 0,5 litru za den.

Při zapojení viditelného pocení jsou pak ztráty tekutin a tudíž i ztráty tepla podstatně vyšší. Jde v podstatě o jedinou možnost ochlazování, je-li teplota okolí vyšší než teplota těla. Zhruba se tak ztrácí více než 1/5 tepla.

V malé míře se teplo ztrácí i močením a stolicí.

# VÝDEJ TEPLA

Je-li teplo vydávané tělesným povrchem a vzniká-li zejm. metabolismem uvnitř těla, musí teplo přecházet z hlubších částí těla na povrch.

Vedení tepla mezi orgány je zanedbatelné, proto většinu přenosu tepla zajišťuje **proudění krve**. Významně tak do termoregulace zasahují procesy ovlivňující tok krve a prokrvení povrchu těla, tj. rozšíření či zúžení cév (vazodilatace, resp. vazokonstrikce).

**Vazodilatace** v kůži zvýší její prokrvení, ohřátí a proto může teplo být vydáváno do okolí. Naopak **vazokonstrikce** teplo uchovává v organismu.

# VÝDEJ TEPLA

Zvláštním mechanismem šetřícím teplo je **protiproudový mechanismus** především v okrajových částech těla.

Tepny a žíly probíhají anatomicky ve stejných místech, tepenná teplejší krev část svého tepla předá do chladnější žilní krve, takže toto teplo „se vrací“ zpět do jádra, k srdci, zatímco do periferie teče již trochu chladnější krev tepenná.

# VÝDEJ TEPLA

**Pot** je tvořen potními žlázami v kůži, které jsou inervovány sympatickými nervy. Žlásky vytvářejí tekutinu blízko plasmě, ale bez plasmatických bílkovin.

Ještě před vyloučením jsou hojně zastoupené ionty sodíku a chloridů vstřebávány zpět.

Záleží přitom na stimulaci – není-li podnět silný, žláza vylučuje pomalu a většina sodíku a chloridů se vstřebá zpět včetně vody, v potu se naopak zahustí některé organické látky jako je mléčná kyselina či močovina.

Při silné stimulaci je zpětné vstřebání iontů i vody slabší a může dojít až k ztrátám převyšujícím 500 ml za 1 hodinu. Kromě ztrát vody to představuje i značnou ztrátu solí.

# TĚLESNÁ TEPLOTA

Normální tělesná teplota se pohybuje mezi 36-37 °C.

Existuje teplota **tělesného jádra** a teplota **periferie** (povrchu těla), která je více ovlivněna zevním prostředím, prokrvením atp.

Na **rozložení teploty v těle** se podílí jednak **tvorba tepla** a jednak **teplota zevního prostředí**. Při pobytu v chladu se periferní části, zejm. končetiny ochlazují a teplota jádra zůstává v oblasti trupu. Při pobytu ve vyšších teplotách se teplota jádra „rozšiřuje“ i periferněji.

Teplota jádra se obvykle **měří v konečniku**,  
pod jazykem a v podpažní jamce je o několik desetin stupně nižší.



# TĚLESNÁ TEPLOTA

Jako **bazální teplota** se označuje teplota ráno, ještě vleže, bez pohybu, nalačno, tedy bez vlivů, které by ji mohly ovlivnit. Měří se většinou v konečníku (pochvě).

Teplota se mění i **během dne**, ráno je nejnižší, v pozdním odpoledni dosahuje maxima.

K faktorům, které teplotu ovlivňují fyziologicky, patří hormon **progesteron**, který se vylučuje do krve po ovulaci, ve druhé fázi ovariačního i menstruačního cyklu.

Malé procento lidí má i fyziologicky teplotu cca o 0,5 °C vyšší, naopak u starších lidí může být teplota o něco nižší.

# TĚLESNÁ TEPLOTA

Lidé, kteří se dlouhodobě pohybují v prostředích s nízkou či vysokou teplotou, jsou částečně adaptováni, mění se jejich metabolismus, dokáží tak např. ochlazovat organismus bez nutnosti extrémního pocení apod.

Kromě fyziologických mechanismů je u člověka výrazná i složka chování zahrnující i řadu sociálních rysů.

Kromě oblečení je to i uspořádání režimu dne (siesty v jižních zemích), typy staveb a samozřejmě pak technologické postupy (topení, klimatizace atp.).

# REGULACE TĚLESNÉ TEPLoty

K udržení stálé teploty musí být uvedené děje regulovány. Každá regulace vyžaduje:

- senzory, které registrují stav a jeho změny
- centrum, které podněty vyhodnocuje, integruje a aktivuje
- efekторы, které realizují děje k úpravě na požadovaný stav

**Termoregulační centrum** se nachází v hypothalamu. V zadním hypothalamu je centrum vyhodnocující veškeré informace a vysílající signály, na změny teploty je citlivá oblast předního hypothalamu.

Do center přichází informace z **termoreceptorů**, tj. tepelných sensorů registrujících změny tělesné teploty.

K nim patří periferní (kožní) receptory a vnitřní termoreceptory uvnitř těla. V kůži je registrován spíše chlad, vnitřní termoreceptory jsou zejm. v oblasti CNS.

# REGULACE TĚLESNÉ TEPLoty

**Termoregulační mechanismy** jsou zaměřeny buď na chlad či teplo, zahrnují jednak zvýšení/snížení tvorby tepla, jednak snížení/zvýšení výdeje tepla.

V **chladu** jsou aktivovány tyto děje: Tvorba tepla je zvýšena svalovou aktivitou, vědomou, posléze svalovým třesem, zvýší se svalové napětí, chuť k jídlu, aktivují se hormony (adrenalin, dlouhodoběji tyroxin). Výdej tepla je snížen vazokonstrikcí.

V **teple** jsou aktivovány tyto děje: Tvorba tepla je snížena snížením svalového napětí

Cévy v kůži reagují vazodilatací, dochází k pocení, dýchání je intenzivnější. Objevuje se žízeň.

# REGULACE TĚLESNÉ TEPLoty

## Oblečení a počasí

Je zcela zásadní. Rozhoduje materiál, prodyšnost, počet vrstev, odolnost k vodě. Navlhle oblečení a prádlo působí v chladu velmi negativně.

Škodlivé může být i nadměrné utažení oblečení, které zhoršuje cévní zásobení. Je nutné v chladu chránit i okrajové části (nos, boltce atp.).

Podobně i v počasí kromě teploty hraje roli zejm. vlhkost a proudění vzduchu (vítr).

# PŮSOBENÍ NADMĚRNÉHO TEPLA

Lokálně vede k spáleninám I-IV stupně.

Z hlediska celkového působení je nutné si uvědomit důsledky i fyziologických regulačních mechanismů u nemocných osob.

- Nadměrná vazodilatace vede k poklesu tlaku krve. Ten může vyvolat sníženou perfuzi orgánů vč. mozku s mdlobami (synkopou).
- K tomu přispívají i ztráty tekutin a iontů intenzivním pocením, snižuje se objem tekutin v cévách, klesá žilní návrat, následně i srdeční výdej a opět se zhoršuje perfuze mozku.

Stoupá osmolarita.

# PŮSOBENÍ NADMĚRNÉHO TEPLA

- K tomu přispívají i ztráty tekutin a iontů intenzivním pocením, snižuje se objem tekutin v cévách, klesá žilní návrat, následně i srdeční výdej a opět se zhoršuje perfuze mozku. Stoupá osmolarita.
- Zhoršené prokrvení ledvin vede k nižší tvorbě moči, zvyšuje se riziko tvorby močových kamenů. U osob s omezenou schopností koncentrovat moč (dekompenzovaní diabetici se ztrátami glukózy a vody močí, lidé s nemocemi ledvin) je ohrožení dehydratací ještě větší. Dále pak jsou ohroženy malé děti a staří lidé, kteří nemají dostatečně zdatné regulační mechanismy.
- Poškození nervové činnosti, poruchy vědomí.
- Zvýšení metabolismu.
- Poškozování bílkovin (denaturace) u velmi vysoké teploty.

# PŮSOBENÍ NADMĚRNÉHO TEPLA

Pozor by si měli dávat:

- staří lidé
- malé děti, kojenci, novorozenci
- kardiaci
- diabetici
- lidé s ledvinovým onemocněním a kameny, s léky na odvodnění
- pacienti s těžším respiračním onemocněním
- lidé s nervovými poruchami



# PŮSOBENÍ NADMĚRNÉHO TEPLA

Přehřátí se označuje jako **hypertermie**.

Teplota tělesného jádra stoupá nad 39 °C.

Při teplotách nad 42-43 °C dochází k selhávání vitálních funkcí, hrozí selhání srdce, těžké arytmie.

**Úpal** (siriasis) je stav přehřátí s uvedenými příznaky, riziky a komplikacemi

**Úžeh** (insolace) je důsledkem přímého působení slunečního svitu na hlavu a šíji.

Bývají bolesti hlavy, nevolnost, zvracení, v těžkých případech stoupá tělesná teplota a rozvíjejí se další komplikace.

# HOREČKA

Horečka je zvýšení teploty tělesného jádra nad změnu danou denním rytmem; toto zvýšení je způsobeno patologickými podněty.

## **Příčiny horečky a její fáze**

- zánět
- infekce
- poškození tkání, nekróza

# HOREČKA

Mechanismem je ovlivnění a nastavení termoregulačního centra na vyšší hodnotu.

V této fázi je periferie s normální teplotou zdánlivě chladná, proto vzniká často třes (třesavka, zimnice), kůže je spíše bledá a chladná, což jsou mechanismy, které mají teplotu periferie zvýšit (na horečku). Poté dochází k vzestupu teploty, postižený se může potit, má vazodilataci, je červený atp. V poslední fázi vzniká stav opačný, pocení se ještě prohloubí, aby se teplo z těla odstranilo.

K změnám termoregulačního centra vedou zánětové změny, cytokiny, bakteriální produkty. Smyslem horečky je **urychlit některé děje, včetně imunitních**, a tudíž zlepšit boj s infekcí, hojením atp. Nadměrná a dlouhodobá horečka má však i negativní důsledky.

# HOREČKA

## Důsledky horečky

Některé důsledky horečky vyplývají ze zvýšené teploty.

- aktivuje se pocení, ztrácí se tekutiny,
- dochází k rozšíření cév, proto klesá tlak krve, zejm. diastolický, zrychluje se srdeční činnost,
- je zvýšen metabolismus, je větší spotřeba živin,
- dýchání je prohloubeno a zrychleno,
- činnost trávicího ústrojí je utlumena,
- bývají bolesti hlavy, únava,
- vysoké horečky ovlivňují mozek, mohou narušit vědomí, u dětí někdy vznikají křeče (tzv. febrilní).

# HOREČKA

## Typy horečky

Typy horečky se rozlišují nejčastěji podle toho, jakých výkyvů v čase je dosaženo.

- **trvalá** horečka má výkyvy do 1 °C
- **remitující** horečka má výkyvy přes 1 °C, aniž dochází k normalizaci teploty
- **intermitentní** horečka má období, kdy se teplota zcela normalizuje

Dříve tyto typy bývaly poměrně typické pro některé choroby, s léčbou se tyto typy již do značné míry setřely.

# PŮSOBENÍ NADMĚRNÉHO CHLADU

Lokálně vede k omrzlinám.

Z hlediska celkového působení hrají roli opět i regulační mechanismy.

- vazokonstrikce (zúžení cév),
- zpomalení srdeční činnosti, snížení srdeční stažlivosti,
- snížení metabolismu,
- poruchy CNS a vědomí,
- selhávání dechových funkcí.

# PŮSOBENÍ NADMĚRNÉHO CHLADU

Vazokonstrikce snižuje prokrvení např. dolních končetin, což vadí diabetikům s diabetickou nohou a osobám s poruchami prokrvení dolních končetin (ischemická choroba dolních končetin).

Aktivace adrenalinu může působit negativně na srdce. Děti a staré osoby opět mají nedokonalé regulační mechanismy.

Podchlazení se označuje jako **hypotermie**. Teplota tělesného jádra klesá pod 35 °C, teplota pod 25 °C je pak již v podstatě neslučitelná se životem.

**Alkohol** rozšiřuje cévy a vyvolává tak dojem tepla. Nicméně rozšířením cév může naopak zvýšit ztráty tepla a navíc snižuje kritické hodnocení situace, proto je zásadně nevhodný, pokud již nebylo zajištěno doplnění tepla.

# PŮSOBENÍ NADMĚRNÉHO CHLADU

Hypotermie metabolismus snižuje, takže zejm. u mladých jedinců (dětí) je určitou ochranou před nevratným poškozením orgánů.

Cíleně se provádí tzv. **řízená hypotermie** pro rozsáhlé chirurgické zákroky.

Krevní oběh a dýchání musejí být zajišťovány umělou podporou.



# FYZIOLOGICKÝ VÝZNAM KŮŽE

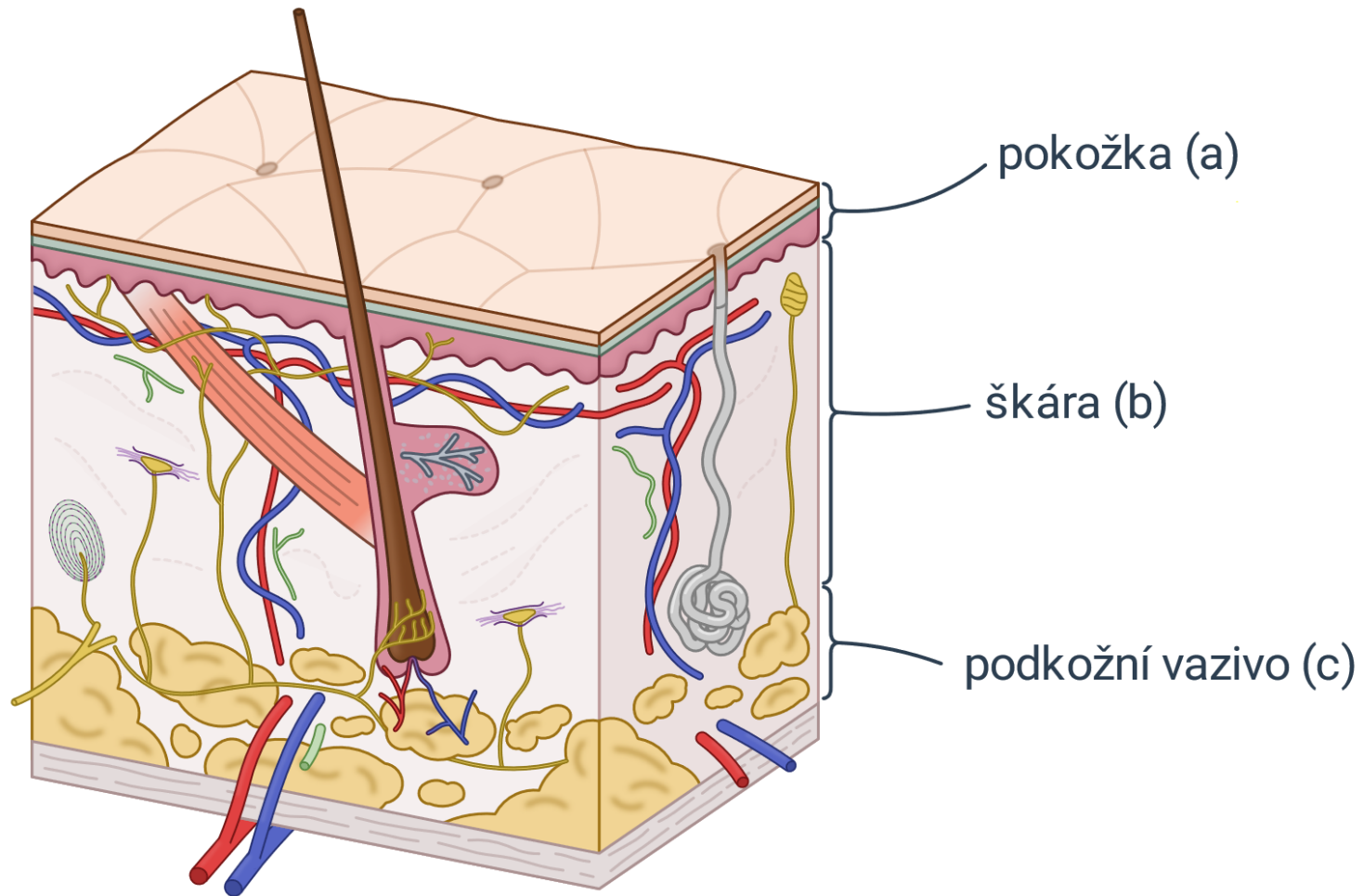
Povrch kůže je u dospělého 1,5 až 2 m<sup>2</sup>.

Kůže je tvořena epidermis (pokožkou) z epitelu a dermis (korielem, škárou). Pod kůží je pak podkožní tuk.

Kůže má tyto důležité vlastnosti:

- nepropustnost pro vodu a ve vodě rozpustné látky, naopak prostupují látky tukové
- pevnost
- elasticita
- pigmentaci danou melaninem

# FYZIOLOGICKÝ VÝZNAM KŮŽE



# FYZIOLOGICKÝ VÝZNAM KŮŽE

K hlavním funkcím kůže patří:

- mechanická i chemická ochrana
- ochrana proti ultrafialovému záření (zvýšení množství melaninu)
- ochrana proti infekci – kromě vlastní stavby kůže je dána i přítomností imunitních buněk
- termoregulace – jednak mechanicky, význam má podkožní tuk, dále mírou prokrvení a tvorbou potu
- významné místo citlivosti – jsou zde receptory bolesti, tepla, chladu, dotyku; z nich vedou nervová vlákna dále do CNS
- tvorba vitamínu D působením ultrafialového záření
- exkrece látek, kromě potu i mazu
- vstřebávání látek – kůže je místem podávání léků

# PATOFYZIOLOGIE KŮŽE

Kožní lékařství (dermatologie) zahrnuje mnoho chorob různého původu, i když někdy podobného vzhledu.

V podstatě znamenají závažnější nemoci kůže narušení výše uvedených funkcí s příslušnými důsledky (při větším postižení pro celý organismus).

Kůže je i místem projevů mnoha nekožních chorob (je zde vidět žloutenka, krvácivé projevy atd.).

Nemoci kůže znamenají **poškození bariéry** – snazší průnik bakterií, infekce, při rozsáhlém poškození se systémovými důsledky.

To je případ tzv. **erythrodermie**, kdy je kožním onemocněním různého původu postižena velká část tělesného povrchu.

# VLIV UV ZÁŘENÍ

Vyvolávají tvorbu melaninu a zvyšují **pigmentaci kůže**. To představuje i její ochranu. Lidé se podle množství pigmentu a schopnosti jej tvořit dělí na různé **fototypy**.

Pozitivním účinkem je tvorba **vitaminu D** ze 7-dehydrocholesterolu.

Nicméně UV záření kůži rovněž **poškozuje**. Kromě urychlení jejího stárnutí poškozuje DNA buněk a může dát vznik **kožním nádorům**. Nebezpečný je zejména pigmentový melanom.

Více ohroženi jsou lidé se světlou pletí, extrémně pak lidé s neschopností pigment melanin tvořit – albínové (**albinismus**). Kůže je bílá, taktéž vlasy, obočí, řasy, oči jsou jen světle modré.