# Náhodná hypotermie Kdo má šanci na přežití?

Jana Kubalová

Zdravotnická záchranná služba Kraje Vysočina

- **Situace:** 1.2. 2012, venkovní teplota -16°C, již několik dní silně mrzne. Nahlášena událost proboření bruslaře a tonutí v rybníce na hranici Kraje Vysočina a Pardubického kraje.
- **Časové souvislosti:**
- **15:30** čas, který si domlouvá pacient s bratrem – sraz na místním rybníce, půjdou bruslit
- **15:51** - bratr volá 112 - došel k rybníku, našel pouze boty a cigarety, při podrobnějším rozhlédnutí díra v ledu uprostřed rybníku, vyslána posádka HZS + specializovaná HZS s potápěčem
- **15:58** – výzva pro LZS Jihlava
- **16:12** – zahájena laická KPR – masáž hrudníku
- Celková doba pod ledem min 25 minut, max. 42? min

# RESUSCITOVAT NEBO NERESUSCITOVAT?

# TĚŽKÁ HYPOTERMIE

| Klasifikace dle teploty tělesného jádra | Teplota | Swiss staging system, REGA | **Klinický stav** = užití na místě nehody => „on site triage“ | | Spotřeba O2 tkáněmi |
|---|---|---|---|---|---|
| **Lehká, nezávažná** | 35 – 32 °C | **I.** | Jasné vědomí, chladový třes | 35 – 32 °C | ↑až o 300% !! |
| **Střední** | 32 – 28 °C | **II.** | Postupný útlum vědomí, není třes, arytmie | 32 – 28 °C | ↓o 50% |
| **Těžká** | < 28 °C | **III.** | Bezvědomí, základní životní funkce zpomalené, ale zachovány, arytmie | 28 – 24 °C | |
| | | **IV.** | Bezvědomí, apnoe, KF, ASY | 24 – 15 °C | ↓o 75% (22°C) |
| | | **V.** | Ireverzibilní HT | < 13 °C (13,7 °C) | ↓o 92% (10°C) |

# NEJČASTĚJŠÍ PŘÍČINY TĚŽKÉ HYPOTERMIE

- Lavinová nehoda
- Pád do ledové vody
- Expozice velmi chladného prostředí, často v kombinaci s intoxikací alkoholem

# Jak vypadá velmi těžce podchlazený pacient?

- Na první pohled mrtvý
- Fixovaná mydriáza
- Bledý až voskově bílý
- Na pohmat ledově chladná kůže
- Z TR často odsáván zpěněný růžový sekret
- Metabolická acidóza

# Dlouhodobé přežití pacientů s těžkou hypotermií

The New England Journal of Medicine

OUTCOME OF SURVIVORS OF ACCIDENTAL DEEP HYPOTHERMIA AND CIRCULATORY ARREST TREATED WITH EXTRACORPOREAL BLOOD WARMING

BEAT H. WALPOTH, M.D., BEYHAN N. WALPOTH-ASLAN, M.D., HEINRICH P. MATTLE, M.D., BOGDAN P. RADANOV, M.D., GERHARD SCHROTH, M.D., LEONARD SCHAEFFLER, M.D., ADAM P. FISCHER, M.D., LUDWIG VON SEGESSER, M.D., AND ULRICH ALTHAUS, M.D.

N Egl J Med 1997;337:1500-5

- 324 pacientů s HT – těžká HT se zástavou oběhu: **46 pacientů,** EEC: 32 pacientů ve 3 centrech
- Dlouhodobé přežití: **15 (47%)** – 7 žen, 8 mužů, věk 25,2±9,9 – nehody v horách, na lodi, kriminální nebo suicidální pokus
- Všichni OTI, UPV, masáž srdce během transportu, EEC (141±50 min), teplota 21,8±2,5 °C
- Všichni pacienti kontaktování v průběhu 6,7±4,0 roků a kompletně vyšetřeni
- Neurologické a neuropsychické abnormality časně po ohřátí, postupně se kompletně nebo ve větší míře upravily. Další klinické abnormality souvisely s charakterem úrazu, ale ne s hypotermií

# Dlouhodobé přežití pacientů s těžkou hypotermií
## /hlavní faktory příznivého výsledku/

1. Hloubka hypotermie = s hloubkou hypotermie roste tolerance mozku k ischémii
2. Nepřítomnost asfyxie nebo hypoxického poškození mozku před rozvinutím těžké hypotermie (ASFYXIE JE ČASTĚJŠÍ u tonutí a obětí lavinových nehod)
3. Nízký věk, dobrá kondice a zdraví, žádné vaskulární onemocnění
4. Infrakstruktura, koordinace a kvalita přednemocniční péče
5. Ohřívání pomocí mimotělního oběhu: výhody – efektivita, rychlost, podpora oběhu a oxygenace, přednostní ohřívání srdce, možnost rychlé korekce metabolických abnormalit

# UDÁLOST NA RYBNÍCE: činnost LZS

- **16:20** zahájena rozšířená KPCR posádkou LZS dle ERC guidelines 2010 pro hypotermického pacienta – masáž srdce, OTI, UPV, FiO2 1,0 – na monitoru asystolie, pak jemnovlná fibrilace komor, 2x pokus o i. v. vstup nezdařen – i. oseální hlavice humeru vlevo, infúze FR. Podán Adrenalin 1mg – EKG: hrubovlná fibrilace, proveden celkem 3x výboj 360J – bez úspěchu. Teplota v zevním zvukovodu = LOW (< 34°C)
- **PLÁN:** napojení na přístroj pro mechanickou srdeční masáž AutoPulse® , prevence prochládání – zabalení pacienta, odlet na UP FN Hradec Králové
- **REALITA:** pokus o napojení na - přístroj opakovaně selhal z důvodu nízké kapacity „plně nabitých" baterií
- **16:38** žádost o spolupráci LZS Hradec Králové, pokračuje manuální masáž hrudníku a UPV + příprava pacienta k transportu
- **17:24** odlet LZS Hradec Králové

# OSUD PACIENTA VE FN HK

- **17:40** předání pacienta na UP FN HK
- Vstupní laboratoř: **výchozí teplota 17°C, $K^+$ hemolýza**, lakt. 30,58, pH 7,23, pCO2 4,07, pO2 14,7, BE – 13,5
- **18:00** napojení na mimotělní oběh: ECC fem-fem. bypass, zvyšování teploty tělesného jádra, po defibrilaci ROSC + spontánní dechová aktivita, závislost na mimotělním oběhu, transportován na KARIM – EBR, FFP, Thr, koagulační faktory, alkalizace
- **†** za **11 hodin** po přijetí - masívní krvácení při koagulopatii
- Čas událost – připojení na mimotělní oběh: 134 – 150 min
- Čas zahájení resuscitace – připojení na mimotělní oběh: 92 min
- **ROSC: 224 min** od události, při teplotě 26°C

# PROČ NEPŘEŽIL???

- Teplota?
- Doba transportu k mimotělnímu oběhu (zástava oběhu – ROSC)?
- Asfyxie při tonutí?

# ABSOLUTNÍ REKORD TEPLOTA:
## Dr. Anna Bagenholm - 13,7°C

**Resuscitation from accidental hypothermia of 13·7°C with circulatory arrest**

*Mads Gilbert, Rolf Busund, Arne Skagseth, Paul Åge Nilsen, Jan P Solbø*

THE LANCET • Vol 355 • January 29, 2000

- Událost: 20.5. 1999 v 18:20 při lyžování ve volném terénu
- V době události 29 let
- Ve vodě celkem: 80 min, bezvědomí - vyproštění: 40 min
- Transport za kontinuální resuscitace do Tromso University Hospital /Sev. Norsko/, v nemocnici za 170 min od pádu, napojena na EEC (celkem 179 min), **ROSC za 235 min** po spont. verzi VF na SR
- Z důvodu oběhového a respiračního selhání napojena na ECMO 5 dní, rozvoj těžká orgánové dysfunkce – selhání ledvin, DIC, atrofická gastritida, ischemická kolitida, polyneuropatie, 35 dní na UPV
- Kompletní úprava mentálních funkcí, lehká reziduální paréza HK i DK, která se postupně upravila, návrat do práce za 140 dní po události, lyžuje

| | On admission to operating room | After 5 min on CPB | On CPB with cardiac perfusing rhythm | Just before CPB stopped |
|---|---|---|---|---|
| Time | 2120 h | 2155 h | 2215 h | 0028 h |
| pH | 6·65 | 6·54 | 6·64 | 7·14 |
| $PaCO_2$ (kPa) | 7·7 | 11·4 | 8·7 | 4·6 |
| $PaO_2$ (kPa) | 64·8 | 11·0 | 10·2 | 26·5 |
| Base deficit | 27 | 27 | 27 | 15 |
| Haemoglobin (g/L) | 15·7 | 13·1 | 12·2 | 7·4 |
| Glucose (mmol/L) | . . | . . | 30·9 | . . |
| Potassium (mmol/L) | 4·3 | 8·2 | 6·7 | 4·2 |
| Pharyngeal temperature (°C) | 14·4 | 18·2 | 25·0 | 37·6 |
| Rectal temperature (°C) | 14·4 | 13·7 | 14·2 | 36·0 |

- **Dobré prognostické faktory:**
  - Optimální mechanismus zchlazení těla – bez hypoxie, zástava v důsledku hypotermie
  - Optimální a koordinovaná přednemocniční péče, kontinuální kvalitní CPR, transport do centra s mimotělním oběhem, agresívní ohřívání - rychlé napojení na EEC
- **Nevzdávat se!!! (Dr. Gilbert)**

# ABSOLUTNÍ REKORD DÉLKA ZÁSTAVY OBĚHU: 6h 52 min

Mark *et al. International Journal of Emergency Medicine* 2012, **5**:7
http://www.intjem.com/content/5/1/7

International Journal of Emergency Medicine
a SpringerOpen Journal

**CASE REPORT** **Open Access**

## Hypothermic cardiac arrest far away from the center providing rewarming with extracorporeal circulation

Eckhard Mark[1], Olaf Jacobsen[2], Astrid Kjerstad[2], Torvind Naesheim[2], Rolf Busund[3], Ramez Bahar[3], Jon Kjetil Jensen[4], Per Kristian Skorpen[5] and Lars J Bjertnaes[1,2,6*]

**Abstract**

A 41-year-old man suffered hypothermic cardiac arrest after water immersion and was transported to our university hospital by ambulance helicopter for rewarming on cardiopulmonary bypass. He resumed spontaneous cardiac activity 6 h 52 min after cardiac arrest and recovered completely.

- 41 letý muž, intoxikován alkoholem, spadl do řeky v Severním Norsku mezi 3. a 4. hod ráno, 30.12., volal o pomoc
- Asi za 1 hodinu vyproštěn, vysvlečen, pokus o zahřátí tělesným teplem
- **4:45** bezvědomí a zástava dechu při nakládání do sanity, zahájena CPR, prováděna kontinuálně během transportu do nejbližší nemocnice, kde za 15 min v **5:01**.
- Vyšetření: EKG – asystolie, rektální teplota 27,5°C, pH 7,0, PaCO2 10,6, PaO2 3,6, $HCO3^-$ 18,5 mmol/l, BE – 11,3 mmol/l, léčba: OTI, alkalizace, adrenalin 1mg ➔ VF, defibrilace neúspěšná
- Letecký transport do Tromso University Hospital = 260km, za kontinuální resuscitace: manuální ventilace a manuální zevní srdeční masáž anesteziologem a anesteziologickou sestrou
- **8:45**!!! přistání, pH 6,88, PaO2 26,2 kPa, PaCO2 7,62 kPa, BE -21, K+ 5,9 mmol/l, rektální teplota 25°C, EKG: VF, EEC napojen v **9:18**
- **11:37** pravidelná srdeční akce, odpojen od EEC, MAP 55 mmHg
- Komplikace: MODS - pneumonie, renální selhávání, koagulopatie, hepatopatie
- Extubován 5. den, 12 den transfer do lokální nemocnice, 3 roky po události bez neurologického deficitu, pracuje jako logistik konzultant

# Dobré prognostické faktory:

- Zástava oběhu v důsledku hypotermie, ne asfyxie
- Alkoholová intoxikace – „prevence“ svalového třesu /zvyšuje spotřebu 02 tkáněmi/
- Koordinovaná přednemocniční péče – existence postupů v případě transferů pacientů se srdeční zástavou do centra s mimotělním oběhem
- Kontinuální srdeční masáž „no hands off time“ + UPV, které pokryly nároky na spotřebu O2 tkáněmi při tělesné teplotě < 27°C

# ASFYXIE - JE HLADINA $K^+$ V SÉRU DOSTATEČNÝ PREDIKČNÍ FAKTOR PRO PŘEŽITÍ?

Resuscitation. 1994 Jan;27(1):47-54.

**Prognostic markers in patients with severe accidental hypothermia and cardiocirculatory arrest.**

Mair P, Kornberger E, Furtwaengler W, Balogh D, Antretter H.

Department of Anesthesia and Intensive Care Medicine, University of Innsbruck School of Medicine, Austria.

- 22 obětí těžké hypotermie se zástavou oběhu (lavina, studená voda, chladné prostředí), EEC
- ROSC ano: $K^+$ medián 5 mmol/l (3,4 – 8)
- ROSC ne: $K^+$ medián 8,7 mmol/l (3,4 – 20)

Praxis (Bern 1994). 1996 Oct 8;85(41):1275-82.

**[Differential diagnosis of circulatory failure in hypothermic avalanche victims: retrospective analysis of 32 avalanche accidents].**

[Article in German]

Locher T, Walpoth BH.

Klinik für Thorax-, Herz- und Gefässchirurgie, Inselspital, Bern.

- Přežili: $K^+$ 4,25 ±0,9 (3,1 – 6,4), nepřežili: $K^+$ 9,95 ±4,9 (2,0 – 18) mmol/l
- Asphyxie => hyperkalémie => zástava oběhu

# JE HLADINA $K^+$ V SÉRU DOSTATEČNÝ PREDIKČNÍ FAKTOR PRO PŘEŽITÍ?

Contents lists available at ScienceDirect

Resuscitation

journal homepage: www.elsevier.com/locate/resuscitation

Review

Prognostic factors in avalanche resuscitation: A systematic review☆

Jeff Boyd[a,b,*], Hermann Brugger[c,d], Michael Shuster[a]

Resuscitation 81 (2010) 645–652

- Hladina $K^+$ může být jedním z prognostických faktorů, jestli pokračovat v kontinuální resuscitaci a transportovat pacienta do centra s mimotělním oběhem
- Nejvyšší vstupní $K^+$ u dospělé oběti lavinové nehody, která přežila = 6,4 mmol/l
- Nejvyšší vstupní hladina $K^+$ dítěte /expozice chladného prostředí/, které přežilo = 11,8 mmol/l
- **Resuscitaci lze ukončit, jestliže hladina $K^+$> 12 mmol/l**

# Těžká hypotermie
# Resuscitace ano nebo ne?

| VYŠETŘENÍ: | Šance na přežití ano | Šance na přežití ne |
|---|---|---|
| Klinické vyšetření | Bezvědomí<br>Žádné známky života<br>Stlačitelný hrudník | Bezvědomí<br>Žádné známky života<br>**Hrudník nestlačitelný**<br>**Zranění neslučitelná se životem**<br>**Nevyléčitelná choroba**<br>**Doba zasypání lavinou > 35min, nejsou volné DC** |
| Teplota | > 13 °C | < 13 °C (13,7 °C) |
| EKG | ASY, KF | ASY |
| Laboratorní vyšetření $K^+$ | < 12 mmol/l | > 12 mmol/l (=> asfyxie) |

KPCR se nezahajuje

KPCR lze ukončit

# KDY JE VYSOKÁ ŠANCE NA ZÁCHRANU?

- Mladý, zdravý pacient, bez předchozího kardiovaskulárního onemocnění, v dobré fyzické kondici
- Optimální mechanismus zchlazení těla, zástava oběhu nastane v důsledku hypotermie,  ne asfyxie, nepřítomnost hypoxického poškození mozku před rozvinutím těžké hypotermie
- Optimální a koordinovaná přednemocniční péče, kvalitní kontinuální CPR bez přerušování, transport do specializovaného centra s možností EEC - existence postupů pro PNP, UP a KCH sál
- Ohřátí pomocí mimotělního oběhu
- Nízká hladina $K^+$, teplota > 13°C
- **Nevzdávat se!!!**

# TRANSPORT PACIENTA SE ZÁSTAVOU OBĚHU

- Velká vzdálenost do centra s mimotělním oběhem – dlouhý transport
- Masáž srdce během transportu nelze vykonávat tak kvalitně, jako v klidu, v některých typech vrtulníků nebo během nakládání do vozu či vrtulníku ji nelze vykonávat vůbec
- Bezpečnost posádky – během masáže srdce nelze sedět na sedačkách a být připoután bezpečnostními pásy
- Postupné vyčerpání zachránců během transportu – snížení účinnosti masáže

# Řešení: prostředky pro mechanickou srdeční masáž

- Potenciální rizika: těžká poranění hrudníku a nitrohrudních orgánů při použití přístrojů pro mechanickou srdeční masáž, barotrauma

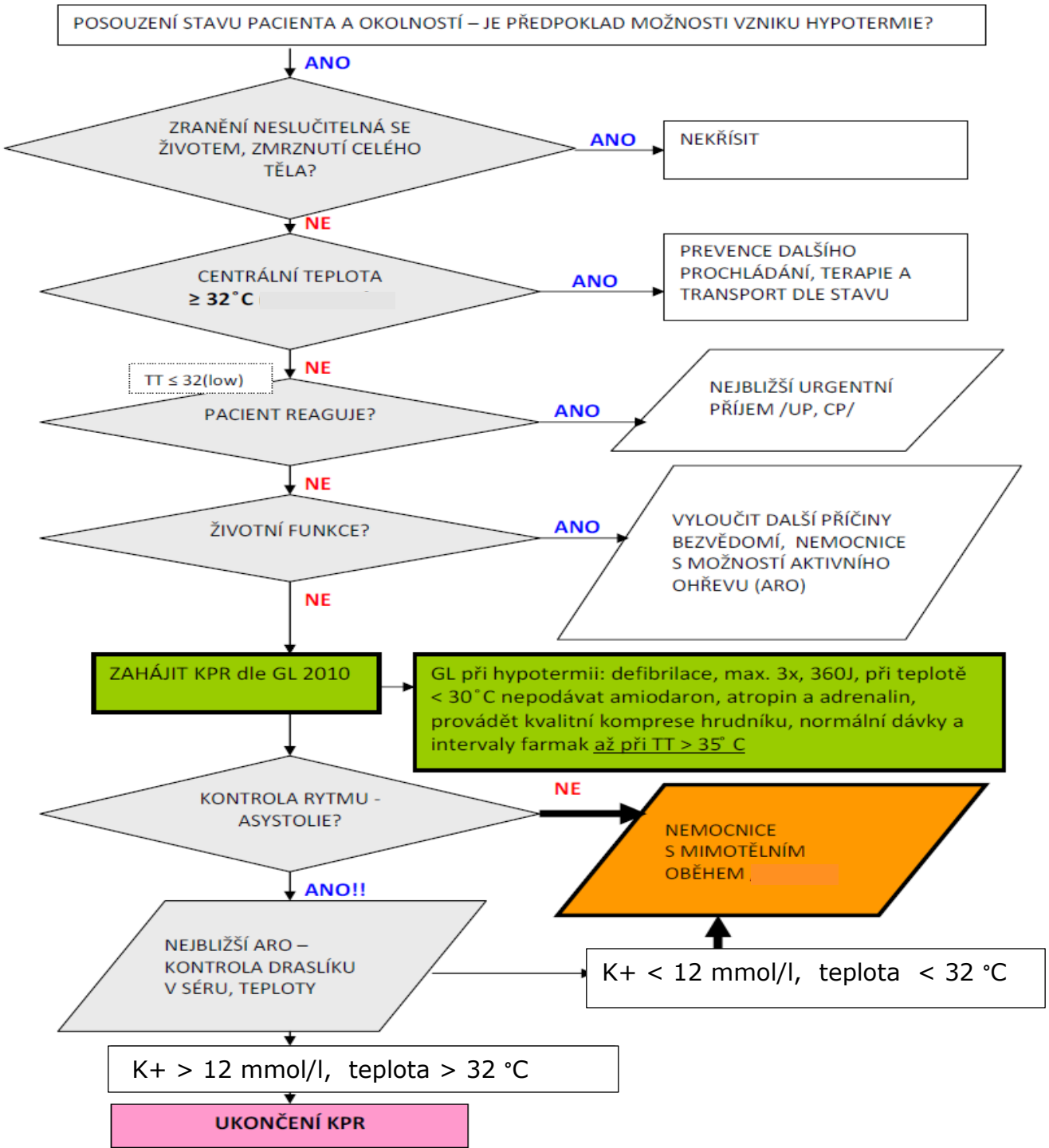
Truhlar A, (2012), „Mechanical chest compression devices in HEMS – blessing or curse“, Air Rescue Vol. 2:51-55

„Mechanical devices should be used whenever there is at least a potential survival benefit or the need to maintain circulation during prolonged CPR or helicopter transport“

# Vytvoření algoritmů

- Algoritmus ZZS KV
- Modifikovaný ICAR Medcom algoritmus 2011

Resuscitation, 2001;51:7-15, Brugger H, Durrer B, Adler-Kastner L, Falk M, Tschirky F. Field management of avalanche victims



„no one is dead until warm and dead“

**NIKDO PODCHLAZENÝ NENÍ MRTVÝ DOKUD NENÍ OHŘÁTÝ NA NORMÁLNÍ TEPLOTU A MRTVÝ**

# DĚKUJI ZA POZORNOST