

THERAPEUTICKÁ HYPOTHERMIE

– co to vlastně je?

MUDr. PAVLA HAVRÁNKOVÁ

Klinik Donaustadt, Vídeň, Rakousko

Odd. anestezie a resuscitační péče





OBSAH

1. fyziologie termoregulace
2. definice hypotermie
3. terapeutická hypotermie
4. indikace terapeutické hypotermie
5. praktické provedení

TERMOREGULACE = schopnost organismu udržovat stálou tělesnou teplotu

NORMÁLNÍ TT 36-37°C

- subfebrilie 37-37,9°C
- febrilie > 38°C
- hyperpyrexie > 40°C
- subnormální TT < 36°C

AXILLA 36-37°C

- pod jazykem + 0,2-0,3°C
- rektum/vagina + 0,7-0,8°C
- při ovulaci + 0,5°C

BIORYTMUS

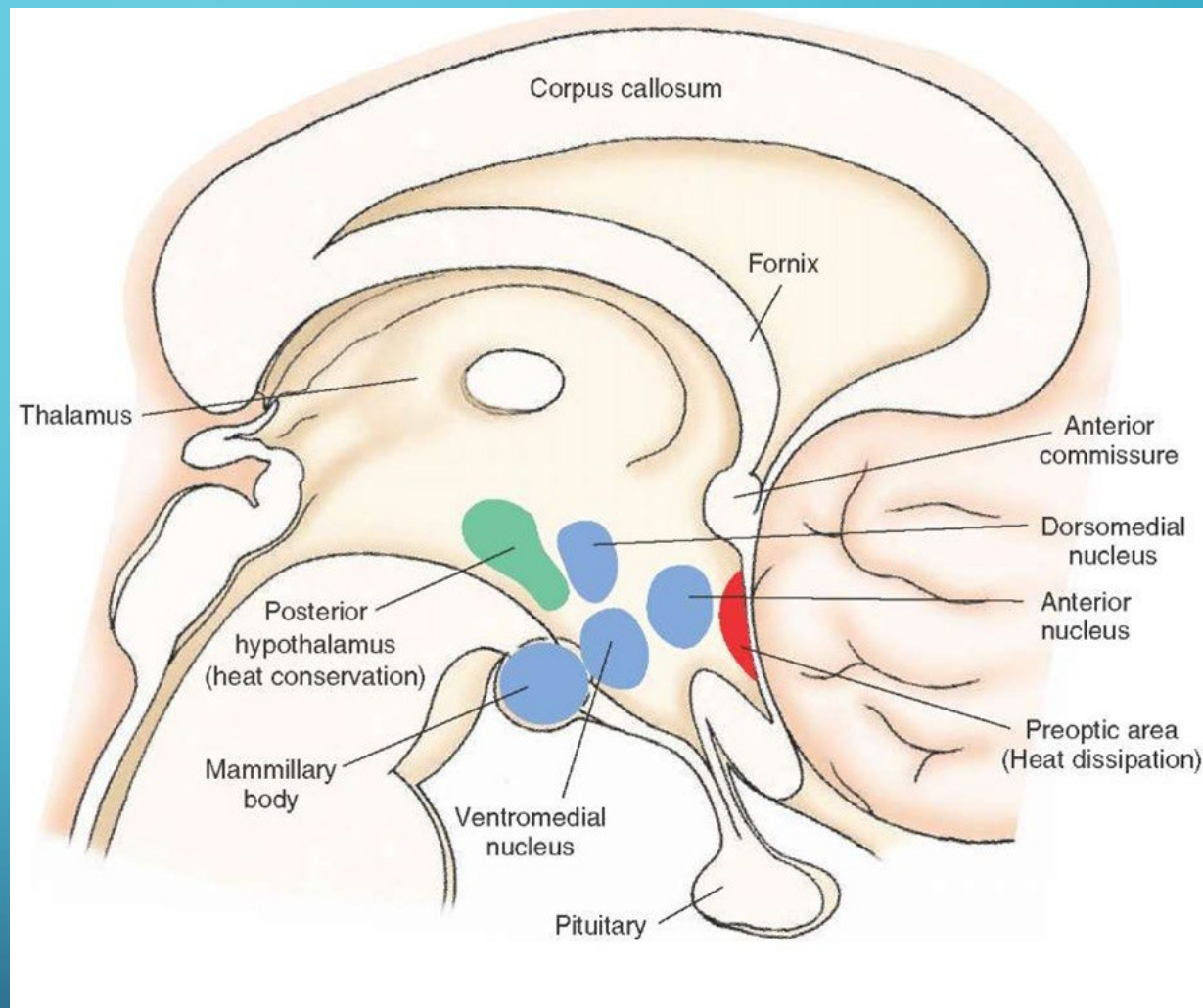
- nejnižší TT mezi 5.-6. hodinou ráno
- nejvyšší mezi 16.-18. hodinou odpoledne

CENTRUM PRO TERMOREGULACI

*dorzomediální část
zadního hypothalamu*

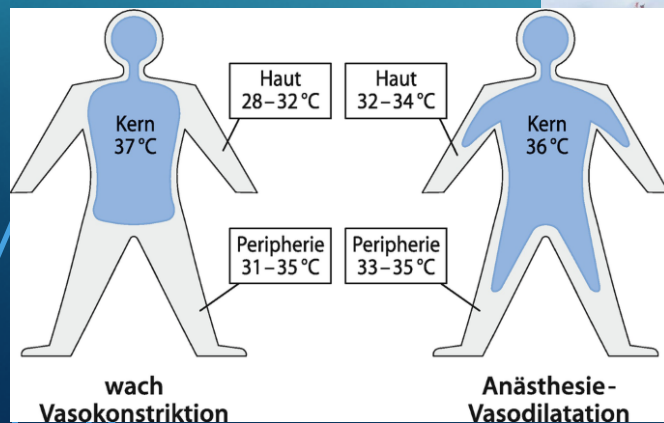
- **inhibice** tepelnými signály z preoptické části hypothalamu
- **excitace** chladovými signály z kožních a páteřních termoreceptorů

periferní chladové a tepelné receptory v kůži X vnitřní termoreceptory v hlubokých těl.strukturách (velké cévy, břišní dutina, dolní mozkový kmen, mícha)



HYPOTERMIE = tepelné ztráty převažují nad tvorbou tepla
pokles centrální teploty pod 35°C

AKCIDELNTÁLNÍ

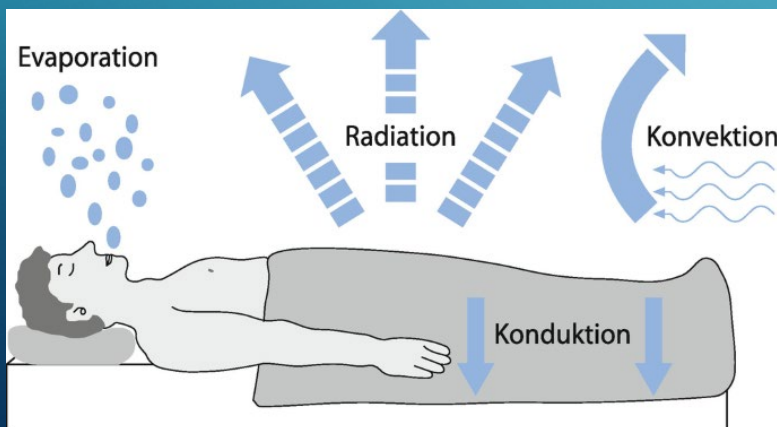


THERAPEUTICKÁ



ZTRÁTY TEPLA

- radiace (vyzařování)
- evaporace (odpařování)
- konvekce (proudění)
- kondukce (vedení)



Wind Chill (pocitová teplota)

www.alpy4000.cz

T _{air} (°C) V ₁₀ (km/h)	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
5	4	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47	-53	-58
10	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63
15	2	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54	-60	-66
20	1	-5	-12	-18	-24	-30	-37	-43	-49	-56	-62	-68
25	1	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-44	-51	-57	-64	-70
30	0	-6	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59	-65	-72
35	0	-7	-14	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66	-73
40	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61	-68	-74
45	-1	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62	-69	-75
50	-1	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-69	-76
55	-2	-8	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-63	-70	-77
60	-2	-9	-16	-23	-30	-36	-43	-50	-57	-64	-71	-78
65	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79
70	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-80
75	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66	-73	-80
80	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74	-81

Riziko omrznutí

Nízké riziko omrznutí pro většinu lidí

Vzrůstající riziko omrznutí pro většinu lidí 30 minut po začátku působení

Vysoké riziko pro většinu lidí mezi 5 až 10 minutami po začátku působení

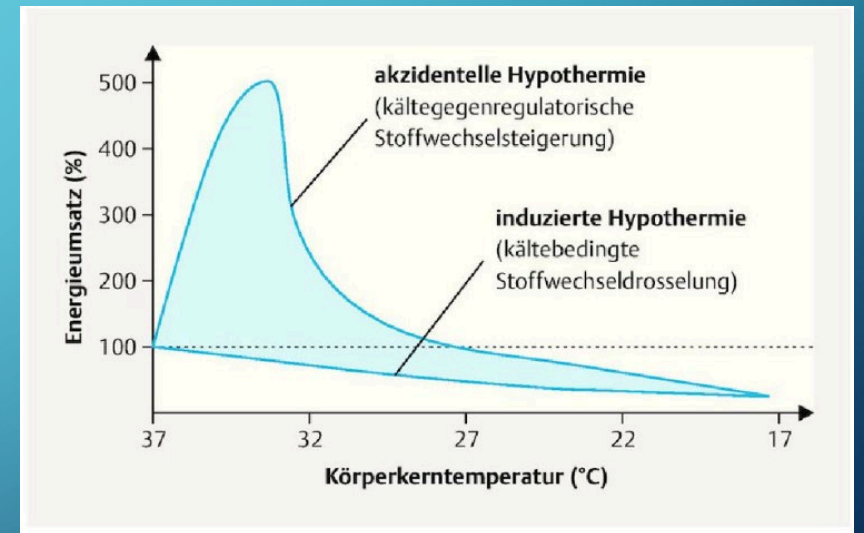
Vysoké riziko pro většinu lidí mezi 2 až 5 minutami po začátku působení

Vysoké riziko pro většinu lidí do 2 minut po začátku působení

TERAPEUTICKÁ HYPOTHERMIE = *iatrogení cílené* snížení tělesné teploty pod fyziologickou hodnotu, nejčastěji na hodnoty **32-35°C**

- snížení cerebrálního metabolismu (o 5-7%/1°C)
- snížení spotřeby O₂ tkáněmi, snížení produkce CO₂
- snížení produkce kyslíkových radikálů
- snížení lokální produkce prozánětlivých mediátorů
- snížení rizika tvorby cytotoxického edému v mozku
- zvýšená tolerance k ischemickým změnám

→ NEUROPROTEKCE a zlepšení neurologického outcome



RESUSCITACE (ERC GUIDELINES 2021)

- dospělí pacienti po srdeční zástavě, jak nemocniční tak mimonemocniční, nezávisle na výchozím srdečním rytmu a po ROSC bez nabití vědomí

→ $32-36^{\circ}\text{C} \geq 24$ hodin a následně prevence horečky po dobu 72 hodin

X

→ normotermie a prevence zvýšené teploty $>37,7^{\circ}\text{C}$

CONCLUSIONS: In patients with coma after out-of-hospital cardiac arrest, targeted hypothermia did not lead to a lower incidence of death by 6 months than targeted normothermia.

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

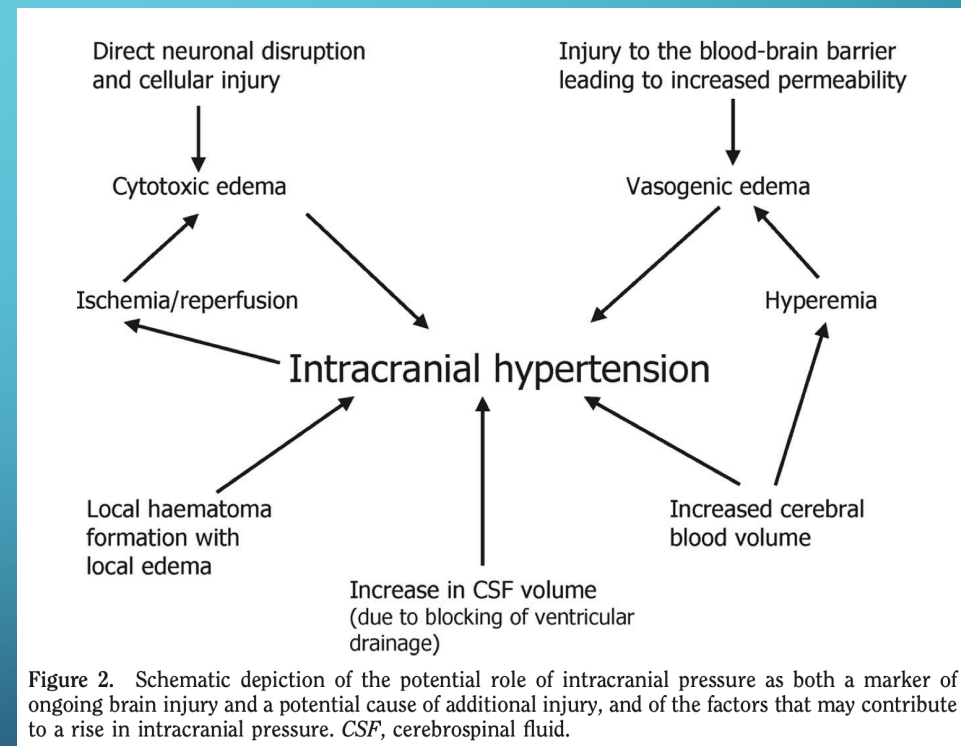
ORIGINAL ARTICLE

Hypothermia versus Normothermia
after Out-of-Hospital Cardiac Arrest

KRANIOCEREBRÁLNÍ PORANĚNÍ

- **32-35°C** X aktivní normotermie **36-37,5°C** X prevence zvýšené teploty **>37,6°C**
- hypoxicko-ischemické poškození mozku po resuscitaci, stroke, traumatické poranění mozku, intrakraniální krvácení, refrakterní intrakraniální hypertenze

→ prevence sekundárního poškození mozku a zlepšení outcome



CNS INFEKCE

- né úplně standardní indikace (→ovlivnění produkce cytokinových mediátorů)
- Infekční encefalitidy, postinfekční encefalitidy, bakteriální meningitidy, virální a postvirální CNS patologie(Influenza A, nekrotizující encefalopatie, ADEM=akutní demyelinizační encefalomyelitis,..)
- 32-35 °C

superrefrakterní STATUS EPILEPTICUS

- *zvýšená tělesná teplota/horečka => zvýšené riziko křečí*
- *mechanismus účinku nejasný (pravděpodobně: ovlivnění postsynaptických napětových kanálů a membránového napětí spolu s redukcí uvolnění presynaptických excitačních transmiterů)*
- 32-35 °C

PERIPARTÁLNÍ ASFYXIE U NOVOROZENCŮ → hypoxicko- ischemická encefalopatie (HIE)

peripartální asfyxie (těžká acidóza a
nedostatečně zásobením orgánů O₂)

α.umbilicalis: pH < 7,0, BE < 16 mmol/L,

Apgar 5.minuta < 6

- 33-34°C celotělové chlazení/34-35°C
při selektivním chlazení pouze hlavy

- (48-) 72 hodin

+ optimální poloha pacienta

→ azidoza, klinické známky
encefalopatie, stáří < 6 hodin, gestační věk
> 36 týdnů

FYZIOLOGICKÉ DŮSLEDKY A KOMPLIKACE

- Hemodynamika: bradykardie, snížení CO, prodloužení PQ intervalu, rozšíření QRS komplexu
- Respirační systém: snížení produkce CO₂ → riziko hyperventilace u UPV
- Metabolismus: metabolická acidóza, ↑ laktát

snížení sekrece insulinu a mírná insulinová rezistence → hyperglykémie a riziko hypoglykémie při rewarming fázi

BGA(37°C): pCO₂ a pO₂ nadhodnoceno, pH podhodnoceno (pCO₂ -2mmHg/-1°C, pO₂ -5mmHg/-1°C, pH +0,012/-1°C)

FYZIOLOGICKÉ DŮSLEDKY A KOMPLIKACE

- Laboratorní parametry:

leukopenie → riziko infekcí

hypoMg⁺, hypoPh⁺ → riziko vzniku arytmií

hypoK⁺ → riziko hyperK⁺ během rewarming faze v důsledku shiftu (ICT->ECT)

mírná elevace JT

- Koagulace: prodloužené testy (riziko krvácení při mírné hypotermii minimální), lehká trombocytopenie

FYZIOLOGICKÉ DŮSLEDKY A KOMPLIKACE

- **Shivering**: (“mimovolné třesy“) termoregulační efekt jako reakce těla na snížení tělesné teploty pomocí vasokonstrikce a svalových záškubů

→zvýšení spotřeby O₂, metabolismu, dechové práce a srdeční frekvence spolu se spotřebou kyslíku myokardem

⇒*sedace, sedace, sedace*

práh vzniku ca 35°C

- **Chladová diuréza**:

snížená produkce ADH + v důsledku periferní vasokonstrikce zvýšené prokrvení ledvin

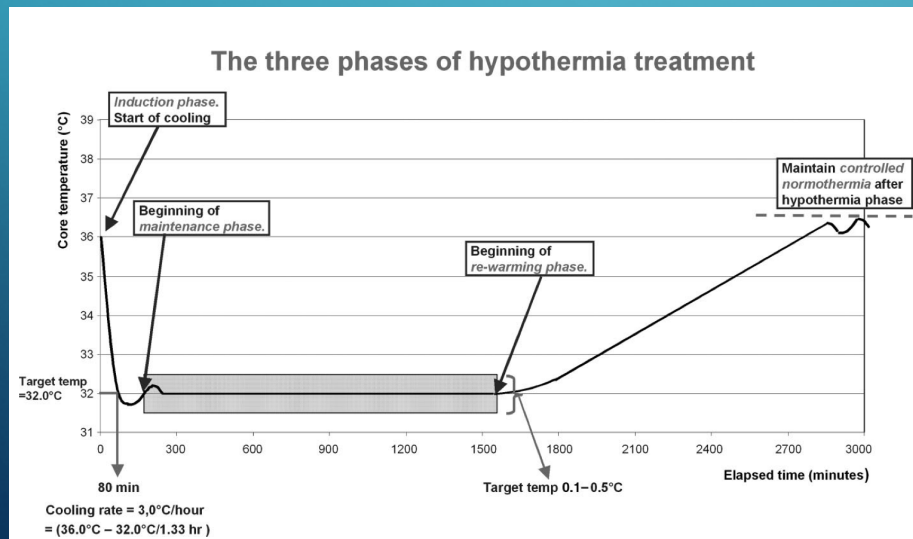
PROVEDENÍ

ZCHLAZENÍ

- co možná **nejrychleji !!!**
- „ASAP“ = “as soon as possible“

REWARMING

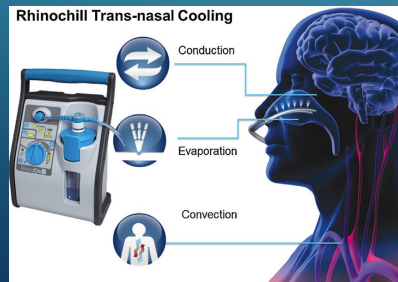
- pomalu
- max. $0,5^{\circ}\text{C}/\text{h}$ (KPR), standard $0,1-0,2^{\circ}\text{C}/\text{h}$ (ostatní indikace)



MOŽNOSTI ZCHLAZENÍ

EXTERNÍ POVRCHOVÉ METODY

- na principu *kondukce*
- nalepovací gelové podložky/pads, matrace s cirkulující tekutinou,...
- ArcticSun, EMCOOLS, CritiCool..
- Intranasální



INTRAVASKULÁRNÍ METODY

→ pokles TT o 1,5°C při aplikaci infuze o 4°C v množství 30 ml/kg

(ca 1500-2000ml u dospělého pacienta

CAVE kardiální dekompenzace na základě hypervolemie)

→endovaskulární katetry ochlazující proudící krev

- invazivní (komplikace: krvácení, infekce, tromboza)
- dosažení potřebné teploty rychleji



The background is a blue gradient with white circuit-like lines in the corners. The lines consist of straight segments and small circles, resembling a network or data flow diagram.

DĚKUJI ZA POZORNOST