

# Akcidentální hypotermie

Jana Kubalová

ZZS JMK

Lékařská komise HS

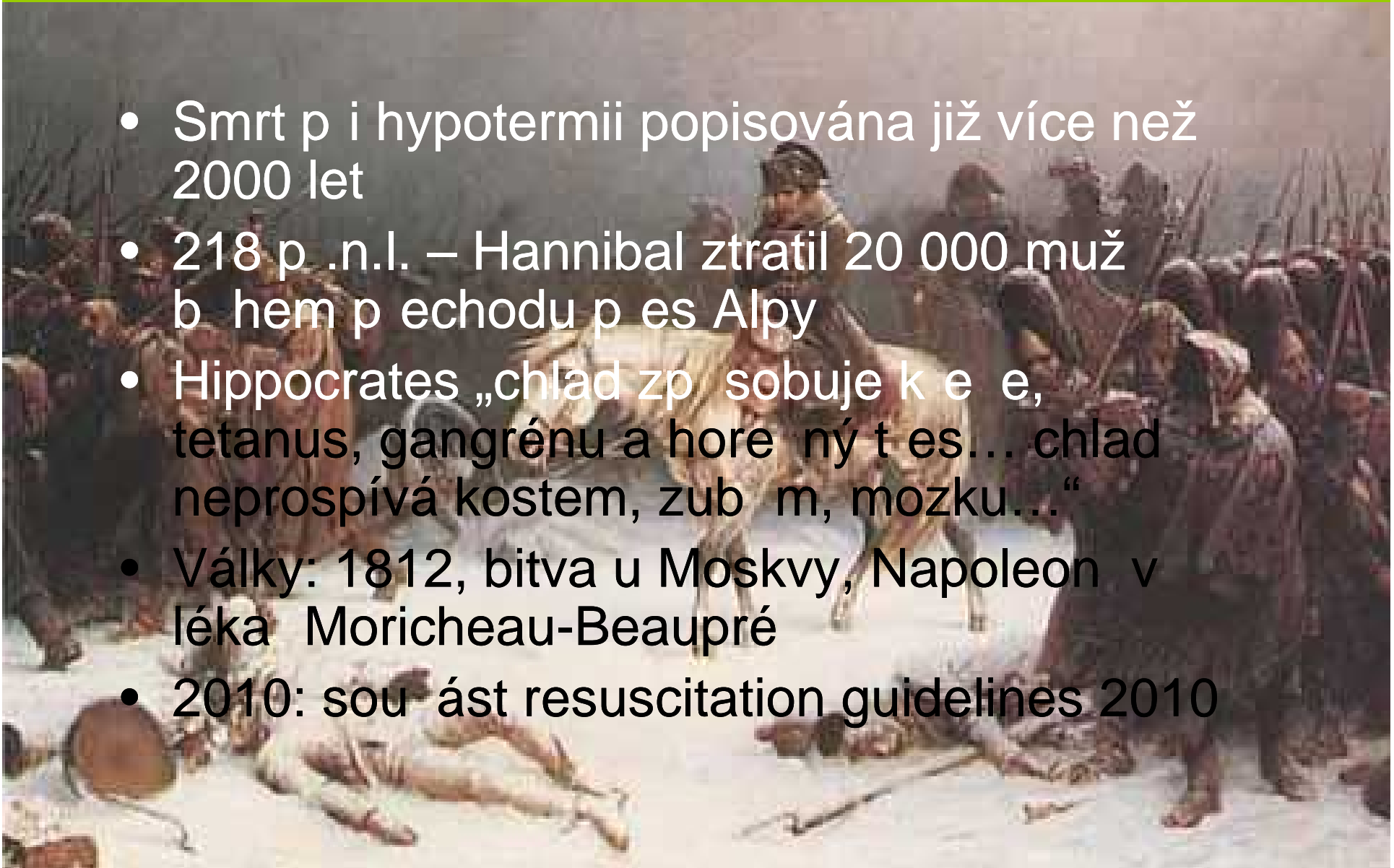
Společnost horské medicíny

Lékařská komise UIAA

KUM duben 2013

# Historie akcidentální hypotermie

- Smrt při hypotermii popisována již více než 2000 let
- 218 p. n. l. – Hannibal ztratil 20 000 mužů během přechodu přes Alpy
- Hippocrates „chlad způsobuje křeče, tetanus, gangrénu a horečky... chlad neprospívá kostem, zubům, mozku...“
- Války: 1812, bitva u Moskvy, Napoleon v lékař Moricheau-Beaupré
- 2010: součást resuscitation guidelines 2010

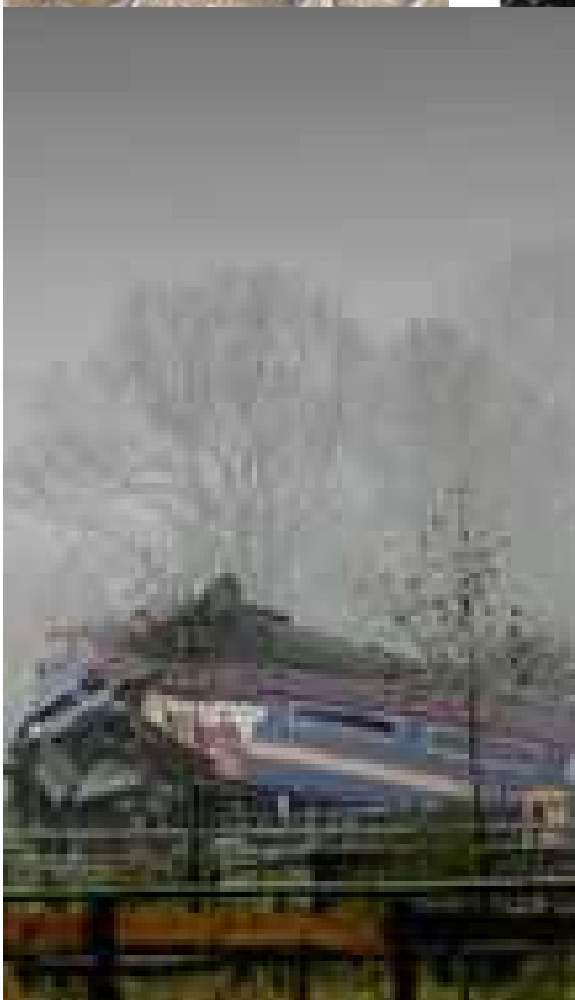


# Hypotermie

- Pokles centrální t lesné teploty pod 35°C
- Tepelné ztráty p evažují nad tvorbou tepla
- Kritická teplota = 29°C
  - zástava ob hu
  - hypotalamus ztrácí schopnost regulace t lesné teploty
- asto bývá podce ována

Zeman,V: Adaptace na chlad u lov ka, Galén 2006

# Příiny HT– normální termoregulace



# Příiny HT – porušená termoregulace

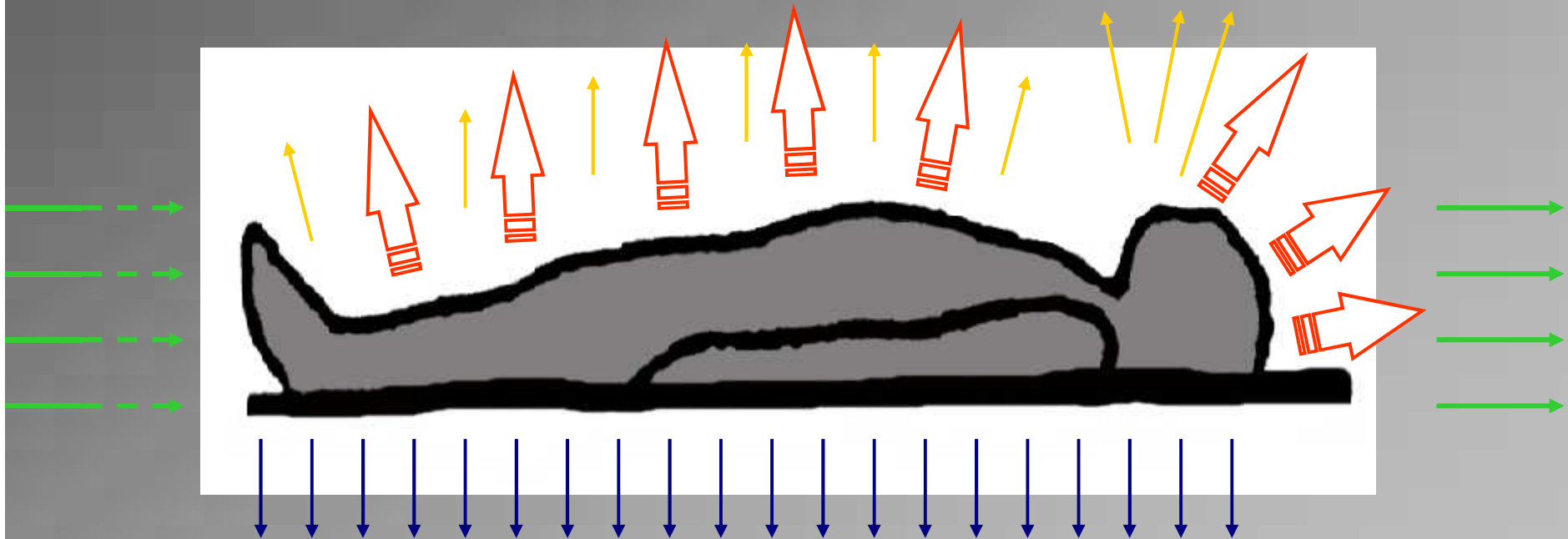
- Intoxikace léky, alkoholem
- Polytrauma
- Zhoršení stavu v domí, poranění mozku
- Vyerpání, nedostatek spánku
- Hraniční v kové kategorie - dítí, staí + komorbidita

# Ztráty tepla

**Vyzařování:**  
elektromagnetické vlny

**Odpařování:**  
z povrchu kůže,  
vydechování vodních  
par plícemi

**Vedení:** přímé předání kinetické energie molekul  
mezi dvěma předměty s rozdílnou teplotou,  
**vedení urychluje pobyt ve studené vodě**,  
zvýšená vlhkost vzduchu. Čím větší je teplotní  
gradient mezi kůží a okolím, tím větší jsou  
tepelné ztráty



**Proudění:** vrstva teplého vzduchu (vody), která se ohřívá od těla vyzařováním a vedením je působením proudění (vtrhu /wind-chill/, při plavání) strhávána pryč od těla a nahrazována chladnějším z okolí, **zvyšuje se rozdíl teplot tělo-okolí, urychlují se tepelné ztráty**

# Wind-chill - vliv proudění na pocitovou teplotu

**Wind Chill** (pocitová teplota) - od +5 do -20°C

$T_{air}$ (°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

$T_{air}$  (°C) = aktuální teplota vzduchu v °C,  $V_{10}$  (km/h) = rychlost v trů ve výšce 10 m v km/h

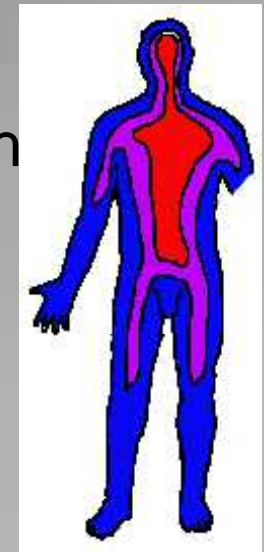
# ODPOVĚDĚ ORGANISMU NA CHLAD

## CO VĚMI OVLIVNÍME

- Poloha – schoulení do klubíčka /zmenšení povrchu těla/
- Přidání vrstev oblečení
- Poskakování, fyzická aktivita

## CO UDĚLÁM LOU ZA NÁS

- Chladové zúžení cév v podkoží, kůže a neaktivních svalech



- Svalový třes

- SVALOVÁ PRÁCE
- VYSOKÁ SPOTŘEVA KYSLÍKU A GLUKOZY
- TŘES RUŠÍ CHLADOVÉ ZÚŽENÍ CÉV





# Klasifikace HT

Klasifikace dle teploty t lesného jádra	Teplota	Swiss staging system, REGA	Klinický stav = užití na místě nehody => „on site triage“		Spotřeba O <sub>2</sub> tkáněmi
Lehká, nezávažná	35 – 32 °C	I.	Jasně v domí, chladový t es 	35 – 32 °C	až o 300% !!
Střední	32 – 28 °C	II.	Postupný útlum v domí, není t es, arytmie	32 – 28 °C	o 50%
Těžká	< 28 °C	III.	Bez v domí, základní životní funkce zpomalené, ale zachovány, arytmie	28 – 24 °C	
		IV.	Bez v domí, apnoe, KF, ASY	24 – 15 °C	o 75% (22°C)
		V.	Ireverzibilní HT	< 13 °C (13,7 °C)	o 92% (10°C)

# HT IV x HT V

## Živý nebo mrtvý?

VYŠETŘENÍ:	HT IV	HT V
Klinické vyšetření	Bezv domí Žádné známky života Stla itelný hrudník	Bezv domí Žádné známky života <b>Hrudník nestla itelný</b> <b>Zranění neslu itelná se životem</b>
Teplo		
EKG		
Laboratorní vyšetření K <sup>+</sup>		

**KPCR se nezačíná**

- Pouze jeden případ přežití u dítěte s iniciálním K<sup>+</sup> = 11,8 mmol/l
- U dospělých lze uvažovat o ukončení KPR: K<sup>+</sup> > 7 mmol/l + asystolická zástava + další okolnosti



Review  
 Prognostic factors in avalanche resuscitation:  
 A systematic review<sup>☆</sup>  
 Jeff Boyd<sup>a,b,\*</sup>, Hermann Brugger<sup>c,d</sup>, Michael Shuster<sup>a</sup>

# Hypotermie - diagnostika

1. ANAMNÉZA , OKOLNOSTI
2. KLINICKÉ VYŠETŘENÍ (Swiss staging system, REGA)
3. MĚŘENÍ TEPLoty:
  - teplota na končetinách sleduje teplotu prostředí, neodpovídá teplotě tělesného jádra!
4. EKG

# 1. Diagnostika – anamnéza, okolnosti

- TEPLOTA OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ
- DOBA EXPOZICE CHLADU
- OBLEČENÍ
- OKOLNOSTI:
  - ❖ Zranění – kraniotrauma, imobilizace
  - ❖ Věk (velmi mladí, staří)
  - ❖ Rezervy organismu
  - ❖ Onemocnění

## 2. Diagnostika – klinické vyšetření

Hypotermie Stadia dle REGA	Svalový t es	Stav v domí	Dýchání	Puls	Centrální teplota
<b>I</b>	+	+ (↑)	+ (↑)	+ (↑)	35 – 32 °C
<b>II</b>	–	+ (↓) apatie, spavost	+ (↓)	+ (↓) ES, FS	32 – 28 °C
<b>III</b>	–	– mydriáza, foto +	+ (↓)	+ (↓) Osbornova J - vlna	28 – 24 °C
<b>IV</b>	–	– mydriáza, foto –	–	– FK, ASY	24 – 15 °C
<b>V</b>	–	–	–	– ASY	< 15 °C (13,7 °C)

# 3. Diagnostika – měření teploty

## PNP:

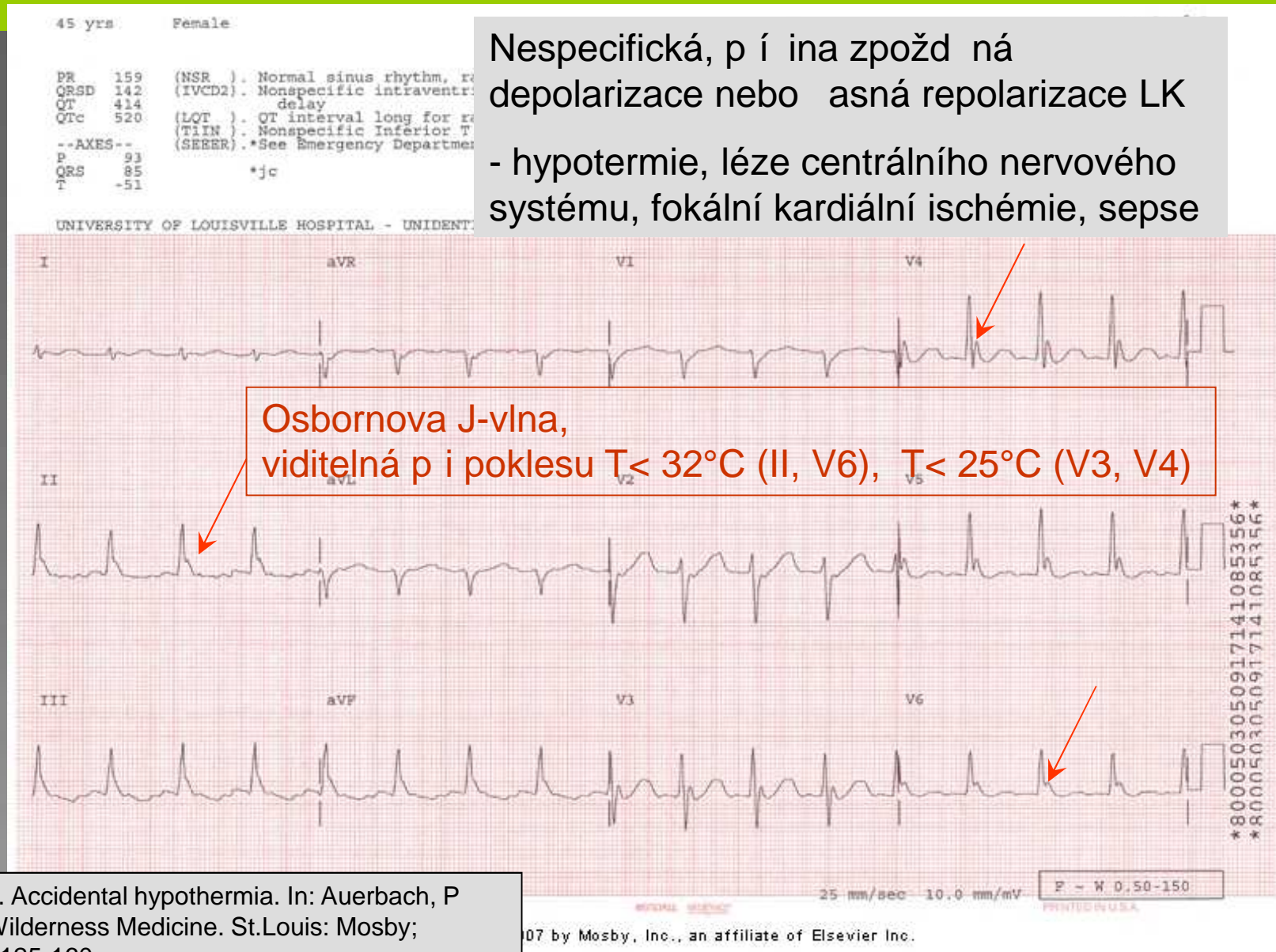
- **Zevní zvukovod:**
  - Vhodné pro HT I, II
  - Falešně nízké hodnoty:
    - při HT III, IV
    - zástava oběhu
    - velmi nízké teploty okolí, snižuje v zevním zvukovodu
  - Schopnost teploměru měřit nízké teploty (vlastina > 34°C)



## ICU:

- **Jícen:** dolní 1/3 jícnu (~ teplota krve protékající srdcem)
- **Mortuální chý**
- **Rektum** – odpovídá centrální teplotě, reaguje pomaleji
- **Zevní zvukovod**

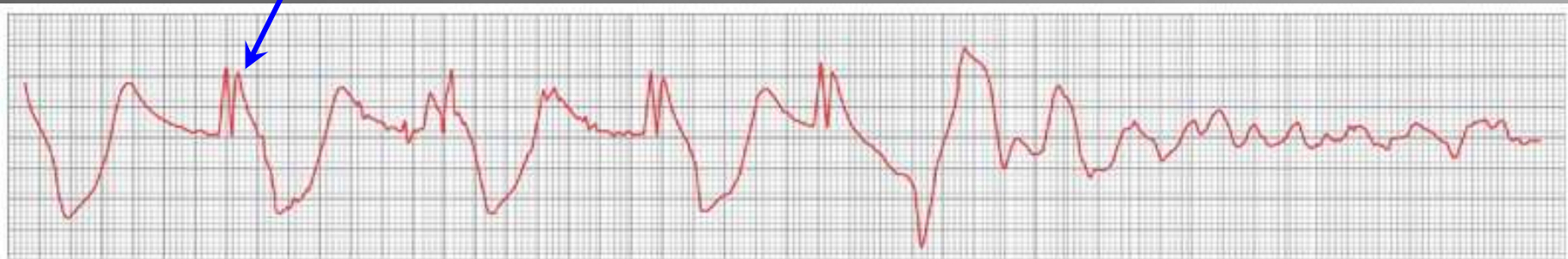
# 4. Hypotermie – EKG



Danzl D. Accidental hypothermia. In: Auerbach, P editor. Wilderness Medicine. St.Louis: Mosby; 2007.p. 125-160

# HT – arytmie

Osbornova J-vlna



(c) Copyright 2007 by Mosby, Inc., an affiliate of Elsevier Inc.

## Figure 5-6.

In this patient, ventricular fibrillation developed during a code 3 transport by emergency medical services to the emergency department. Note the pronounced J wave after the QRS complex.

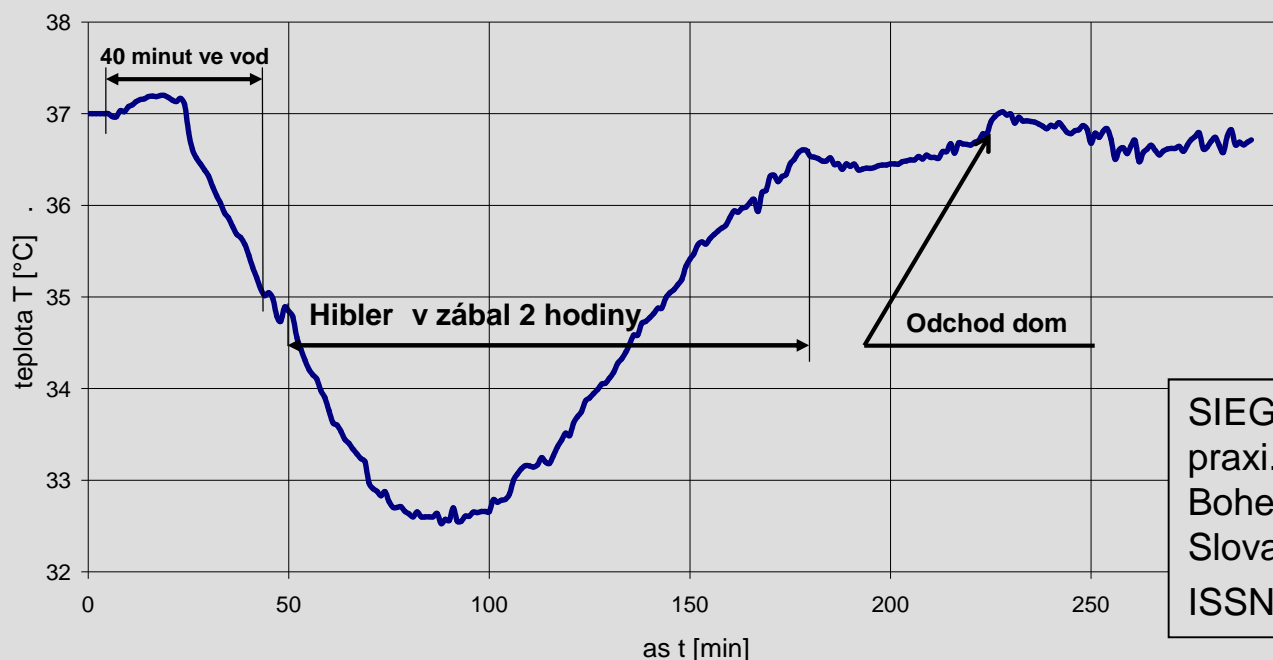
Danzl D. Accidental hypothermia. In: Auerbach, P editor. Wilderness Medicine. St. Louis: Mosby; 2007.p. 125-160



# „After drop“ syndrom

- Další pokles centrální teploty i po dokonalé izolaci pacienta a zahájení zevního ohřívání
- 0,5- 6°C, dle teploty okolního prostředí před vyproštěním a typu ohřívání pacienta

Průběh teploty po 40 minutovém pobytu ve vodě 1,5°C, BMI 32, použit Hibler v zábalu



Hibler v zábal =  
typ  
improvizovaného  
ohřevu pacienta

SIEGER, L. Hibler v zábalu v praxi. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 2008, 17 (2), 90-93. ISSN 1210-5481.

# Terapie v terénu

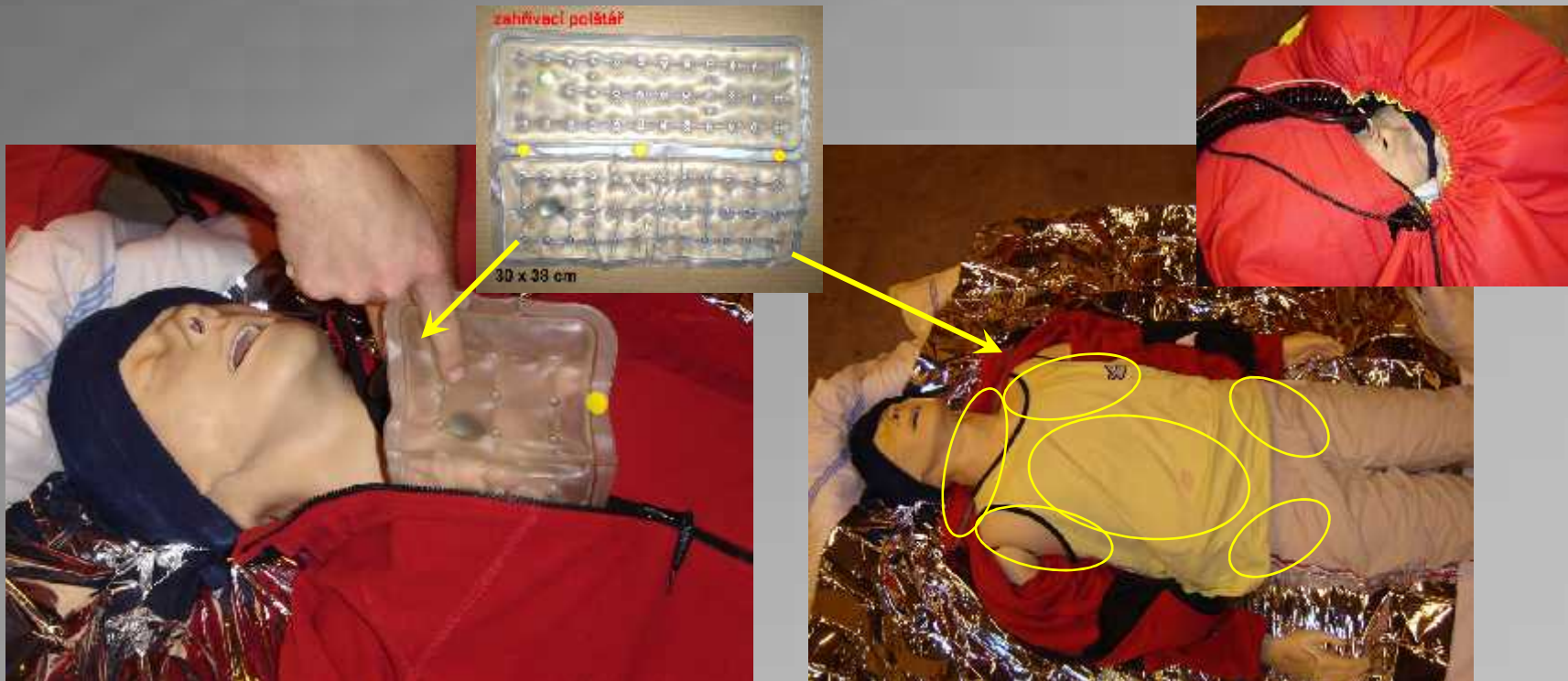
## HT I - IV

- Přemístění z chladného prostředí
- Prevence dalšího prochládní
- Rychlý transport na cílové pracoviště =>  
**OH ATÍ PACIENTA**
  - imobilizace, horizontální poloha, HT I dle stavu a poranění, jen nezbytné nutné pohyby /HT II – IV/
  - kontinuální monitoring – EKG, tělesná teplota
- Přednemocnění vyšetření a ošetření pacienta jen v minimálně nutném rozsahu (nesmí oddálit transport) – „scoop and run“



# Pasivní ohřívání + chemické balíčky

- Vhodné u pacientů i v domě, HT lehká, během transportu pacientů v PNP v jakémkoliv stadiu
- Chemické balíčky jsou užitečné pro prevenci dalšího prochládnutí v PNP (HT střední až těžká)

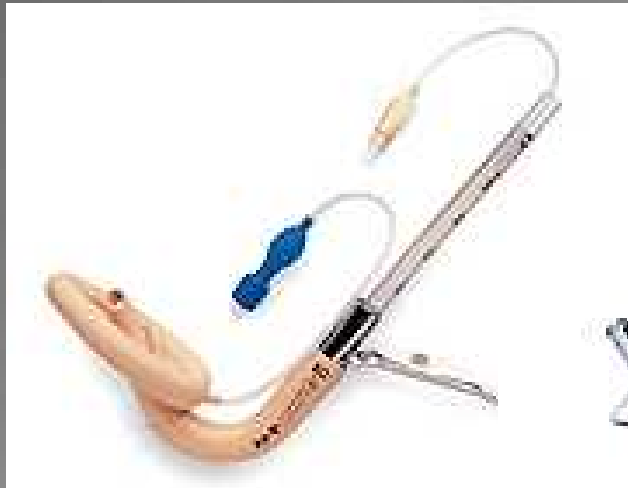


# Aktivní ohřívání (ICU)

- **Zevní** – ohřívání prostředím, teplé pokrývky, warm-touch, i.v. infúze 42 °C (~ 1-1,5 °C/hod)
  - Efektivní, levné, dostupné, podmínkou je pacient se zachovaným krevním oběhem
  - Není prokázáný signifikantní after-drop
- **Vnitřní** – vdechování zvlhčeného ohřátého vzduchu, peritoneální, pleurální laváž, laváž močového měchýře a žaludku, mimotlní oběh
- Ohřívání = **vasodilace** => expanze intravaskulárního prostoru, nutné podat dostatečný objem ohřátých tekutin + **kontinuální hemodynamický monitoring**

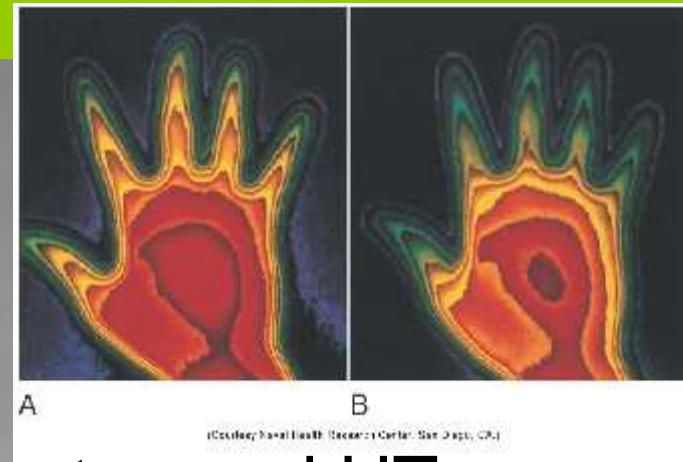
# Zajištění dýchacích cest

- Bezvědomí – areflexie:
- zajištění dýchacích cest + UPV s vysokou frakcí O<sub>2</sub>



# i.v. vstup + infúze

Danzl D. Accidental hypothermia. In:Auerbach, P editor. Wilderness Medicine. St.Louis: Mosby; 2007.p. 125-160



- Zajištění intra-vaskulárního vstupu při HT obtížné!!

= > alternativní metody /i. os./



- Podávání ohřátých tekutin i.v. v PNP bez efektu: infúze 1litr 40 °C, 70kg, 28 °C => ohřátí o 0,3 °C

Paal P, Beikircher W, Brugger H. Avalanche emergencies. Review of the current situation. Anaesthesist 2006;55:314-24

# Resuscitace

Klasifikace dle teploty tělesného jádra	Teplota	Swiss staging system, REGA	Klinický stav = užití na místě nehody => „on site triage“		Spotřeba O <sub>2</sub> tkáňmi
Lehká, nezávažná	35 – 32 °C	I.	Jasně v domí, chladový šok 	35 – 32 °C	až o 300% !!
Střední	32 – 28 °C	II.	Postupný útlum v domí, není šok, arytmie	32 – 28 °C	o 50%
Těžká	< 28 °C	III.	Bez v domí, základní životní funkce zpomalené, ale zachovány, arytmie	28 – 24 °C	
		IV.	Bez v domí, apnoe, KF, ASY	24 – 15 °C	o 75% (22°C)
		V.	Ireverzibilní HT	< 13 °C (13,7 °C)	o 92% (10°C)



# Jak vypadá velmi těžce podchlazený pacient?

- Na první pohled mrtvý
- Fixovaná mydriáza
- Bledý až voskový bílý
- Na pohmat ledově chladná kůže
- Z TR často odsáván zpětný žlutý 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.

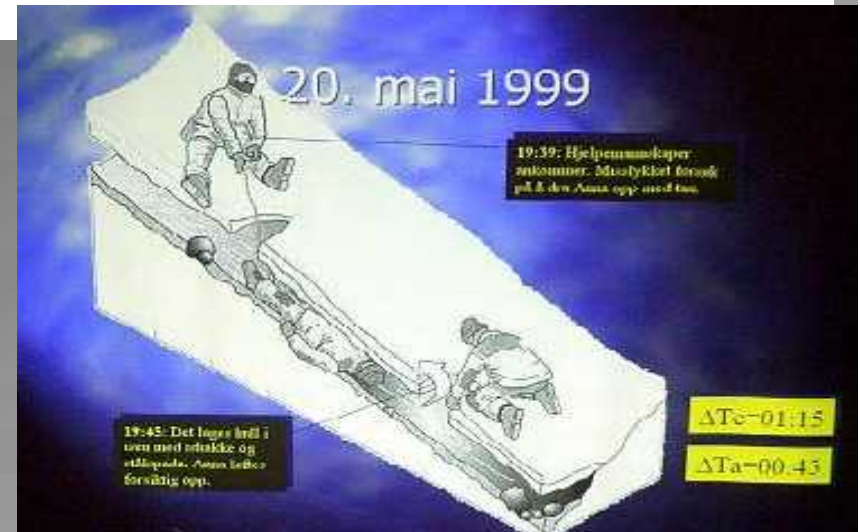
- 324 pacientů s HT – těžká HT se zástavou oběhu: 46 pacientů, EEC: 32 pacientů ve 3 centrech
- Dlouhodobé přežití: 15 (47%) – 7 žen, 8 mužů, věk 25,2±9,9 – nehody v horách, na lodi, kriminální nebo suicidální pokus
- Všichni OTI, UPV, masáž srdce během transportu, EEC (141±50 min), teplota 21,8±2,5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

# 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 lyžování ve volném terénu
- V dob události 29 let
- Ve vod celkem: 80 min, bezv domí - vyprošt ní: 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 d vodu ob hového a respira ního selhání napojena na ECMO 5 dní, rozvoj t žká 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 postupn upravila, návrat do práce za 140 dní po události, lyžuje



# ABSOLUTNÍ REKORD DÉLKA ZÁSTAVY OB HU: 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<sup>1</sup>, Olaf Jacobsen<sup>2</sup>, Astrid Kjerstad<sup>2</sup>, Torvind Naesheim<sup>2</sup>, Rolf Busund<sup>3</sup>, Ramez Bahar<sup>3</sup>, Jon Kjetil Jensen<sup>4</sup>, Per Kristian Skorpen<sup>5</sup> and Lars J Bjertnaes<sup>1,2,6\*</sup>

### **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.

# Kdy zahájit KPCR?

- Stanovení zástavy oběhu do 60s

- Využití EKG, ECHO, SONO Doppler – zjištění přítomnosti srdečního výdeje



- Pochybnost o přítomnosti srdeční akce => zahájit KPCR, potvrdit hypotermii
- BLS, ACLS (pomocí a frekvence) ~ Guidelines 2010

# Defibrilace

- Závažné arytmie - komorová tachykardie, fibrilace komor – defibrilace max. energií max. 3x, další defibrilace p i TT > 30 °C
- AED – následovat a vykonávat pobídky p ístroje b hem oh ívání

J.Soar et al.: Cardiac arrest in special circumstances/Resuscitation 81 (2010) 1400 - 1433

# Farmakologie

- Farmaka: pomalejší metabolismus, opakované podávání lék vede k vysoké až toxické plasmatické koncentraci
- **Adrenalin:**
  - + efekt na zvýšení koronární perfúzního tlaku, ale není život zachraující, arytmogenní efekt
  - Nepodávat, jestliže teplota tělesného jádra  $< 30\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - TT  $30 - 35\text{ }^{\circ}\text{C}$  – zdvojnásobit interval
  - TT  $> 35\text{ }^{\circ}\text{C}$  – normální D a interval
- **Amiodaron** – při HT snížený efekt, podávat až po ohřátí
- **Atropin** – neúčinný (pokles spontánní depolarizace pacemakerových buněk)

J. Soar et al.: Cardiac arrest in special circumstances/Resuscitation 81 (2010) 1400 - 1433

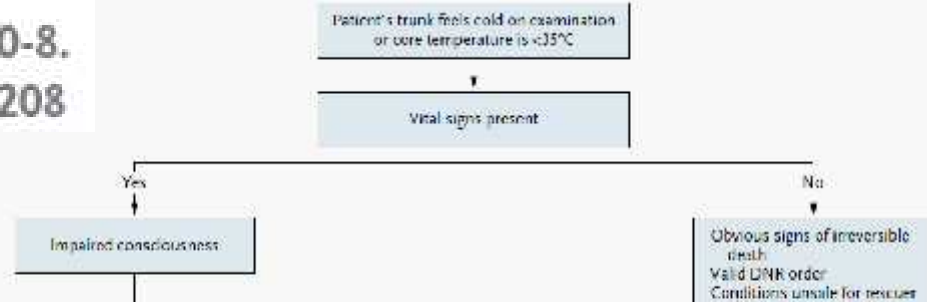
# Aktivní ohřívání – mimotělní oběh

- Mimotělní oběh – preferován u pacientů se zástavou dechu a oběhu = náhrada oběhu + oxygenace, vzestup teploty 8 -12 °C/hod
- Nevýhoda: dostupnost - specializovaná centra
- Preferovaná metoda: ECMO





N Engl J Med 2012;367:1930-8.  
DOI: 10.1056/NEJMr1114208



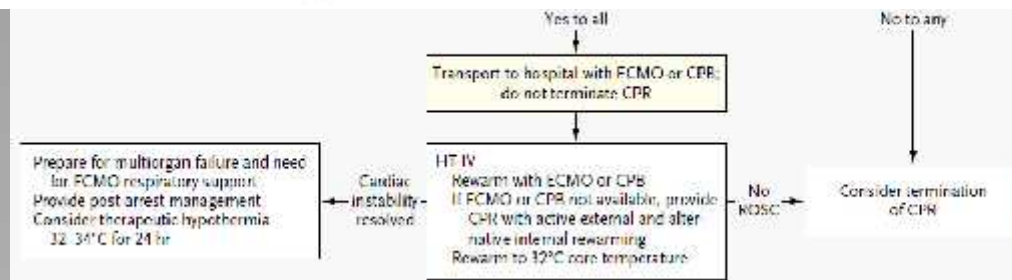
The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

REVIEW ARTICLE

CURRENT CONCEPTS

# Accidental Hypothermia

Douglas J.A. Brown, M.D., Hermann Brugger, M.D., Jeff Boyd, M.B., B.S., and Peter Paal, M.D.



# ešení: prost edky pro mechanickou srde ní masáž

- Potenciální rizika: těžká poranění hrudníku a nitrohrudních orgánů při použití přístroje 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“



# Ukončení resuscitace

- Ukončení KPR až po ohřátí a nastolení ROSC
- Standardní strategie post-resuscitativní péče
  - Rychlé ohřátí do 32 °C
  - Pomalé ohřátí na 37 °C

# KTE Í PACIENTI MAJÍ VYSOKOU ŠANCI 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
- Ohátí pomocí mimotělního oběhu
- Nízká hladina K<sup>+</sup>, teplota > 13°C
- **Nevzdávat se!!!**

**„no one is dead until warm and dead“**

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

# Lavinová nehoda

- Každý rok zemře v Severní Americe a Evropě v důsledku lavinové nehody průměrně **141 osob**

Brugger H, Etter HJ, Zweifel B, Mair P, Hohlrieder M, Ellerton J, Elsensohn F, Boyd J, Suman G, Falk M. The impact of avalanche rescue devices on survival. Resuscitation 2007; 75:476-483

Příčina smrti	Evropa Univ. Innsbruck (1996 – 2005) n = 105	USA - Utah (1989 – 2006) n = 56	British Columbia, Alberta (1984 – 2005) n = 204
Asfyxie	<b>91,7%</b>	<b>85,7%</b>	<b>75%</b>
Trauma	<b>5,6%</b> (končetiny, hrudník, C-páte)	<b>5,4%</b> (8,9% komb.asfyxie + trauma)	<b>24%</b> (hlava, hrudník)
Hypotermie	<b>1</b>		<b>&lt; 1%</b>

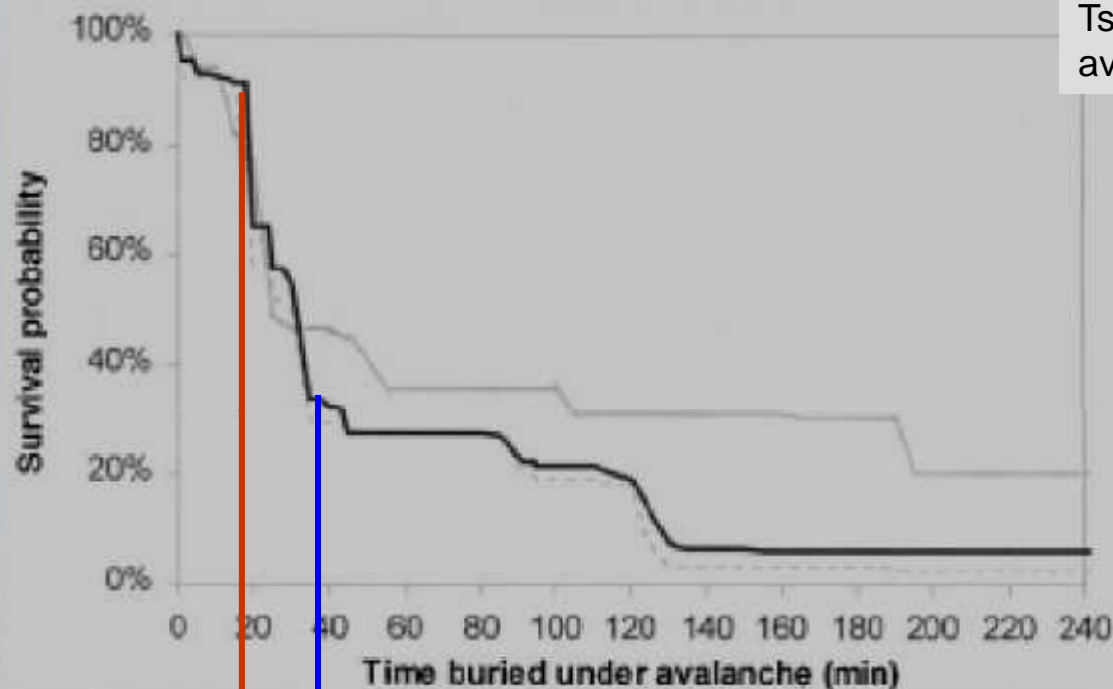
Pattern and severity of injury in avalanche victims.  
Hohlrieder M, Brugger H et al, High Alt Med Biol, 2007 8(1):56-61

Cause of death in avalanche fatalities.  
McIntosh, Grissom et al, Wilderness Environ Med 2007, 18(4):293-7

Patterns of death among avalanche fatalities: a 21-year review. Boyd.J et al, [www.cmaj.ca](http://www.cmaj.ca), Feb., 2009

# Lavinová nehoda

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



**Prvních 18. minut přežívá 90%  
obětí lavinové nehody  
„SMRT POČKÁ 18 MINUT“**

**> 35 min =>  
riziko hypotermie**

- Analýza 638 obětí lavinových nehod v otevřeném terénu
- 97 obětí v uzavřeném prostředí
- Švýcarská data (1981 – 1998)
- 422 obětí v otevřeném terénu (1981 – 1991, Falk et. all)

## Should strategies for care of avalanche victims change?

Hermann Brugger MD

Published at www.cmaj.ca on Feb. 12, 2009.



- Lavinový vyhledáva = rychlost vyhledání (snížení rizika † 55,2% vs. 70,6%)
- Avalung = prodlouží dobu p ežití pod sn hem
- ABS systém = prevence kompletního zasypání (snížení rizika † 2,9% vs. 18,9%)
- P ilba = prevence traumatu hlavy



**Děkuji za pozornost**

