

Termoregulace

Pohybová aktivita v chladu a horku

Úvod

- Lidé = homoiotermní = 35-37 st.C
- -1 st.C = v buňce dojde ke tvorbě krystalků vody
- 45 st.C = dojde k denaturaci bílkovin

Teplota 43 °C vyvolá zhoubné krvácení vedoucí ke smrti

Vyčerpávající cvičení

40

Vzrušení, druhá polovina menstruačního cyklu, může být výjimečně normální u některých aktivních dospělých a dětí

38,9

37,8

„Normální“ rozmezí

37

36,7

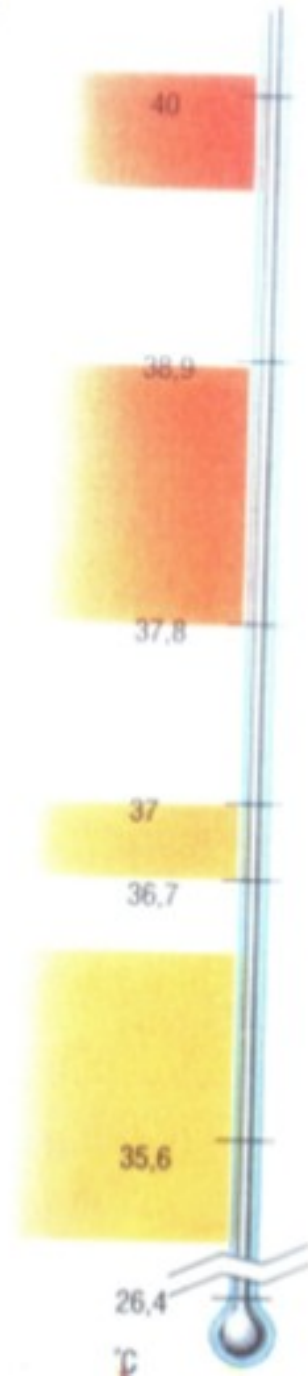
Studené počasí, brzy ráno ve spánku

35,6

Výsledkem je srdeční selhání vedoucí ke smrti

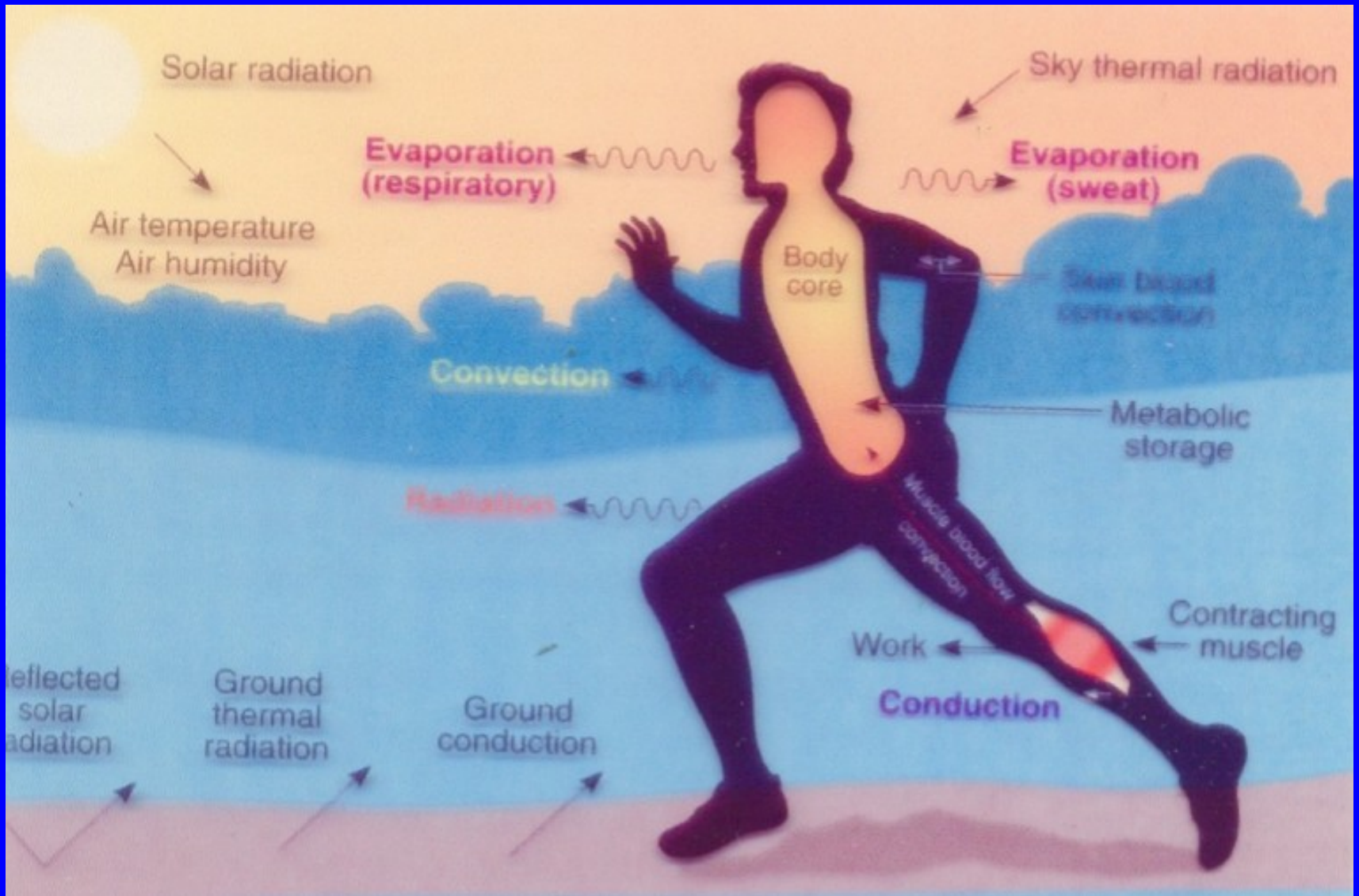
26,4

°C



Výdej tepla

- Záření (sálání, radiace)
- Vedení (kondukce) a Proudění (konvekce)
- **Odpařování** (difuze, pot)
- důležitá je okolní teplota a vlhkost!!!



Odhad výdeje tepla při prolongovaném cvičení v horku

Mechanismus výdeje tepla	Klid		Cvičení	
	celkové %	kcal/min	celkové %	kcal/min
kondukce a konvekce	20	0,2	15	2,2
radiace	60	0,9	5	0,8
odpařování	20	0,3	80	12,0

•
•

Kapacita pocení

- Odpaření 1 l potu \approx ztrátě 580 kcal
- Při těžkém cvičení v horku ztráty
- 1,5 – 3,5 l/hod, tj. 2-4% tělesné hmotnosti
- Maximální kapacita pocení 10-15 l/den

•
•
•

Koncentrace Na^+ a Cl^- v potu při cvičení v horku

osoby	Na^+ mmol.l^{-1}	Cl^- mmol.l^{-1}	K^+ mmol.l^{-1}
muži netrénovaní	90	60	4
trénovaní	35	30	4
ženy netrénované	105	98	4
trénované	62	47	4

Termoregulace

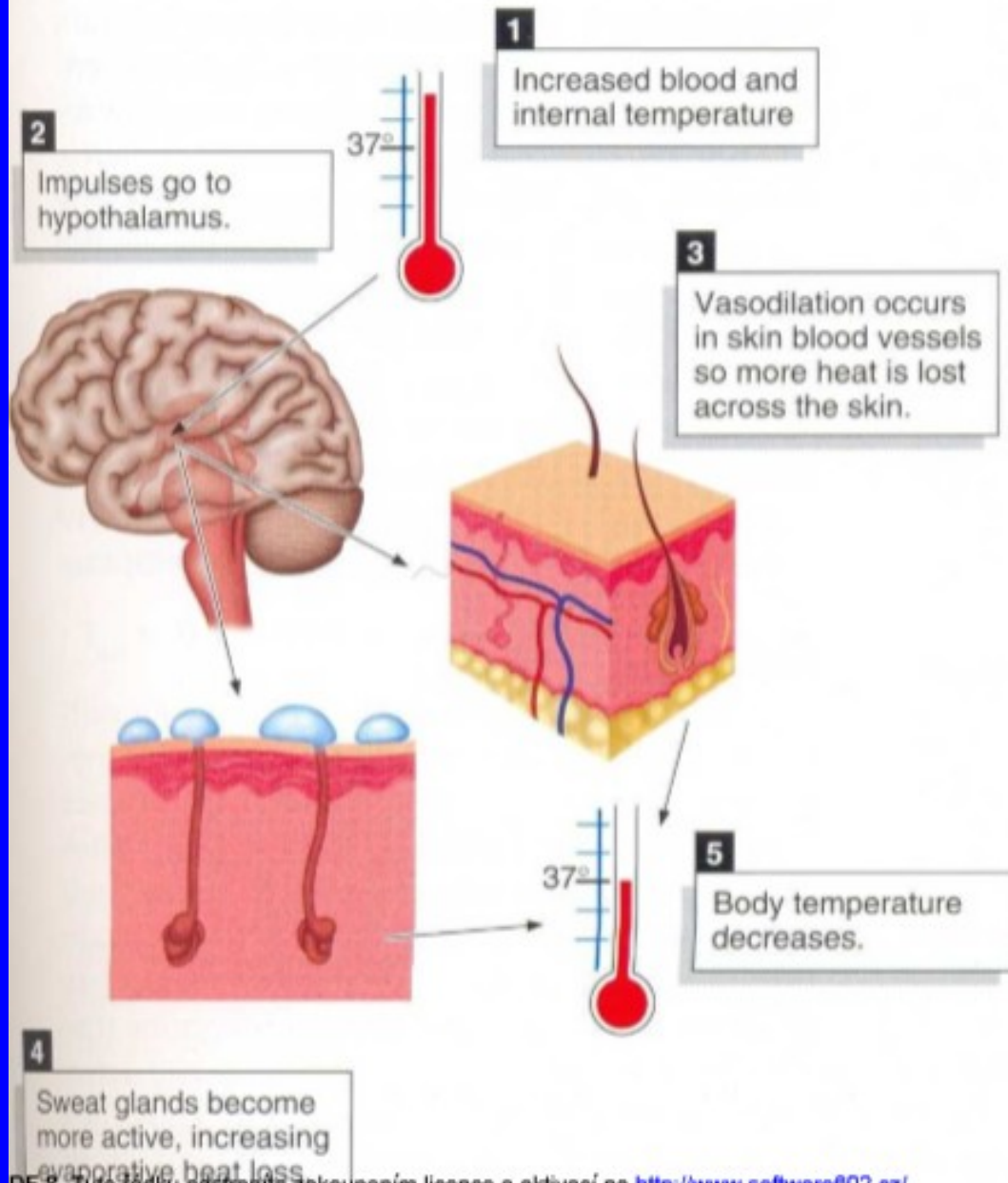
- snaha o udržení stálé teploty tělesného jádra
- 37st. C ($\pm 0,6$ st.C), min ve 3. hodiny ráno, max okolo 18. hodiny
- vše řízeno hypotalamem
- zde porovnání aktuální teploty proudící krve s hodnotou náležitou
- aktivace termoregulačních mechanismů

- Svaly vyprodukují až 20x více tepla, než je bazální metabolismus
- Kdyby nebylo termoregulace, každých 5 minut se zvýší teplota o 1st. C

Zvýšená tělesná teplota

- dilatace cév v kůži
- otevření arterio-venózních anastomóz
- zmenšení protiproudové výměny tepla mezi cévami
- krev je převedena z hlubokých žil do povrchových
- zvýší se sekrece potu

Hyperthermia



Rizikové faktory poškození teplem

- Věk před pubertou
- Obezita
- Snížená zdatnost
- Dehydratace
- Snížená aklimatizace
- Poškození teplem v anamnéze
- Chybění spánku
- Medikace (antidepresiva, diuretika, antihypertensiva, antihistaminika)
- Stimulancia (kofein, pseudoefedrin, přírodní drogy)
- Alkohol
- Dysfunkce potních žláz
- Opáení – pobyt na slunci
- Onemocnění horních cest dýchacích a akutní gastroenteritis 1 týden před těžkým cvičením

Symptomatologie ztráty tělesných tekutin

% tělesné hmotnosti

1 prostá žízeň

2 úporná žízeň

T_{re}

3 vyschlé sliznice, začátek hemokontrace

4 snížení výkonnosti o 20-30 %

5 poruchy koncentrace, bolest hlavy, spavost

6 zvýšení tělesné teploty, necitlivé končetiny

7 kolaps, tepelný šok

často při cvičení v horku

Subjektivní symptomy spojené s přehřátím

Tre (°C) Symptomy

40 -40,5 pocit chladu na břicho a na zádech,
 piloerekce

40,5-41,1 svalová slabost, desorientace,
 ztráta posturální rovnováhy

41,1-41,7 omezené pocení,
 ztráta vědomí a kontroly vegetativních funkcí

>42,2 smrt

•
•

Tělesná hmotnost, výška a povrch těla dospělého a dítěte

Osoba	hmotnost (kg)	výška (cm)	povrch těla (m)	poměr povrch:hmotnost
dospělý	85	183	2,1	2,47
dítě	20	100	0,8	3,16

Děti

- Pot je více hypotonický
- Menší kapacita pocení
- Větší poměr povrch – hmotnost těla
- Méně se potí na zádech, hrudníku a předloktí než starší
- Kapka potu je difuzní, rychleji se odpaří
- CAVE: rychleji stoupá jádrová teplota!!!

Poruchy z tepla

kombinace stresu okolní teploty a neschopnosti odvádět metabolické teplo

- **křeče z horka**

ztráta vody a minerálů z nadměrného pocení

- **tepelné vyčerpání**

neadekvátní průtok svaly a kůží při dlouhodobé expozici život neohrožuje, ale neléčené může přejít v selhání

- **tepelné selhání**

neléčené selhání mechanismu termoregulace může být fatální

Poruchy z tepla - varovné známky

křeče z horka

žízeň

profuzní pocení

únava

svalové křeče

tepelné vyčerpání

bolest hlavy, nausea

mrazení, husí kůže

zástava pocení

slabost, závrať

kůže bledá chladná

slabost

tepelné selhání

rychlý pulz

horká suchá

zmatenost

—————>
stoupající závažnost postižení

- Klinika poruch regulace tepla při sportu

Křeče z horka

Prevence:

předejít ischemii svalstva

- příjem vody před cvičením
- progresivní trénink
- aklimatizace

Klinický nález: výskyt na začátku sezóny

- bolestivé silné kontrakce svalstva
(gastrocnemius, hamstringy)

Léčení:

zastavit cvičení

- doplnit deficit vody
- progresivní trénink (kondice)

Vyčerpání z tepla

Prevence:

aklimatizace

- příjem vody před cvičením
- vodní stanice
- vodní přestávky
- **nahradiť ztráty vypocené vody**

Klinický nález: červená, vlhká kůže

- závratě, poruchy visu
- únava
- synkopa
- zvýšená rektální teplota

Léčení:

monitorovat rektální teplotu

- zvrátit deficit tekutin
- chladit ledem a fénem
- tekutiny per os nebo i.v. (1-2 l za 2-4 hod)

Tepelný šok, selhání

Prevence: identifikace vysoce rizikových osob
vážení svlečeného před a po cvičení
vyvarovat se kumulace deficitu vody

Klinický nález: šokový stav (synkopa nebo koma)
- horká, bledá, suchá kůže (více jak 50%)
- selhání termoregulace
- zvyšující se hyperpyrexie ($> 40^{\circ}\text{C}$)

Léčení: záchranná služba, hospitalizace
- chladit ledovou lázní
- i.v. tekutiny 1-2 l
- komplikace (křeče, koagulopatie, selhání jater, ledvin)

Adaptace na teplo a PA

- Stoupá rychlost pocení
- Zvyšuje se teplotní gradient jádro – kůže
- Je zvýšen SV
- Je snížena TF
- Méně je využíván glykogen
- Více tuk
- Oddálen počátek únavy

= to vše ale vyžaduje cvičení v horku, ne jen expozice horku!!!

95 % adaptace fyziologických funkcí

Adaptace

dny aklimatizace

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

HR ↓



Plasma volume ↑



Tre ↓



RPE ↓



Na⁺, Cl⁻ v potu ↓

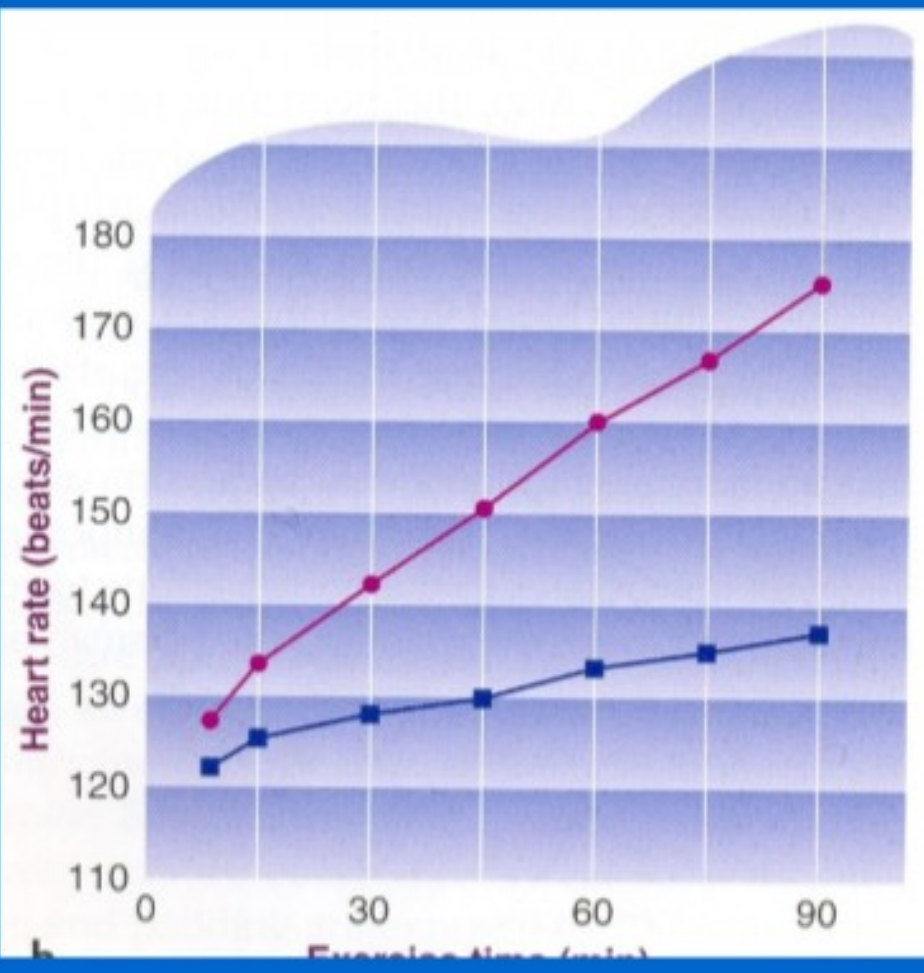
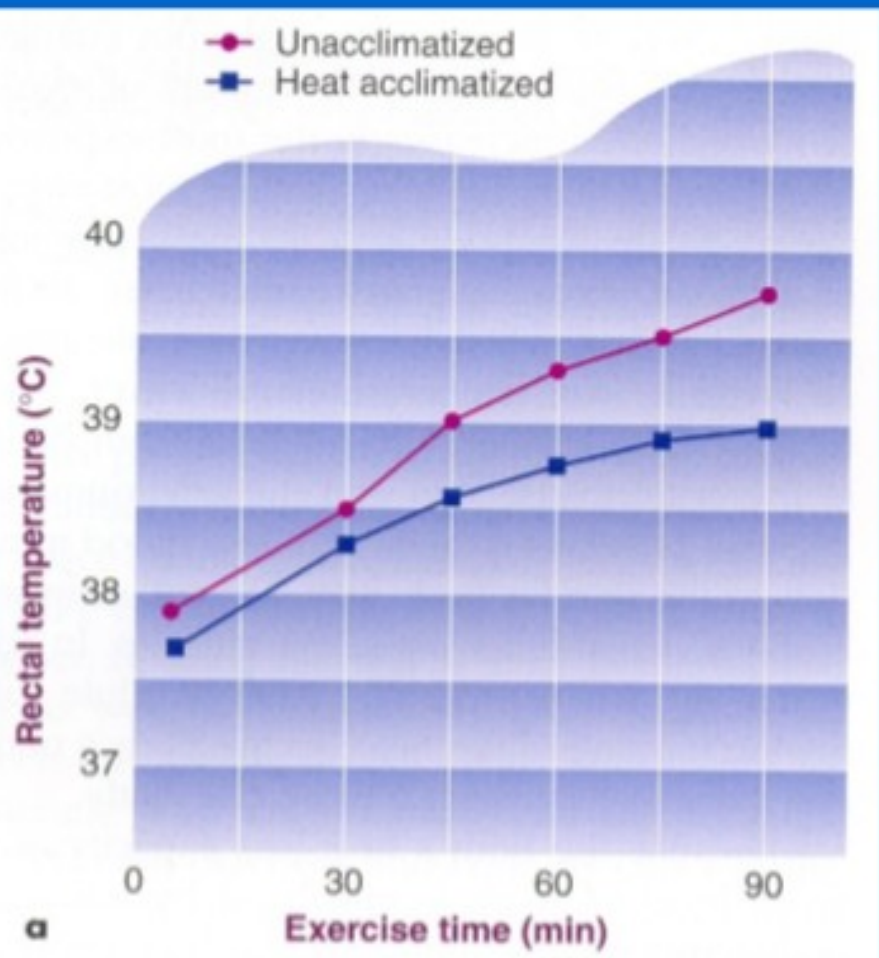


rychlost pocení ↑



Na⁺, Cl⁻ v moči ↓





Prevence

- rehydratační nápoje
- vliv okolní teploty

Minard index

$$\text{WBGT} = 0.7 T_w + 0.2 T_g + 0.1 T_d$$

$$\text{WBT} = 0.7 T_w + 0.3 T_d$$

Limity tolerance cvičení v teple	WBGT °C
• zrušit maraton a dlouhé běhy	> 28
• vysoké riziko	23 - 28
• střední	18 – 23
• malé	< 19
• neaklimatisovaný < 30 min běhu	25
• relativní pohyb vzduchu $5\text{m}\cdot\text{sec}^{-1}$ může snížit teplotu o 5 – 7 °C (méně v teplém prostředí)	

Hlediska při tvorbě rehydratačního nápoje

- použité suroviny
- náhrada tekutin
- náhrada elektrolytů
- zlepšení absorpce
- stravitelnost
- udržení plasmatického objemu
- ? náhrada glykogenu?

Koncentrace Na^+ a Cl^- v potu při cvičení v horku

osoby	Na^+ mmol.l^{-1}	Cl^- mmol.l^{-1}	K^+ mmol.l^{-1}
muži netrénovaní	90	60	4
trénovaní	35	30	4
ženy netrénované	105	98	4
trénované	62	47	4

Rehydratační nápoje

- PROČ?
 - jakmile klesne objem plazmy, sníží se minutový srdeční výdej, tím i rychlost pocení a zvýší se teplota jádra
 - uvědomělá X neuvědomělá dehydratace

Rehydratační nápoje

Recept dle O. Bar-Ora

pro dospělé

25 g.l⁻¹ glukosa

10 mmol.l⁻¹ Na

5 mmol.l⁻¹ K

Osmolalita 100-150 mOsm.l⁻¹

Teplota nápoje 10 – 12 °C

1 g NaCl = 17 mmol.l⁻¹

pro děti

25 g.l⁻¹ glukosa

5 mmol.l⁻¹ Na

4 mmol.l⁻¹ K

• Rehydratační nápoje-recept praktický

- 25 g glukosy
0,6 g NaCl
0,35 g KCl
do 1 litru pitné vody
- 0,6 g NaCl
250 ml grapefruitové šťávy nebo
200 ml pomerančové šťávy
doplnit do 1 litru pitnou vodou

Požadavky na nápoj pro cvičení < 1 hodinu

Intensita cvičení: 80 - 130% VO_2max

Primární zájem: zabránit vzestupu jádrové teploty při cvičení vysoké intensity

Navrhované složení

Před výkonem: 30 - 50 g sacharidů

Po výkonu: voda

Frekvence a objem (individuálně)

Před výkonem: 300 - 500 ml

Během výkonu: 500 - 1000 ml

Význam

Před cvičením: sacharidy jako exogenní zdroj ke zvýšení výkonu v závodě, kdy je deplece glykogenu, voda k oslabení dehydratace

Během cvičení: voda k nahrazení ztrát tekutin a oslabení vzestupu teploty

Potřeba tekutin při cvičení trvajícím 1-3 hodiny

Intensita cvičení:	60 - 90 % VO_2 max
Primární zájem:	zaopatření sacharidy a tekutinou
Navrhované složení	
Před výkonem:	voda
Během výkonu:	Na, Cl 10-20 mEq 6-8% roztok sacharidů
Frekvence, objem:	
Před výkonem:	300-500 ml vody
Během výkonu:	500-1000 ml.hod ⁻¹ zajistí potřebu sacharidů 800-1600 ml.hod ⁻¹ tekutin

Potřeba tekutin při cvičení trvajícím > 3 hodiny

Rationale

- Před cvičením: pít pouze vodu k oslabení vlivu dehydratace během cvičení
- Během cvičení: sacharidy - možnost vyčerpání glykogenu, prevence hypoglykemie
- tekutina - podle pocení - individuální- okolní teplota - intenzita cvičení - trénovanost/aklimatizace
- Na - podpoří vstřebávání sacharidů a vody, pomůže udržet objem ECT, ovlivní chuť
- Cl - nejefektivnější ke vstřebání vody

HYPONATRÉMIE

(exercice associated
hyponatremia = EAH)

HYPONATRÉMIE

- pokles Na^+ pod 135 mmol/L

Risikové faktory pro vývoj EAH

(Exercise-Associated Hyponatremia)

- doba cvičení >4 h nebo pomalý běh/cvičení
- Ženy (lze vysvětlit nižší tělesnou hmotností)
- nízká tělesná hmotnost
- nadměrné pití (>1.5 L/h) během výkonu
- Pre-exercise overhydration
- nadměrná dostupnost a pití během výkonu
- nesteroidní protizánětlivé léky
- extrémně horké nebo chladné počasí

Patofyziologie EAH

- Normálně variabilita osmolality plasmy není $> 1-2\%$
- ztráty Na pocením
- nadměrné pití hypotonických roztoků
- metabolická produkce vody
- neschopnost mobilizovat zásobní Na
- porucha exkrece vody ledvinami
 - zvýšený arginin vasopresin
 - cvičení, nespec. stres, úbytek cirkul. objemu, horko, cytokiny (IL-6)**
 - porušená diluční kapacita
 - snížení GFR, distální filtrace, renální průtok krve**

Klinika EAH

- klinická manifestace kolísá od žádných nebo minimálních symptomů k
- těžké encefalopatii
- těžkému stavu
- respiračnímu selhání
- smrti
- Stupeň klinické symptomatologie má vztah k rychlosti velikosti poklesu extracelulární ztráty

Terapie EAH

!!! iv. hydratace 0.9% NaCl zhorší stav - riziko edému plic

- monitorovat Na a K v moči, vypočítat ztráty vody močí (kde dostatečná diureza čisté vody není třeba dodávat iv. roztoky)
- Na v séru <120 mmol/l - podat hypertonický roztok soli (ze 6 atletů, kteří měli hyponatremii, edém mozku a plic, se zcela zotavili, MGR po 1 roce normální nález, jeden, který takto nebyl léčen zemřel)
- transport do zdravotnického zařízení - monitorovat
- infuse 3% roztoku 1-2 ml/kg/hod
- při těžké antidiurese 3-4 ml/kg/hod
- začne-li významná diureza-infusi zpomalit nebo zastavit

Prevence EAH

- **Edukace o riziku nadměrného pití**
- individuální přístup, záleží na podmínkách prostředí, oděvu, momentálním stavu jedince
- **pít podle žízně a ne více jak 400-800 ml/hod**
- vážení před a po výkonu
- složení nápoje

Závěr

- EAH a EAHE potencionálně devastující komplikace vytrvalostních výkonů
- postihuje zdravé, aktivní a mladé jedince
- patogenese není zcela jasná - vliv prostředí a nadměrné pití vody

Cvičení v chladu

- stoupá popularita nejen zimních sportů
běhání, cyklistika, triatlon, potápění, dálkové plavání, rafty
- některá povolání (horská služba,...)
- náhlé zhoršení počasí – vítr, vlhký oděv
- riziko hypotermie i v relativně mírné teplotě
prolongované cvičení nižší intenzitou
dehydratace
relativně málo jídla a následná hypoglykemie

Stres chladu - jakýkoliv vliv prostředí, který vede ke ztrátě tělesného tepla a tím k porušení homeostázy

Hlavní stresory - vzduch a voda

Cvičení v chladu

- Ideální teplota pro práci je 20st.C, pro aerobní výkon 15.st.C
- Chlad stimuluje sympatikus, tj.vyplavení katecholaminů, to vede ke zvýšení TK, zvýšení glykémie

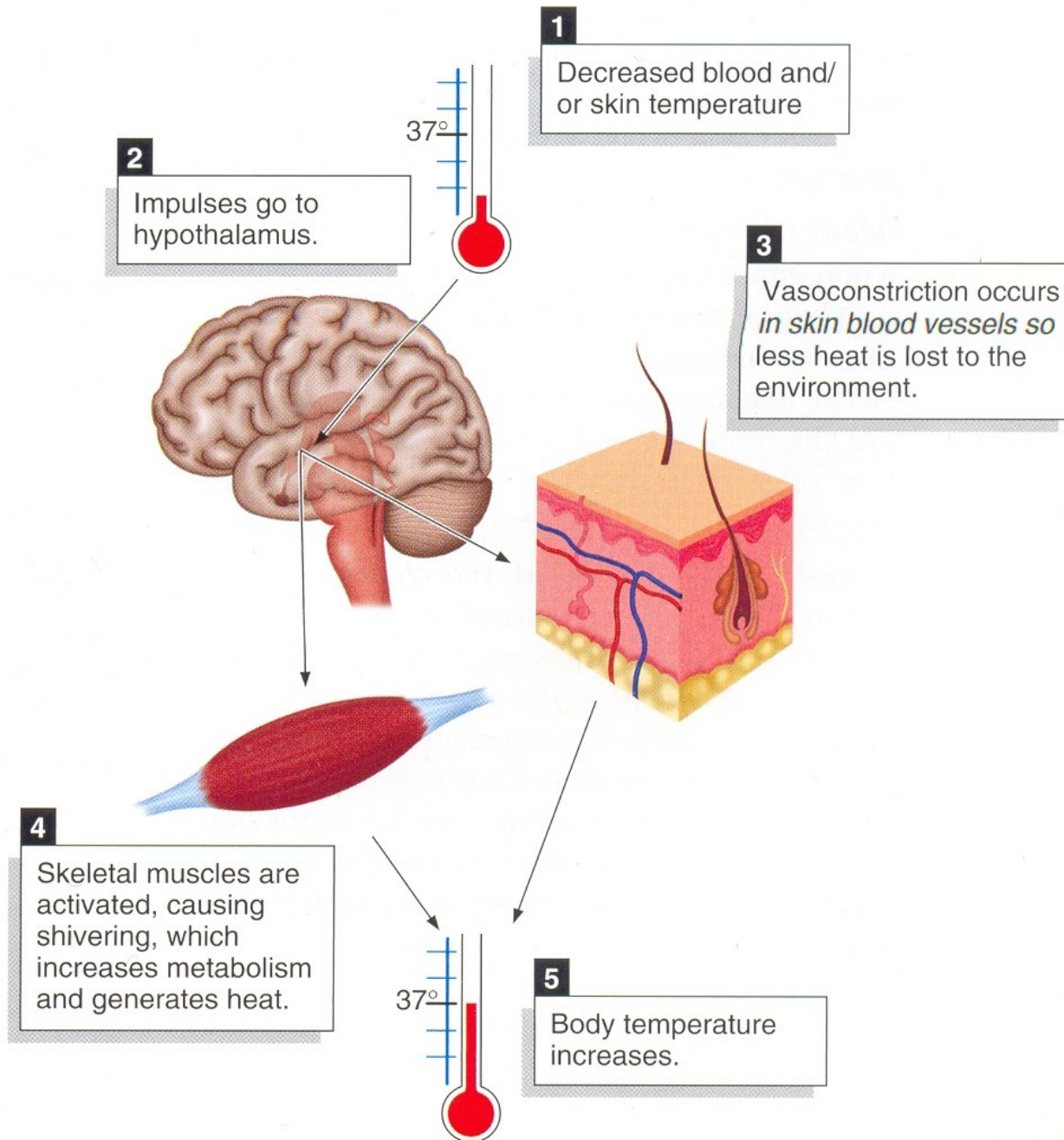
Vliv věku

- Starší – T_{re} klesá s věkem
nižší metabolismus
opožděná vasokonstrikce, větší
úbytek tepla
- děti - relativně větší povrch těla
zvýšený metabolismus
rapidní kožní vasokonstrikce

Snížení tělesné teploty

- vazokonstrikce cév
- zvýšení svalové činnosti – vědomé
- svalový třes – nevědomé
- netřesová termogeneze u kojenců (hnědý tuk)

Hypothermia



Faktory ovlivňující ztráty tělesného tepla

- oděv
- velikost a složení těla (podkožní tuk)
- proudění vzduchu (wind chill)
- vodní prostředí
- věk
- alkohol, léky

Fyziologická reakce na cvičení v chladu

Přímý efekt chladu na sval snížení teploty svalu $<28\text{ }^{\circ}\text{C}$

snížení svalové síly

dřívější nástup únavy a vyčerpání

delší trvání výkonu

neschopnost dokončit výkon

- neschopnost uvolnit energii blokádou enzymatických funkcí
- vasokonstrikce v podkožní tukové tkáni neumožní vyplavení a využití MK, i když se katecholaminy vyplaví
- nižší vzrušivost nervů a svalů , snížená vodivost vzruchu nervem

Akutní vystavení chladu + vliv cvičení

1. přímý vliv na sval

teplota svalu je nižší než je optimum pro

- aktivitu oxidativních enzymů
- sval má menší sílu, rychleji se unaví
- vzrušivost nervů a svalů i vedení vzruchu nervem

$T_m < 27$ °C snížení svalové síly (Davies)

$T_m < 28,4$ °C nižší výkon na ergometru o 32%

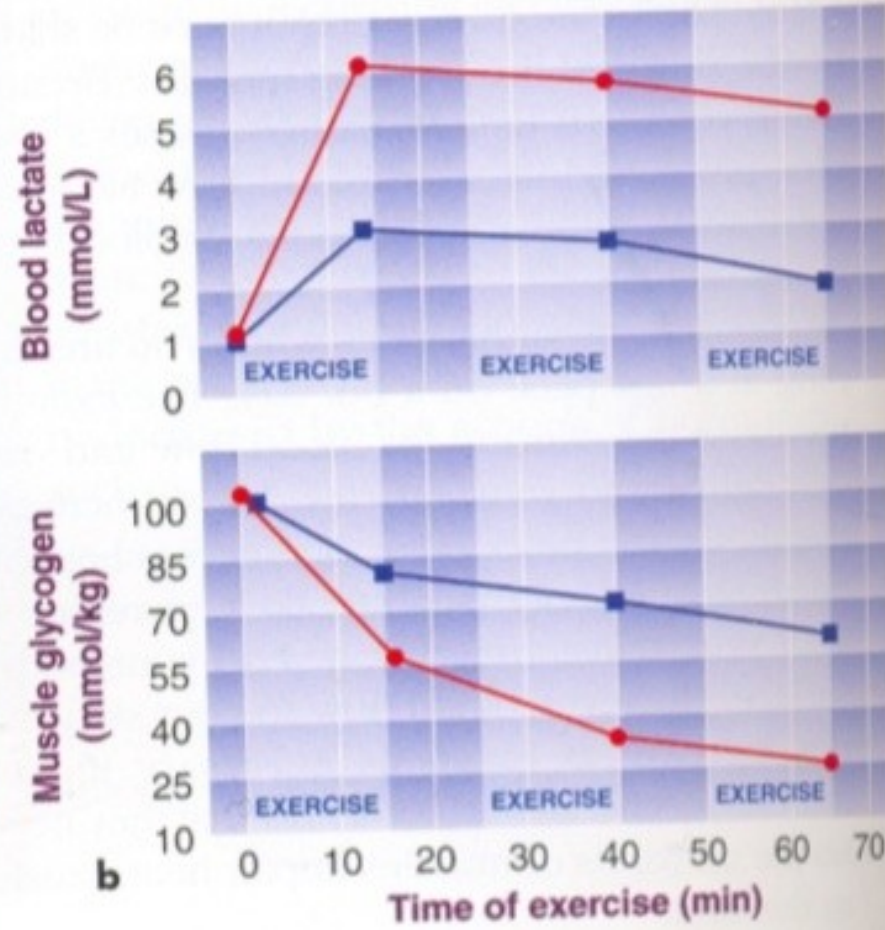
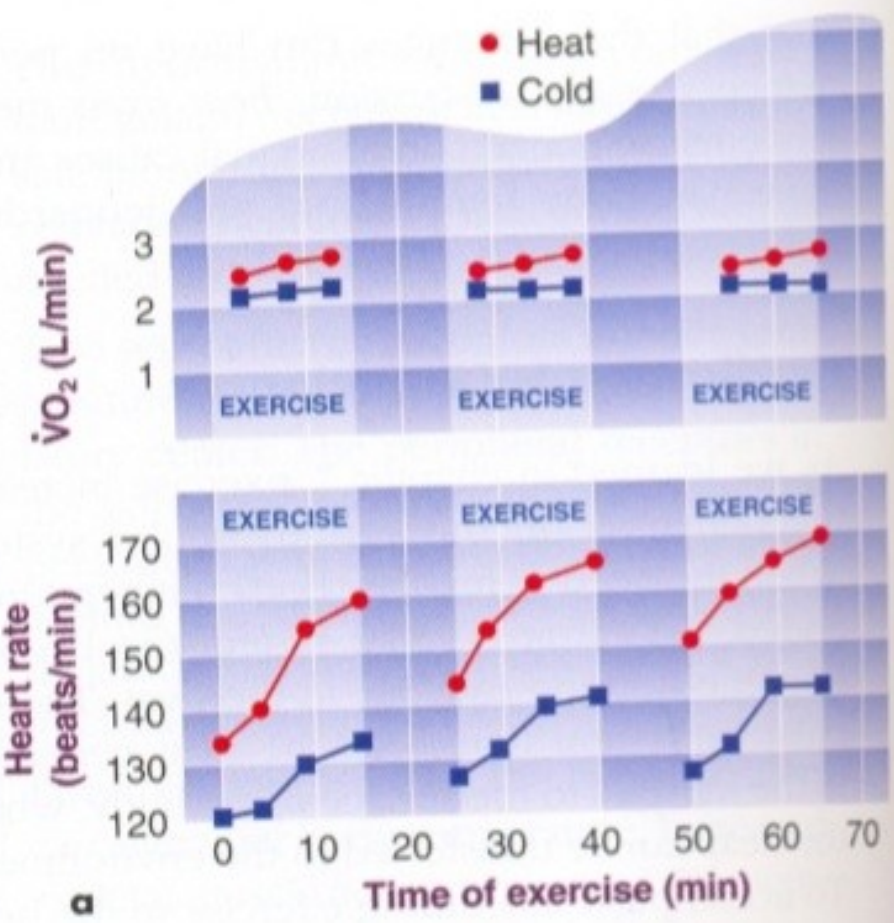
nazí cvičili při 0 °C - vyčerpání po 1 hod
stejnou intenzitou v teple – cvičili 4 hod

Akutní vystavení chladu + vliv cvičení

2. vliv na spotřebu kyslíku

výkon v teple a v $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$, intenzita 77-79 % VO_2max

HR ani spotřeba kyslíku se nelišily



Adaptace na chlad- mechanismy, možnosti

Pravidelný a dlouhodobý pobyt na chladném vzduchu

- ztráty tepla nejsou kompenzovány zvýšenou produkcí tepla
- jedinec je schopen „regulace“ při nižší rektální teplotě

Periferní adaptace na lokální expozici

- Ruce nebo nohy – zvýšený průtok krve (rybáři)
zvýší se ztráty tepla, ale je to obrana proti lokálnímu poškození (omrzlinám)

Neexistuje taková specifická forma aklimatisace na chlad jako na teplo, tj. zvýšená zdatnost vyjádřená vyšší aerobní schopností.

Aklimatizace na chlad na rozdíl od efektu teplo + cvičení vyvíjí se lépe při vystavení pouze chladu než při kombinaci chladu a cvičení

- redukce periferního průtoku
- pokles teploty končetin
- uchování tepla v jádru
- to vyžaduje méně třesu
- menší využívání glykogenových zásob
- má příznivý vliv na vytrvalostní výkonnost
- zlepšený metabolismus v periferních svalech
- vyšší teplota kůže
- zlepšená manuální zručnost

Aklimatizace na chlad – vliv tréninku

- menší aktivace sympatiku
- menší zvýšení TK na chladový podnět u zdravých i nemocných

Přizpůsobení člověka chladu

schopen měnit své okolí – oděv, oheň, příbytek
metabolická odpověď – pomalá, nepravidelně (BM 2-5x)

Projevy přizpůsobení

- malé zvýšení BM
- snížení celkového třesu
- pokles „thermal comfort zone“
- ohřívání distálních periferních zón zvýšeno
- vnímání bolestivého chladového podnětu sníženo

Spíše tolerance mírné povrchové hypotermie

Reakce na chladový podnět

- zvýšení TK a cévní resistance
- vasokonstrikce koronárních arterií – AP
- snížení svalové síly
- zkrácení doby po kterou lze pracovat
- $\dot{V}O_2\text{max}$ není ovlivněn

Zdravotní komplikace z chladu

- celkové – hypotermie
- místní *omrzliny* – akutní expozice, kůže bílá a necitlivá, postižený to nevnímá, postupný vznik bodavé bolesti
- *oznobeniny* – dlouhodobě chlad+vlhko
- noha záchranného člunu, protináletového krytu, zákopová
- akra, hlava, genitál
- bronchospasmus
- respirační infekce
- pacienti s ICHS (chladný vzduch na tváře a dýchací cesty)
- plicní edém, hypertenze, poruchy rytmu
- kardiální smrt v zimě častěji

Hypotermie

při poklesu tělesné teploty pod 35 °C

hypotalamus ztrácí schopnost regulovat tělesnou teplotu

- snížení metabolismus a další pokles teploty
- primární ovlivnění SA nodu – pokles fH, snížení minutového objemu

Přímý vliv na dýchání

- snížení frekvence dýchání i dechového objemu při cvičení
- vznik bronchospasmu

Přímý vliv na sval

- snížení aktivity oxidativních enzymů
- snížení vzrušivosti nervů a vedení vzruchu nervem
- snížení svalové síly i výkonnosti

Hypotermie

Vliv na kůži – omrzliny

snaha zadržet teplo

vasokonstrikce v kůži, snížený průtok, rychlé ochlazení

kombinace s nedostatkem kyslíku a výživy

kožní tkáň odumírá

Hypotermie - léčení

Mírný stupeň hypotermie

- postiženého převedeme do tepla
- převlékneme do suchého, teplého oděvu
- **Aerobní aktivita (rotoped)**
- dáme pít teplé nápoje

Středně těžká a těžká hypotermie

- pomalé zahřívání (riziko vzniku srdeční arytmie) – teplota by měla vzrůstat o 1 st. C za hodinu
- osoby s těžkým stupněm hypotermie vyžadují hospitalizaci a lékařskou péči

Wind chill efekt

		teplota na teploměru [oC]											
		10	4,5	-1,1	-6,7	-12,2	-17,8	-23,4	-28,9	-34,5	-40	-45,6	-51,6
		eektivní teplota [oC]											
rychlost proudění [km/hod] *	0	10,0	4,5	-1,1	-6,7	-12,2	-17,8	-23,4	-28,9	-34,5	-40,0	-45,6	-51,6
	8	8,9	2,8	-2,8	-8,9	-14,5	-20,6	-26,1	-32,2	-37,8	-43,9	-49,5	-55,6
	16,1	4,4	-2,2	-8,9	-15,6	-22,8	-31,1	-36,1	-43,4	-50,0	-56,7	-63,9	-70,6
	24,1	2,2	-5,6	-12,8	-20,6	-27,8	-35,6	-42,8	-50,0	-57,8	-65,1	-72,8	-80,1
	32,2	0,0	-7,8	-15,6	-23,4	-31,7	-39,5	-47,3	-55,0	-63,4	-71,2	-79,0	-86,7
	40,2	-1,1	-8,9	-19,9	-26,1	-33,9	-42,3	-50,6	-58,9	-66,7	-75,6	-83,4	-91,7
	48,3	-2,2	-10,6	-18,9	-27,8	-36,1	-44,5	-52,8	-61,7	-70,1	-78,4	-87,3	-95,6
	56,3	-2,8	-11,7	-20,0	-28,9	-37,3	-46,1	-55,0	-63,4	-72,3	-80,6	-89,5	-98,4
	64,4	-3,3	-12,2	-21,1	-29,5	-38,4	-47,3	-56,2	-65,1	-73,4	-82,3	-91,2	-100,0
		zelená				žlutá				červená			
		Malé nebezpečí při vhodném oblečení				Zvýšené nebezpečí				Velké nebezpečí			
		Minimální nebezpečí z podcenění rizika				Riziko omrzlin exponovaných částí těla							

* rychlost proudění větší než 64 km/hod má již malý efekt

Vodní prostředí

- 26x vyšší vodivost než vzduch
- kondukce a konvekce
- 2-4x rychlejší ztráty tepla při stejné teplotě
- třes
- Fetální poloha- při pohybu ztráty ještě větší
- Pro závody a plavecký trénink teplota vody
24 – 27,8 °C

Vodní prostředí

- teplota vody 15 °C – ponoření vede k poklesu T_r o 2,1 °C během hodiny
- teplota vody 17 °C - riziko podchlazení, ani zvýšená produkce tepla plaváním neudrží teplotu jádra
- při plavání ve vodě 18 °C - $\dot{V}O_2 > 500$ ml než ve vodě 26 °C stejnou rychlostí

Hypotermie u starších osob

- mají nižší tělesnou teplotu
- vyšší compliance k chladu
- snížená kontraktilita periferních cév
- snížená ostražitost s klesáním tělesné teploty
- nemusí rozpoznat symptomy
- léky (barbituráty, psychotropní) interferují s termoregulačními mechanismy, akcelerují ztráty tepla, nemusí rozpoznat symptomy

Hypotermie může maskovat preexistující choroby!

Alkohol a chlad

- pokusy s ponořením do vody nejsou rozdíly ve ztrátě tepla
- riziko hypoglykemie při dlouhodobém výkonu alkohol může tlumit glukoneogenesisu v játrech
- prospěch:
snižuje diskomfort a strach

Léčení hypotermie – pacient je při vědomí

- suchý a teplý oděv přímo na tělo
- **pohybovat se, cvičit**
- teplé, sladké nápoje
 - horký nápoj – dilatace krevního řečiště v kůži, ztráta tepla, snížení teploty jádra, poruchy rytmu
- co nejdříve dostat pacienta dovnitř
- zahříváme pomalu při pokojové teplotě
- co nejdříve dopravit do nemocnice

Léčení hypotermie – pacient v bezvědomí

- za žádných okolností nedáváme pít
- odstraníme mokrý oděv
- zahříváme pomalu při pokojové teplotě
hlava níž než nohy
- sledovat puls a dýchání
- co nejdříve dopravit do nemocnice

Otužilci

- Až od 14 let věku
- Do 18 let věku pouze 100m
- Nižší nemocnost (vyšší teplota sliznice nosu)