本日のテーマ

1.目的
2.References
3.定義
4.生理、原因
5.診断
　①特徴的な症状
　②ガイドライン
　　IKAR(国際山岳救助協議会),
　　アラスカ州，AHA
　③ステージング
6.復温
7.治療
　①ゴール
　②ガイドライン共通点
　③ガイドライン相違点
　　※心肺蘇生の是非
8.傷病者ケアに伴う医療的リスクと注意点
9.まとめ
10.事例紹介

目的

- 低体温症を正しく評価し取り扱う
- 環境背景からマネージメントを組み立てる

resources

- International Mountaineering and Climbing Federation (UIAA) MEDCOM Consensus Guidelines
- International Commission for Alpine Rescue (IKAR-CISA)
- International Society for Mountain Medicine (ISMM)
- Swiss Society of Mountain Medicine 1998
- State of Alaska Cold Injuries Guidelines 2003 (rivised2005)
- Intensive Care Medicine :annual update 2008(Springer)
- Wilderness Medical Society practice guideline for wilderness emergency care (2006)
- New England Journal of Medicine (December 31, 2009)
- American Heart Association 2010 Guideline (November 2,2010)
- European Resuscitation Council 2010 Guideline

低体温症とは？

『深部体温が35℃以下に低下した状態』

深部体温とは：脳や心臓といった、生命を
維持する臓器の温度をさす

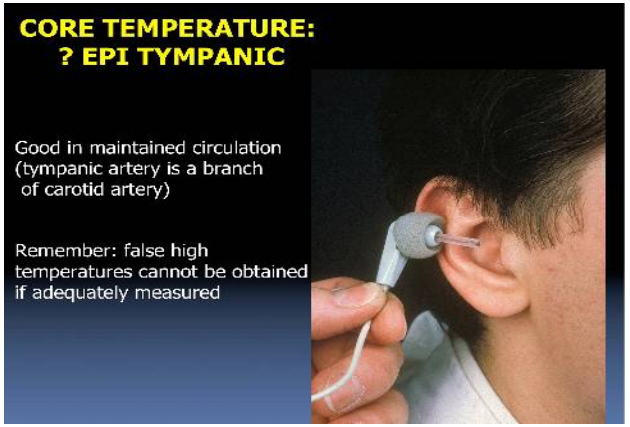
深部体温はどのように測るのか？

食道温　食道は大動脈の裏にあり
　　深部体温を反映する
直腸音　遅れて低下し、遅れて上昇する
鼓膜音　末梢で循環がよくない、環境の影響を受け低くでてしまう
膀胱温　測定が困難

- 死亡判定には食道温を用いる
- 野外では鼓膜温が参考になる

温度測定センサー

鼓膜温測定



体温調整

- センサー：皮膚と深部
  制御：脳の視床下部
- 正常でも体内の温度は、肝臓38.5℃、直腸38℃、舌下37℃、皮膚（室温）32℃と、深部・表面・末梢の温度差を維持し、最適な温度調節をはかっている。
- 四肢・指の表面積は体の約５０％に及び、寒冷防御のために、血管が収縮する
- 皮膚は、温熱より寒冷の受容体のほうが3-10倍多い。

寒冷時の生体変化

- 血管収縮：指先や末梢の血管が収縮し、熱を逃がさない様にする
  このため、指先や末梢は冷たくなる
- 震え：深部体温が37℃以下、または皮膚温が27℃で、無意識に筋肉の震えがはじまる
  筋肉が震える事で、熱を産生し、体をあたためる。
  同時に、酸素やカロリーを消費してしまう。
- 利尿作用：尿の濃縮力が低下する。
  末梢血管が収縮し、中枢(腎臓)の血液量が増加し、利尿作用が働く。
- 脱水傾向：血管内から血管外へ体液が移動、血液が濃縮し、脱水傾向に傾く
- 低血糖：エネルギーとして蓄えていたブドウ糖を使い果たしてしまうと、
  低血糖を起こしうる。
- 乳酸の蓄積：筋肉での震えや、血管収縮により組織
  の血液量の減少から、乳酸が蓄積し、
  血液は酸性に傾き出す。

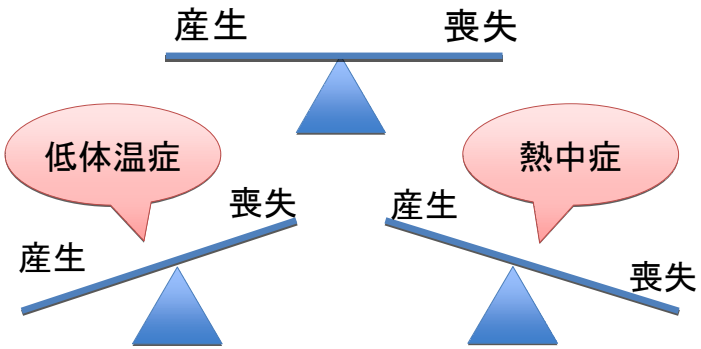
原因

- 熱喪失増加　　寒冷＆防寒が不十分、薬剤、
  やけど、アルコール
- 熱産生低下　　子供/高齢者、栄養不足、
  疲労、水分の不足
- 体温調節障害　脊髄損傷、神経疾患、糖尿病、
  外傷、ショック

かかり易い人

- お年寄り、小児
- 疲労
- 水分不足、栄養不足
- 糖尿病、脳梗塞、心臓病がある人
- 怪我をしている人
- アルコール摂取

熱のバランス



熱はどのように産生されるか？

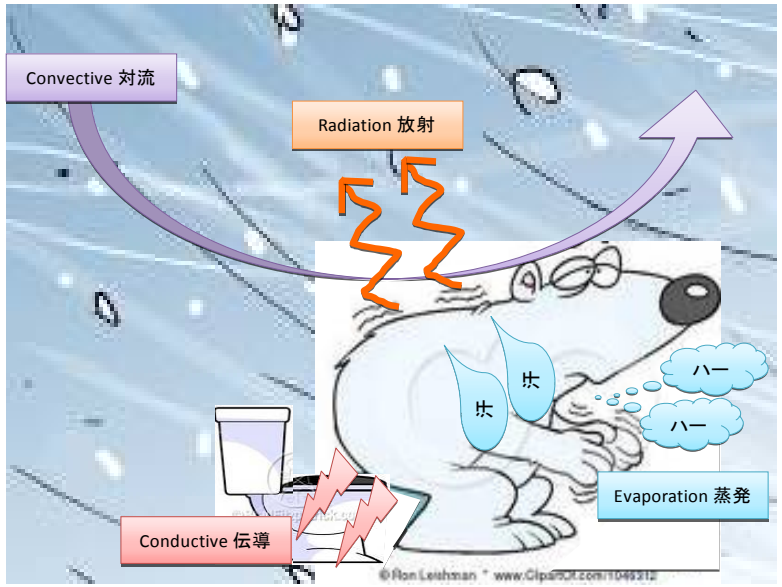
筋肉を動かす事で、熱が産まれる

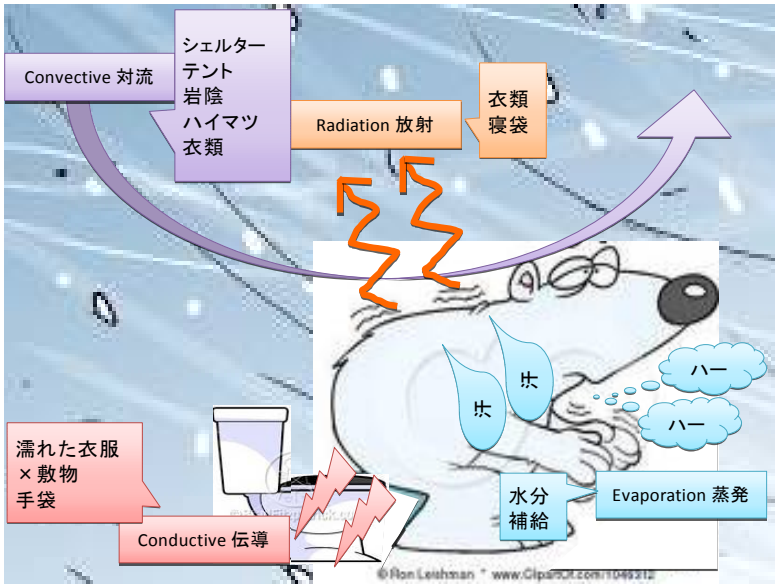
・運動　例：登山
　冬山：運動すると体が温まる
　夏山：運動でオーバーヒートし熱中症
・震え（小刻みな筋肉の運動）
　筋群が6-12サイクル／秒
　これは、500kcal/hを産生するが、熱喪失も25%増え、
　酸素消費量も2,3倍となる
　効果的な熱産生とは言えない。

↓
熱の産生にはカロリーが必要

熱はどのように喪失されるか？

熱は
　放射
　伝導
　対流
　蒸発
によって失われる。





野外で低体温症を診断する
①症状の特徴

低体温症の定義と分類

1）定義　Tco 35-32℃　軽症　　Tco: Core Temperature
　　Tco 32-30℃　中等症
　　Tco ＜30℃　重症

2）分類　a. 偶発性(accidental)　vs.　誘発性(induced)
　　b. 原因・発症経過（低温暴露時間）
　　急性（6時間未満）　水中に転落、雪崩埋没
　　亜急性（6-24時間）　寒冷地旅行（登山）の場合
　　慢性（24時間以上）　行き倒れたような場合
　　c. 一次性 or 二次性（続発性）
　　d. 溺水 or 非溺水
　　e. フィールドでの分類(臨床特徴による)

低体温症の特徴的な症状

（1）震え
通常最初に現れ、深部体温が37℃または皮膚温が27℃以下で無意識にはじまる

（2）運動や会話がうまくできない（失調）・・つまずく、うまく話せない
寒さにより、筋肉を動かす神経の司令が遅くなる。このため筋肉が動作を終了するまでに時間がかかり、意図した動作ができなくなる。低体温症の軽症から見られる。
中等症に進むと、冷えた筋肉はさらに硬くなり、、関節が滑らかに動かなくなる。
重症になると、関節、筋肉ともに硬直状態が出現する。

（3）意識や脳の働きの低下
軽症では意識は清明である
意識に変化があれば中等症。混乱する、考えがまとまらない、時々記憶を失うなど、さらに進むと無関心、呼びかけや刺激への反応が鈍い、瞳孔の対光反応が遅いなど。
意識を失う（呼びかけへの反応や刺激への反応がない）と重症である。
深部体温が28℃以下では通常意識を失うことが多く、瞳孔も散大する。

（4）脈と呼吸の低下、不整脈の出現
軽症では体温を上げるために体が活発に反応し、脈拍数、呼吸数がともに増える。
中等症になると活発な反応が低下し、徐脈（脈が遅くなる）や不整脈が出現し、呼吸数も低下する。
おおよそ体温28℃では脈拍数30～40回/分、体温20℃以下では脈拍数10回/分となる。

低体温症の重症度を考える

- 重症度を判断する際に知っておくべきことは、
  低体温症の症状には個人差が大きいということである。

  体温35℃で震えが消失する人もいれば、体温24℃まで震えが持続していたという報告
  体温30℃で意識を失う人もいれば、体温24.3℃でも意識があったという報告もある

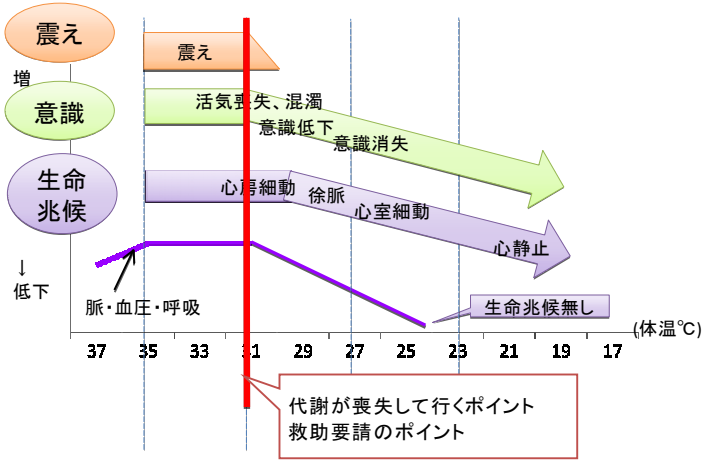
- 重症度を判断する情報としては体温よりも
  震え、意識、呼吸と脈を観察することが重要である。

低体温症を疑ったら何を診るか？

- 震えの有無
- 意識の程度
- 生命兆候（脈と呼吸）
- 深部体温測定：計れたら

適切な体温はすぐに測定できない場合が多い
同じ体温によっても症状に個人差がある。症状が大事！

低体温症の症状と徴候



野外で低体温症を診断する
②国際ガイドラインによる
ステージング

Recommendation/ガイドラインの特徴

- 医学的根拠、報告例の集積に基づく
- フィールドでの症例の蓄積には限界があり、確かな根拠が不十分な点もあり経験論も加味される
- 病態には個体差が有り、絶対的なものではない
- 山域の特徴・特殊性を反映
- 救助の装備、救助者の医療権限の範囲により可能なマネージメントが異なる
- 医療施設までの距離、医療施設の機能を考慮した triage

フィールドマネージメント

自分の置かれたレスキュー状況に
ガイドラインやアルゴリズムを
１つまたは複数選択し適応させる

いいとこどりをする！

参照した recommendation / guidelines

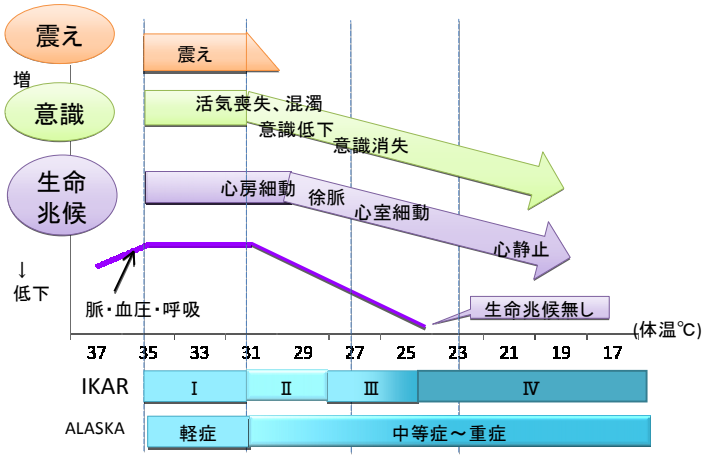
1. IKAR　The Medical On Site Treatment of Hypothermia　1998 (edited 2001)
2. State of Alaska Cold Injuries Guidelines 2003 (rivised2005)
3. American Heart Association 2010 Guideline
4. European Resuscitation Council 2010

低体温症を疑ったら何を診るか？ IKARもアラスカも共通

- 震え（Shivering）の有無
- 意識の程度
- 生命兆候（脈と呼吸）
- 深部体温(Tco)：計れたら

適切な体温はすぐに測定できない場合が多い
同じ体温によっても症状に個人差がある。症状が大事！

低体温症の症状と徴候



ステージング　IKARとアラスカ

震え	意識	生命兆候	IKAR	アラスカ		参考体温
＋	清明	＋	Ⅰ	軽症		35-32℃
±	↓	↓	Ⅱ	中等-重症 生命兆候 ＋	中等症	32-28
－	－	↓↓	Ⅲ		重症	28-24
生命兆候無し			Ⅳ	中等-重症 生命兆候 －	深度	24-15

野外で低体温症を診断する
③ステージングのポイント

重症度判断の２つのポイント

1. 軽症，Ⅰ°　かそれ以外（中等症，Ⅱ°　より悪い）
　かである。

理由：軽症は自力回復が可能な段階。
中等症あるいはそれより悪い場合、
心臓はすでに不安定になってきており、
急激に悪化することが多い。救助要請適応。
対処方法も軽症とは異なる。

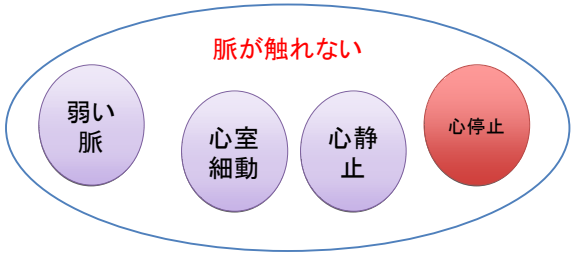
2.　死んでいるのか、死んでいる様にみえるのか？

生命兆候なし、とは？

- 生命兆候無し
  呼吸無し
  脈なし　　脈が触れない

生命兆候なし、とは？

- 生命兆候無し
  呼吸無し
  脈なし　　脈が触れない



生存の可能性

- 低体温状態は、臓器の代謝を低下させ、酸素不足に耐えられるような保護的作用もあり、生命を維持する脳と心臓が、極限状態で機能が温存されることを可能にしています。
- 生体を冷却すると、細胞の酸素消費は深部体温1℃につき～6%低下、28℃では～50%、22℃で～75%と低下します。18℃の脳は37℃より10倍長く酸素不足に耐えることができることになります。
- 重症低体温症者で、6.5時間の心肺蘇生後に蘇生に成功した報告、体温13.7℃からの蘇生成功もあります的作用もあります。

IKAR Ⅳ と Ⅴ を診断する

死んだように見えるのか？死んでいるのか？

ICAR	致命的外傷	身体所見			心電図	深部体温	血清カリウム値
		生命兆候	胸骨圧迫	腹壁			
Ⅳ	無し	無し	可	押せる	心室細動 心静止	15℃以上	12未満
Ⅴ		無し	不可	押せない	心静止	15℃未満	12以上

AEDのショックの有無で死亡を判定できるか？

- AEDは、心室細動の時だけショックをかける
- 心臓が心室細動以外の脈で動いても、心臓が止まっていても、AEDは反応しない
- AEDがショックをかけないからといって、死亡ではない

復温の考え方

段階的rewarming(復温)

隔離	シェルター、濡れた着衣脱衣、地面に敷物、湿気から
内因性 (体内で生じる熱産生)	震え、運動、飲料、カロリー補給
保温 (体外から・熱源なし)	毛布、寝袋、衣服
加温(体外から・熱源あり)	ヒートパック(首、腋、鼠径)、熱産生毛布
体内から	人工心肺、吸気の加湿加温、体腔加温洗浄

体外からの加温での注意

体表加温の是非

◆ 震えている肌に、直接熱源を接する是非
　震えの反応が低下してしまう
　気持ちがいいし復温時間に殆ど影響ない
　（健常者と同じ寝袋に入る･･･ALASAKA）

◆ 体外から加温する場合（震えの消失した傷病者を）は、腋、首、鼠径の太い動脈の走っているところ（日頃脈をとれるところ）

◆ 体外から体表加温をしてもいい場合：
外傷の人の低体温症予防
　外傷時には、異常な速度で体温は低下する
　外傷はほぼ低体温症を招き、
　低体温症に陥ると、救命率が下がる

復温の優先ポイント

- 深部体温低下を止める
  - フィールドで体温を上げるのは難しい
  - 非可逆的な体温まで下がらない努力
- 適度な速度の復温
  - 循環（心臓）を安定させながら
  - 代謝のバランスを修正

復温の速度と救命率

- 急速な加温が生存率をあげるわけではない
- 急速な加温より、適度な速度の加温の方が、脳神経後遺症が少ないことがわかっている

心停止患者は2℃/時以上で復温している
脈ある患者は1-2℃/時で復温する

(2～3℃/時)

野外で低体温症を治療する
①現場でのゴール

現場でのマネージメントのゴール

- 救助者の安全
- 脈のある傷病者に不整脈VFを誘発して状況を悪化させないよう、丁寧に、水平に扱う
- 体温のこれ以上の低下を防ぐ（体温上昇が目的ではない。低下を防ぎ、安定させる事）
  - 隔離・保温・加温
- 重症者あるいは不安定な傷病者は、迅速に適切な医療施設へ搬送する

なぜ対応が遅れるのか？

- 軽症の低体温症は、心臓発作のような緊急性を要さない。時間的に余裕がある。

- 震えや血管収縮といった反応は健常でもおこる。震えは深部体温が37℃以下で始まるが、低体温症の定義は深部体温35℃以下である。

↓

“警告サイン”の認識があいまい。

このため、対応が遅れてしまう！

野外で低体温症を治療する
②ガイドライン共通点

<table>
<tr><th rowspan="2">アラスカ</th><th rowspan="2">IKAR</th><th colspan="3">アラスカ＝IKAR</th><th>≠</th></tr>
<tr><th>全ステージに
共通した治療</th><th colspan="2">ステージにより
異なる治療</th><th>心肺蘇生</th></tr>
<tr><td>軽症</td><td>Ⅰ</td><td rowspan="5">①冷さない
・シェルター
・濡れた衣服の
着替え
・有効な保温
・Hot packs 体幹
②救助要請
③外傷治療
④加温・加湿した
空気/酸素
※酒タバコ禁</td><td colspan="2">飲食
30分安定したら運動</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">中等-重症
生命兆候＋</td><td>Ⅱ</td><td rowspan="3">安静かつ
丁寧</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ⅲ</td><td>人工呼吸
(挿管)
※静脈確保</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">中等-重症
生命兆候
－</td><td rowspan="2">Ⅳ</td><td rowspan="2">人工呼吸
(挿管)
心電図
※体温測定
※静脈確保</td><td>《アラスカ》時
間で規定</td></tr>
<tr><td>《IKAR》
直ちに開始</td></tr>
</table>

注意ポイント

1。復温
　隔離・保温は必ずする
　加温は可能なら積極的にする
　　頭首を含めた保温
　　体表加温は震えのある場合
　　(正常体温者と同じ寝袋に入るのは可)
2。温かく甘い飲物（カロリー）
　代謝を生かすには、カロリー補給が大事
　意識が低下してきた人は誤飲しやすいので無理しない
　　誤飲のサイン→むせる　誤飲の結果→窒息、肺炎
3。現場での挿管は5分以内に可能な場合
4。現場での静脈確保は挿管の為の薬物投与目的で5分以内に可能な場合のみ
5。現場での静脈点滴による加温は、効果が乏しく、速やかな搬送を優先する

人工呼吸のポイント

大気・救助者の呼気でよい（酸素は含まれている）
酸素はあればさらによい

血液中の酸素が増加する事で、不整脈を起こしにくくする効果が期待できる。

人工呼吸の回数が多いと、血液のpHバランスを崩し易く、不整脈を起こしうる
マウスtoマウスは 12回/分、5秒に1回以下でよい
心臓マッサージが継続できなくても、人工呼吸のみでも意義が有る

ガイドライン共通点のまとめ

- 震え・意識・生命兆候からステージング
- 致命的外傷がある時は死亡とみなせる
- 意識障害があれば丁寧に水平に扱う
- それ以上冷やさない（隔離・保温・加温）
  震えがある段階では内因性も
- 救助要請し、高度な医療機関へ搬送

野外で低体温症を治療する

③ガイドライン間の相違
状況に応じた判断を要する点

脈のとり方

ガイドライン	IKAR 1998	アラスカ 2005	AHA 2010	ERC 2010
秒	60	60	10 (変更前 30-45)	60

<table>
<tr><th rowspan="2">アラスカ</th><th rowspan="2">IKAR</th><th colspan="3">アラスカ＝IKAR</th><th>≠</th></tr>
<tr><th>全ステージに
共通した治療</th><th colspan="2">ステージにより
異なる治療</th><th>心肺蘇生</th></tr>
<tr><td>軽症</td><td>Ⅰ</td><td rowspan="5">①冷さない
・シェルター
・濡れた衣服の
着替え
・有効な保温
・Hot packs 体幹
②救助要請
③外傷治療
④加温・加湿した
空気/酸素
※酒タバコ禁</td><td colspan="2">飲食
30分安定したら運動</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">中等-重症
生命兆候＋</td><td>Ⅱ</td><td rowspan="4">安静かつ
丁寧</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ⅲ</td><td>人工呼吸
(挿管)
※静脈確保</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">中等-重症
生命兆候
－</td><td rowspan="2">Ⅳ</td><td rowspan="2">人工呼吸
(挿管)
心電図
※体温測定
※静脈確保</td><td>《アラスカ》時
間で規定</td></tr>
<tr><td>《IKAR》
直ちに開始</td></tr>
</table>

ガイドラインの比較

	IKAR	ALASKA	AHA
分類方法	臨床症状 Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ,Ⅴ	臨床症状 軽症・中等症・重症	体温
復温	隔離・保温はする　できれば加温する		
搬送先	Ⅲ°　or 重症以上は 人工心肺可能な病院		
CPR	致命的外傷がなければ、直ちに開始	・VF・心静止で3時間以内に搬送できるなら開始 ・心電図不明なら3時間以内に搬送可能ならしない	直ちに開始
電気ショック	1回360J 体温28℃以下では効果なし	3回 体温30℃以上で再施行	回数・体温は未確立 BLSアルゴリズム

心肺蘇生の是非

	IKAR	アラスカ	アメリカ心臓病学会
ガイドライン	直ちに 心肺蘇生	専門施設まで 3時間以上なら 心肺蘇生	直ちに 心肺蘇生
現実的 考え方	搬送を遅らせないなら施行もありうる 救助者の疲労時にはしない		

アラスカ心肺蘇生の禁忌

①深部体温＜10℃ → IKAR Ⅴ

②救助者の疲労・危険 → IKAR

③<u>3時間以内に確実な治療が可能な場合</u>

④1時間以上冷水に浸かっていた

⑤凍っている（気道など） → IKAR Ⅴ

⑥胸壁が硬くて圧迫不可 → IKAR Ⅴ

IKARは直ちに心肺蘇生と言っているが・・・

- 生命兆候の無い重症低体温症でも極めて微弱な脈で生命を維持していることがある。CPR開始の刺激が、その脈を、VFという致命的な不整脈に変えてしまうかもしれない
- 重症低体温症の報告ではCPRが必ずしもなされていなかったり、CPRが中断しても、病院で蘇生できている報告もある
- AEDはショックが必要なVFかを教えてくれるが、ゆっくりした脈があるのか心静止なのかは教えてくれない
- CPRの行為自体が搬出を遅らせる可能性がある

⇩

VFか心静止が確認され、
搬送や救助を遅れさせないなら、CPR施行

アメリカ心臓病学会による低体温症蘇生努力の保留と中止

- 偶発的な低体温症傷病者が、CPRの延長や、CPR休止後にも生存したという多数の報告が有る
- 重症の偶発的低体温症や心停止も、CPRの延長や休止の例でさえ、蘇生術による利益を得るかもしれない
- 血清カリウム値が高くなければ、心停止の原因が、復温がなされるまでは死亡判定をすべきでない

“生命兆候なし“現場での心肺蘇生

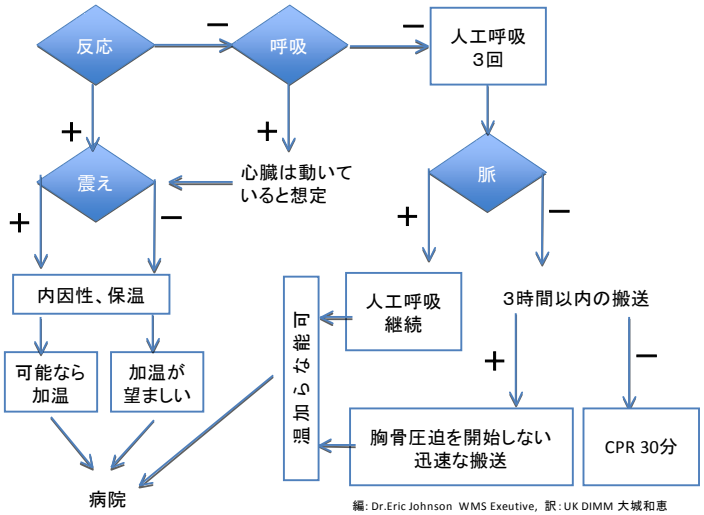
- 必ず復温をはかりながら行う
- 搬送を遅らせないなら直ぐに行う
- 搬送の為に心肺蘇生中断はありうる
- 3時間以内に専門病院に到着できるなら心肺蘇生をしないで復温のみ行い搬送を急ぐのも可
  理由：刺激が心室細動を引き起こしうる
- 3時間以内に搬送可能でも心室細動なら心肺蘇生する
- 状況に応じて判断が必要な場合
  搬送のメドが立たない
  救助者が疲労している
  明らかに致死的な外傷が有る
  すでに心肺蘇生を30分以上している

復温後に生死を判定する

Not Dead until warm and dead !

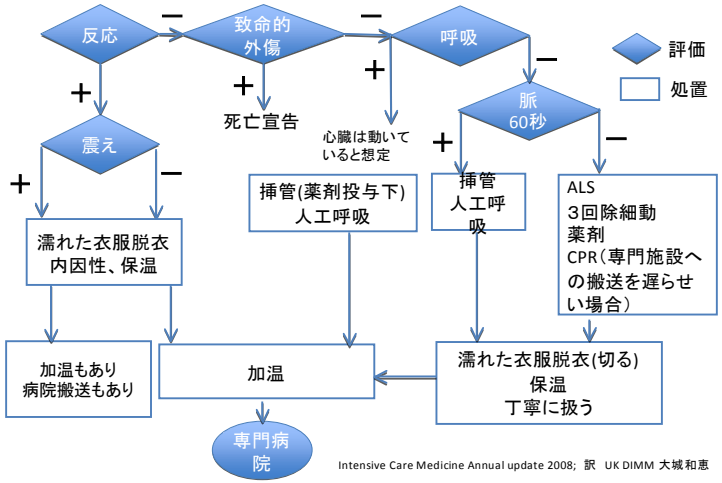
心肺蘇生を一度中断しても、
諦めずに搬送しよう
蘇生できた最低体温は13.7℃である

アラスカ 低体温症ガイドラインに基づくアルゴリズム



編: Dr.Eric Johnson WMS Exeutive, 訳: UK DIMM 大城和恵

病院前低体温症マネージメント



Intensive Care Medicine Annual update 2008; 訳 UK DIMM 大城和恵

治療に伴う
医療的リスクと考え方

Circum-rescue Collaps
(Rescue associated Collapse)

傷病者の処置・救助開始により、
傷病者の状態がむしろ悪化すること

救助・処置開始後に
意識が亡くなった！
呼吸が止まった！
脈が触れなくなった！

Circum-rescue Collapseの原因
(Rescue associated Collapse)

・刺激による不整脈(心室細動)の出現
・復温によるショック
1. 深部体温低下 アフタードロップ
2. 血圧低下
3. 体液因子の変化による不整脈誘発

After Drop

“寒冷”を取り除いた後に起こる、核心温のさらなる低下（隔離・保温・加温開始後に起こる）

機序
1.体の深部と体表の温度差で熱が移動
2.冷たい血液が心臓に戻り深部体温が下がる

雪に埋没後の深部体温変化

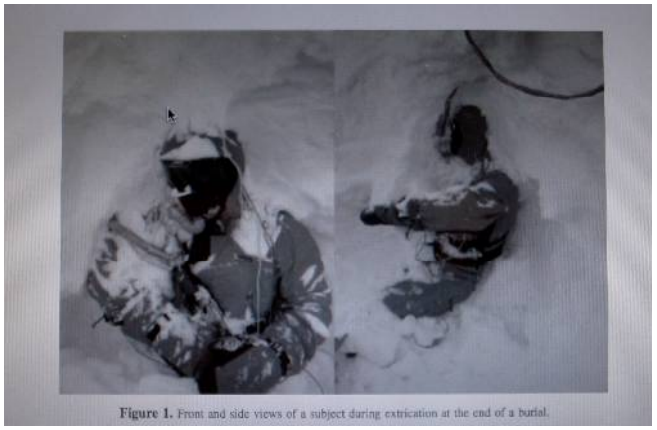
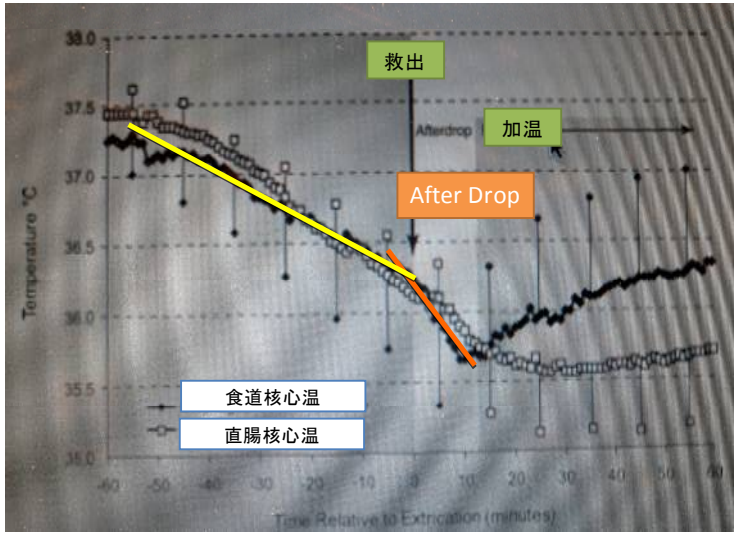
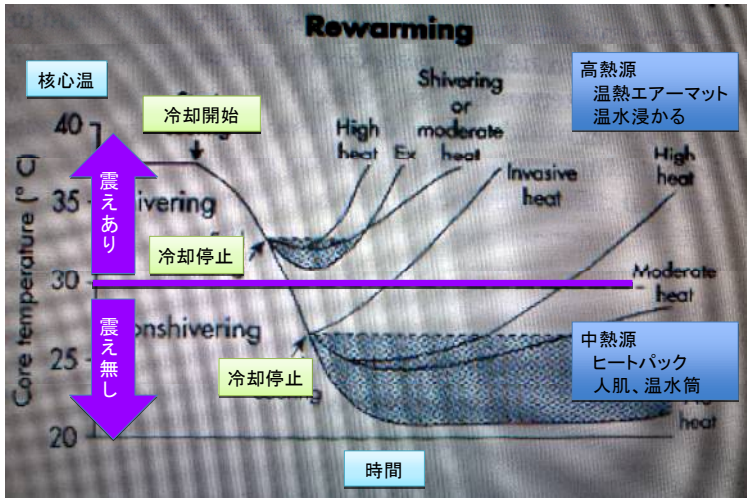


Figure 1. Front and side views of a subject during extrication at the end of a burial.

Wilderness & Environmental Medicine 21, 2010





Accidental Hypothermia; Gordon Giesbrecht

After Dropは防げるのか？

① 震えがある段階では、どの加温手段でも
体温回復までの時間に大差ない
② 高い熱源の方が体温回復に要する時間が
短い
③ 体内からの加温はアフタードロップが無い
④高い熱源の方がアフタードロップの持続が
短く、 最低温度が小さい

After Dropのリスク

- After Dropは常にあると考える。
- 復温の回復過程と考えておく。

After dropを軽減する復温ポイント

- 迅速に
- より高熱源

as soon and high as possible！

低体温症まとめ

現場で遭遇する低体温症

①一次性低体温症
　寒冷暴露、疲労・消耗後、薬・アルコール、持病、高齢
　など低体温症そのものが原因となっている場合

②二次性低体温症
　外傷後、心臓発作・脳卒中後、雪崩埋没など
　山行中に生じた他の傷病をきっかけに合併して起こる

※低体温症の対応はどれも同じ。
　二次性の場合、原因となった直接の病気の評価と手当が必要であるが、実際には判断できないことも多い。

現場で診断する際のポイント

①丁寧に水平に 意識障害の始まった傷病者の心臓は
　心室細動をおこしやすい

②身体所見(震え・意識・生命兆候)からステージング

　心電図・体温測定→ステージングの補助
　現場では使用と正確性に限界がある

③脈は60秒確認する

④現場で死亡とみなせるのは、致命的な外傷がある時

現場でのケア

①隔離・保温・加温
　加温は体幹（首・腋窩・鼠径）
　速やかに、より高熱源を！

②速やかに救助要請・迅速に搬送

③適切な医療施設に搬送（重症、Ⅲ or Ⅳは高度医療施設）

④心肺蘇生は搬送を遅らせない場合のみ
　(復温しながら)

⑤胸骨圧迫はしなくても人工呼吸に意義有り

医療からみた複数名登山のススメ

- 単独行を避け、複数名ででかけること
（Buddy System）

低体温症
脱水
熱中症
高山病
凍傷

自分で気づくのが遅い山の病気である

低体温症講義～終わります

ご苦労様でした