

Akzidentelle Hypothermie

P. Hösl

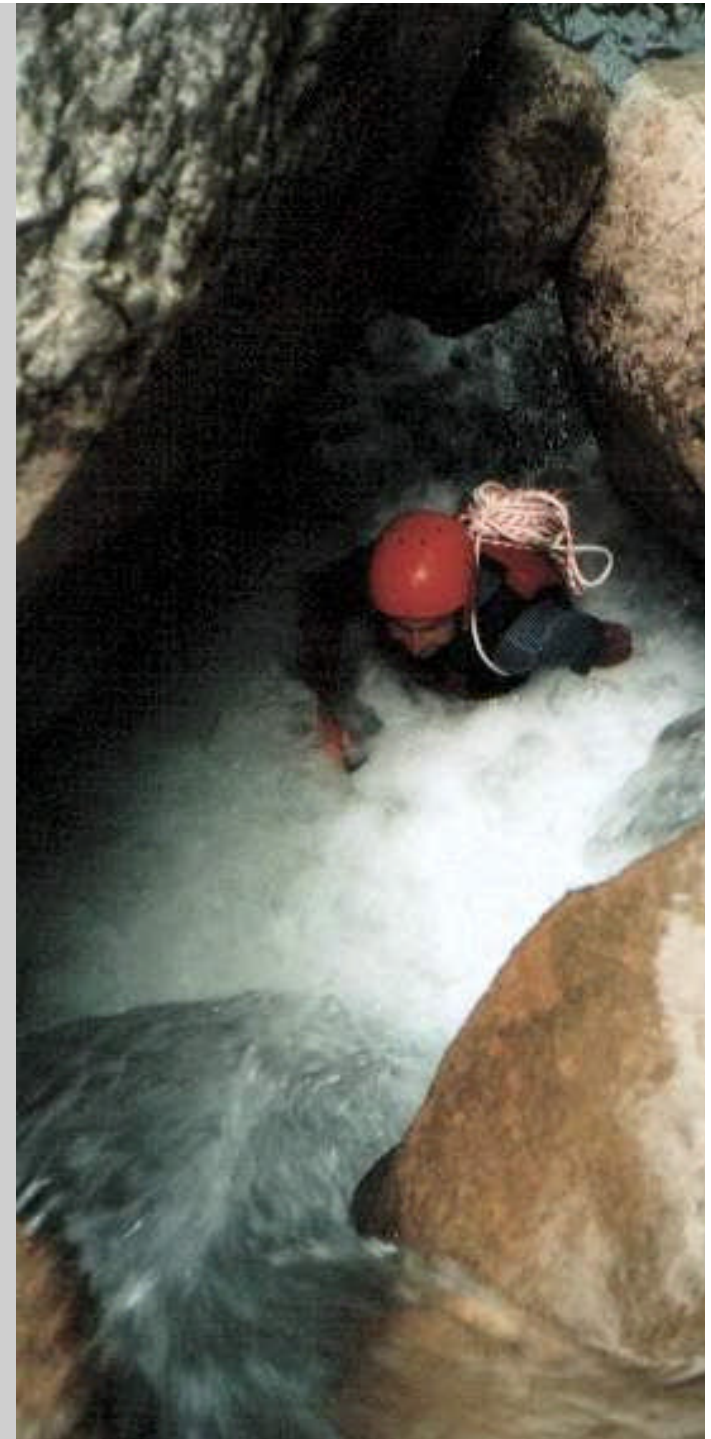
**NAH-Stützpunkt Heli 3
Kufstein-Langkampfen**



Hypothermie

Ätiologie

- Kälteexposition und Intoxikation
- Wasserunfälle
 - Wildwasser, Canyoning
 - Eiswassersubmersion
- Alpinunfälle
 - Lawinenunfall
 - Gletscherspaltensturz
 - Erschöpfung
- Polytrauma
- Verbrennungstrauma
- Hypothermie beim Kind



Hypothermie

Homöostase der Körpertemperatur

Temperaturregulation

z.B. SHT, Anästhesie, Hyperkapnie

Wärmeproduktion

Wärmeabgabe

Zell. Stoffwechsel

- **Substratangebot**
(Hypoglykämie, Erschöpfung)
- **Zell. O₂-Angebot**
Pulm. Gasaustausch (Asphyxie)
O₂-Transport: cO₂, Hb, HMV
(Schock)
O₂-Bindung: p50 (pH ↑, T ↓ usw.)
- **Temperatur (Hypothermie)**

Konvektion=Strömen

(Wind, Kreislauf)

Radiation=Abstrahlung

Konduktion =Ableitung

(Eiswasserimmersion, Lawine)

Evaporation =Verdunstung

(Schweißbildung, **Verbrennung**)

Hypothermie - Pathophysiologie

Stadium I (KKT 35-32°C)

Kompensation

- Keine Vigilanzstörung
- Sympatho-adrenerge Gegenregulation
 - Muskelzittern/ erhöhter VO_2
 - Tachykardie
 - Tachypnoe
 - Zentralisation
(beg. Entkopplung Körperkern / Körperschale)
 - kreislaufstabil



**Akzidentelle
Hypothermie**

Rosenheimer
Notfalltag am
10.11.2007



Hypothermie - Pathophysiologie

Stadium II (KKT 32-28°C)

Beginnende Dekompensation

- Bewußtseinsstörung
- Kein Muskelzittern, Muskeltonus ↓
- Reduktion des Stoffwechsels
- Atemfrequenz ↓, Herzfrequenz ↓
und Blutdruck ↓, Herzrhythm.stör. möglich
- Gefahr des Bergungskollapses



**Akzidentelle
Hypothermie**

Rosenheimer
Notfalltag am
10.11.2007

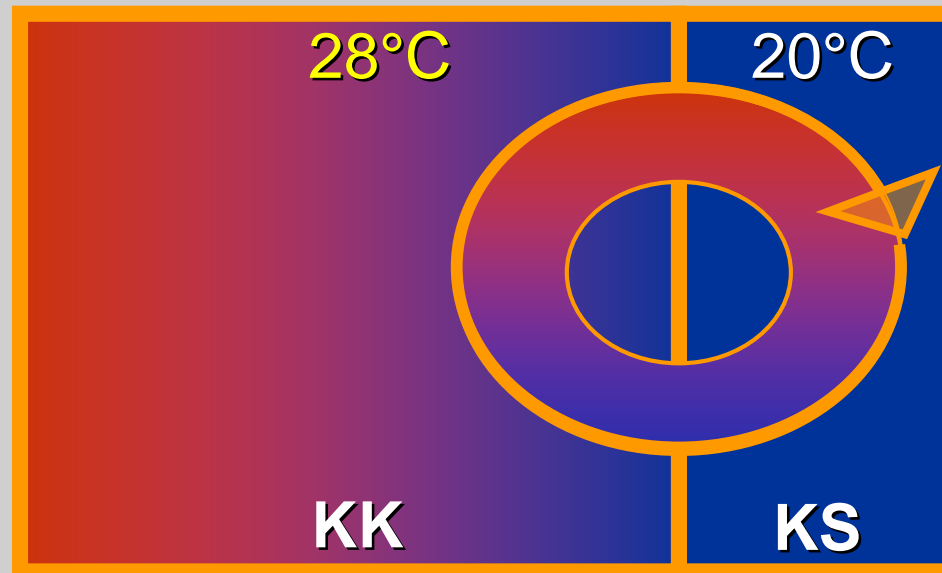


Hypothermie - Pathophysiologie

Bergungstod / -kollaps (Circum Rescue-Collapse)

- Abkühlung des Blutes durch Erhöhung des Blutflusses in der vorbestehend minderdurchbluteten kalten Peripherie (z.B. durch starke Körperbewegungen)

- Abfall der Körperkerntemperatur (Afterdrop)
- plötzliche intrakardiale Zufuhr von kaltem, acid. Blut
- Störung der myokardialen O₂-Balance



↓

**Myokard.
Pumpversagen
Kammerflimmern
Herz-Kreislauf-
Stillstand**

Hypothermie - Pathophysiologie

Stadium III (KKT 28-24°C)

Dekompensation

- Bewußtlos
- beginnender Rigor, Arreflexie
- Bradyarrhythmien/ Kammerflimmern
- Bradypnoe/ Apnoe



**Akzidentelle
Hypothermie**

Rosenheimer
Notfalltag am
10.11.2007



Hypothermie - Pathophysiologie

Stadium IV (KKT 24-15°C)

Vita minima (potentiell reversibel)

- Asystolie
- Kältesteife Muskulatur
- „Metabolic Icebox“:
 - Stoffwechselreduktion
→ $VO_2 \downarrow$
 - Suppression von chem. „Zelluntergangs“-Prozessen
(freie Radikale \downarrow , exzit. AS \downarrow , Ca^{++} -Shift \downarrow)
→ Cerebroprotektion

⇒ **Hohe Ischämietoleranz**

Stadium V (KKT <15°C ?)

Irreversibler Kältetod

- Serum-Kalium > 10-12 mmol/l



**Akzidentelle
Hypothermie**

Rosenheimer
Notfalltag am
10.11.2007



Längere CPR mit gutem neurologischem Outcome

- 40 min Immersion im Meer (6°C), KKT 24°C, CPR 190 min (Husby et al (1990) Intens Care Med 16: 69-72)
- Spaltensturz, Bergung 3h, CPR 4 h (Roggero et al (1992) Schweiz Med Wochenschr)
- 4 Jahre altes Kind, 60 min unter Eiswasser, CPR 88 min (Schmidt et al (1995) Prehosp Disaster Med 10:60-62)



Akzidentelle Hypothermie

Rosenheimer Notfalltag am
10.11.2007



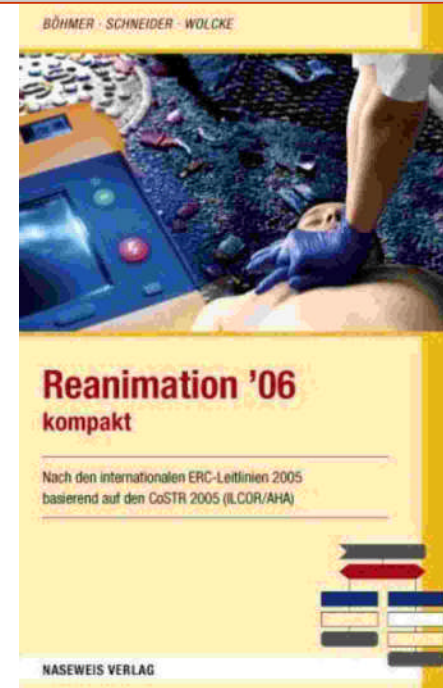
„Nobody is dead until he is warm and dead“

Gregory RT, Paton JF: Treatment after exposure to cold. Lancet 1 (1972) 377



Akzidentelle Hypothermie

„.... Todesfeststellung erst nach erfolgloser Wiedererwärmung unter fortgesetzter Reanimation oder wenn der Leiche gefrorene Körper Reanimationsmaßnahmen undurchführbar macht“



Rosenheimer Notfalltag am 10.11.2007



On-Site Triage der schweren primären Hypothermie

	Hypothermie IV°	Hypothermie V°
Klinik	Keine vitalen Zeichen Thorax komprimierbar Bauchmuskulatur knetbar	Keine vitalen Zeichen Thorax <u>nicht</u> komprimierbar Bauchmuskulatur <u>nicht</u> knetbar
EKG	Kammerflimmern oder Asystolie	Asystolie
KKT	> 15 °C (?)	<15 °C (???)
K ⁺	< 12 mmol/l	> 12 mmol/l

Durrer B et al: ICAR recommendation #14 (1998).
Consensus Guidelines on Mountain Emergency Medicine

Hypothermie beim Ertrinkungsunfall

Kriterien für einen Versuch der Wiedererwärmung mit Herzlungenmaschine unter fortlaufender Reanimation bei:

- tiefer Hypothermie ($<25^{\circ}\text{C}$)
- Rasche Abkühlung des ZNS
- Junger Patient, v.a. Kinder
- keine kardiovaskuläre Vorerkrankungen
- Schneller und sicherer Transport in Klinik mit HLM möglich



**Akzidentelle
Hypothermie**

Rosenheimer
Notfalltag am
10.11.2007



Todesursachen nach Lawinenkomplettverschüttung

1. tödliche Verletzung (ca. 20%)

Verletzungen der Halswirbelsäule, multiple Frakturen, stumpfe Brust – und Bauchverletzungen, SHT

2. akute Asphyxie bei fehlender Atemhöhle (ca. 65%)

3. Triple-H Syndrome (ca. 15%)

(Hypoxie, Hyperkapnie, Hypothermie)

bei vorhandener, geschlossener Atemhöhle



Akzidentelle
Hypothermie

Rosenheimer
Notfalltag am
10.11.2007



Triage bei Asystolie nach Lawinenkomplettverschüttung (IKAR-MEDCOM)

1. Atemwege verlegt (fehlende Atemhöhle)

- Versch.dauer < 35 min und/oder KKT > 32°C :
 - CPR (Abbruch nach 20 min) **Tod d. Akute Asphyxie**
- Versch.dauer > 35 min und/oder KKT < 32°C:
 - CPR-Abbruch **Tod d. Akute Asphyxie mit anschließender Auskühlung**

2. Freie Atemwege (Atemhöhle)

- Versch.dauer > 35 min und KKT < 32°C:

Hypothermie mit subakuter Asphyxie (Triple-H)

Transport unter laufender CPR in Zentrum mit extrakorporaler Erwärmung

- Kalium < 12 mmol/l → EKZ/ECMO
- Kalium > 12 mmol/l → CPR-Abbruch



Akzidentelle Hypothermie

Rosenheimer Notfalltag am
10.11.2007



Cardiopulmonale Reanimation bei tiefer Hypothermie

- BLS: Grundsätzliche gleiche Vorgehensweise wie bei Normothermie (HDM- und Beatmungsfrequenz, Atemwegsmanagement)!
- Keine Medikamente oder Volumengabe $< 30^{\circ}\text{C}$!
- Kammerflimmern meist therapierefraktär
⇒ max. 3 Defi-Versuche $< 30^{\circ}\text{C}$
- Laufende CPR bis ins Zielkrankenhaus mit extrakorporaler Erwärmung (EKZ/ECMO)
- Kein unnötiger Zeitverlust (per.ven.Zugang)



**Akzidentelle
Hypothermie**

Rosenheimer
Notfalltag am
10.11.2007



Wiedererwärmung

- Hypothermie I - II (35 – 32°C KKT)
 - **Passive Erwärmung**
- Hypothermie II – III (32 – 28°C KKT)
 - **Aktive externe Erwärmung**
- Hypothermie > III (< 28°C KKT)
 - **Aktiv invasive Erwärmung**
Extrakorporale Zirkulation



Akzidentelle
Hypothermie

Rosenheimer
Notfalltag am
10.11.2007



Hypothermie beim Polytrauma

- **Verminderte Wärmeproduktion** ($\text{DO}_2 \downarrow$)
- **Wärmeverluste über die Haut**
 - an die Umgebung (Radiation, Konvektion)
 - über die aufliegende Haut, z.B. Rücken (Konduktion)
 - Bei Nässe und durch Schweiß (Evaporation)
- **Wärmeverluste über die Wunde**
(Radiation, Konvektion und Evaporation)
- **Wärmeverluste über die Atemwege**
(Evaporation)
- **Abkühlung durch Massivin-/transfusion**
- **Narkose**



**Akzidentelle
Hypothermie**

Rosenheimer
Notfalltag am
10.11.2007



Polytrauma: Letale Trias

Hypothermie, Azidose, Koagulopathie

1. Verlust- und Verdünnungskagulopathie
2. Verbrauchskagulopathie
3. Azidose
4. **Hypothermieinduzierte Koagulopathie**
 - **Störung der Thrombozytenfunktion**
 - **Störung der plasmatischen Gerinnung**
 - pro 1°C Reduktion der GF-Aktivität um 10 %
 - Reduzierte Clotfestigkeit
 - Erhöhte Fibrinolyse

Seekamp A: Europ J Emerg Med (1995) 2:28

Immunsuppression durch Hypothermie



**Akzidentelle
Hypothermie**

Rosenheimer
Notfalltag am
10.11.2007



Hypothermie beim Verbrennungstrauma

**1 °C niedrigere KKT bei Aufnahme
→ 43 % höheres Sterblichkeitsrisiko**

Loennecker, Schoder (2001) Chirurg 72:164-167

- Narkose ist stärkster Faktor für Auskühlung
- Kaltwasseranwendung nur in der Ersthelferphase, nur bei KOF < 30%, max. 10 min, 20°C – warmem Wasser
- Wärmeerhaltung durch Rettungsdienst (Rettungsfolie, Wärme-/Bergesack)
- Gelfverbände obsolet:
 - forcieren Auskühlung
 - erschweren die klinische Einschätzung der Verbrennung



**Akzidentelle
Hypothermie**

Rosenheimer
Notfalltag am
10.11.2007



Hypothermie beim Kind

- Rasenmäherunfall (August 2001):
2 jähriges Kind (13 kg), ausgedehnte Weichteilverletzung des rechten Unterschenkels mit Gefäßbeteiligung
 - NA-Erstversorgung
 - Transport in regionales KH
 - Hubschraubertransport
in Haunersches Kinderspital
- Primärversorgungszeit 2 h:
Druckverbände,
Intubation, Narkose
1000 ml Päd-Lösung
- **Aufnahmetemperatur 33°C, pH 7,1,
BZ 960 mg/dl, Na 126 mmol/l**



**Akzidentelle
Hypothermie**

Rosenheimer
Notfalltag
10.11.2007



Zusammenfassung

- Unterschätztes Problem in der Notfallmedizin
- häufig prognosebestimmend
- Wärmeerhaltung wichtige notfallmedizinische Routinemaßnahme



**Akzidentelle
Hypothermie**

Rosenheimer
Notfalltag am
10.11.2007

