

# 松山赤十字病院救急部カンファレンス

## 低体温症

2013(H25)年2月1日(金) 内科 波呂 卓

# 低体温症

**低体温症hypothermia**;

深部体温Core temperature (直腸温, 膀胱温, 食道温, 肺動脈温等)が35°C以下に低下した状態。事故や不慮の事態に起因する低体温を, 低体温麻酔のように意図的に低体温とした場合と区別するために, 偶発性低体温症accidental hypothermiaと呼ぶ。

死亡率が高い(20~90%)重篤な疾患である。

低体温症では、その大部分で重篤な基礎疾患があり、致命率の高さはこの基礎疾患の存在と関連していることに留意し、治療にあたることが大切。

# 低体温症の原因

## 体温低下の原因;熱の逃げる物理的原因

- ①Evaporation(蒸散・水分)体表水分
- ②Radiation(輻射・放散)体気温低下
- ③Conduction(伝導)金属・地面・積雪
- ④Convection(対流)水流・風
- ⑤Respiration(呼吸)

## 体温低下の原因;環境・患者側の原因

- ①寒冷環境
- ②熱喪失状態
- ③熱産生低下
- ④体温調節能低下

これらが単独あるいは複合して発症。

# 低体温症の原因

## 都市型低体温の原因

### 1. 寒冷から避難不可能

- a) 意識障害をきたす疾患: アルコール中毒、脳血管障害、頭部外傷、低血糖、糖尿病性昏睡、薬物中毒など
- b) 衰弱: 肺炎、膵炎、消化管出血、重症感染症、低栄養など
- c) 浮浪生活者

### 2. 低体温になりやすい誘因

- a) 体温を失い易い: 老人、新生児、皮膚疾患など
- b) 熱産生の低下: 低栄養、下垂体機能低下、甲状腺機能低下(粘液水腫)、副腎機能低下など
- c) 体温調節機能の低下: アルコール、老人、薬物中毒、脳血管障害、自律神経障害(パーキンソン病)など

## 具体的状況;

①**遭難型**; 山岳遭難, 水難事故

②**都市型**; 泥酔, 薬物中毒, 脳血管障害, 頭部外傷幼少児, 高齢者, 路上生活者, 広範囲熱傷, 皮膚疾患, 内分泌疾患(甲状腺・下垂体・副腎などの機能低下)低血糖, 低栄養など。

# 低体温症の症状

- 機序**;
- ①細胞機能の低下・酸素消費量の低下→エネルギー産生の低下→臓器機能低下
  - ②血漿成分の血管外漏出→蛋白成分の低下
  - ③尿細管再吸収低下・低比重尿の増加(cold diuretics)→血液濃縮
  - ④細胞膜Na/K ATP aseの活性低下→Naの細胞内移行とKの細胞外移行  
(電解質異常)
  - ⑤組織血液低還流,末梢循環障害による代謝性アシドーシス、乳酸上昇

## 臓器障害

- ①神経系→呼吸器系
- ②循環器系
- ③血液凝固系
- ④腎臓系
- ⑤代謝系

## 低酸素性脳障害に対する保護作用

臨床的に死亡診断の問題がある→最終的には深部温度30°C以上で死亡診断をする必要がある。(推奨32-35°Cまで復温後に判断)

# 低体温症の症状

## 低体温症重症度

軽度低体温 (35~32°C),  
中等度低体温 (32~28°C),  
高度低体温 (28°C以下)

体温32°C以上では体温調節機能が残されている。  
肝臓代謝、心筋代謝、褐色脂肪細胞・筋肉shiveringが可能。

## 筋肉代謝系

軽度低体温では骨格筋は戦慄 (shivering) する  
中等度低体温では戦慄は消失  
高度低体温では筋は硬直する

**神経系**; 感情鈍磨から昏睡状態へ,

**呼吸系**; 頻呼吸から徐呼吸・呼吸停止へ,

**循環系**; 頻脈から徐脈・心停止へといずれも抑制的に働く。

心電図; 洞性除脈, T波逆転, PQ・QR・QTSの延長, 心室性不整脈,  
心房細動(心房粗動), 種々の不整脈、心室細動は30°C以下で起こりやすい  
特徴的なものとしてQRS群の終末に出る陽性動揺(positive deflection)は  
J波 (Osborn波, camel-hump sign) といい32°C以下の約50-30%の患者で見られる  
→病的意義は乏しいが比較的病状を反映しやすい。



J waveの成因は心外膜側心筋の活動電位の第1相のノッチが増強され、このために心内膜側と心外膜側心筋間の電位勾配を生じ、心内膜側より心外膜側に電流が流れるため(外向きにシフト)と説明されている。低体温時の心外膜側心筋活動電位第1相のノッチの増強の機序として、4-aminopyridineによりブロックされることにより、一過性外向き電流(Ito)の増大が考えられている。

# 低体温症の症状

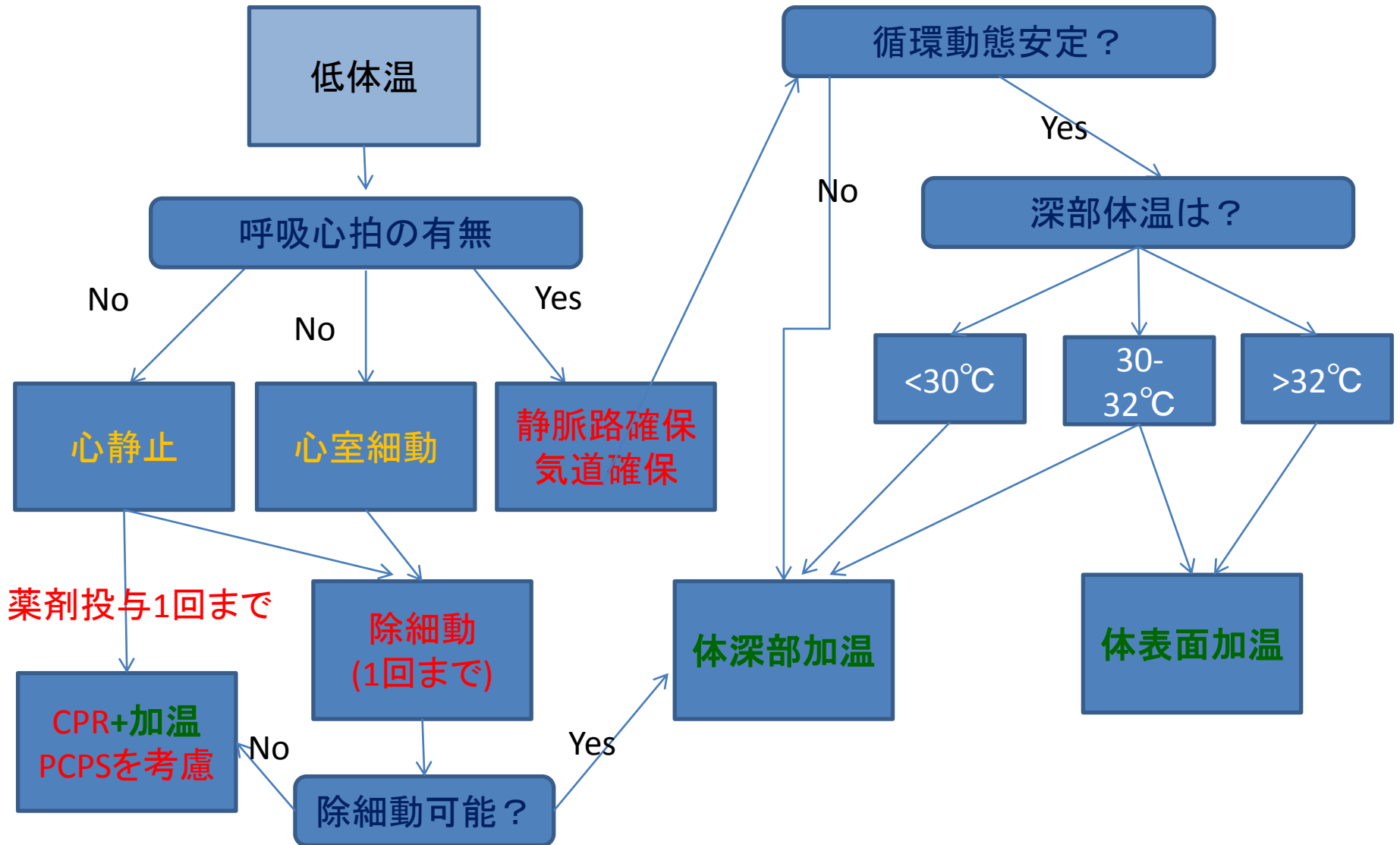
深部温	神経系	循環器系	呼吸器系	骨格筋	代謝系
36					基礎代謝増加
35		末梢血管収縮	分時換気量増加		戦慄熱産生最大
34	健忘・構音障害	血圧正常	呼吸刺激最大		
33	運動失調・無関心				
32	傾眠	J波			酸素消費量1/4減少
31					戦慄熱産生消失
30	昏睡	心房細動・各種不整	分時換気量減少	筋硬直	インスリン無効
	咳嗽・咽頭反射消失	心拍数・心拍出量低下1/3			
29	瞳孔散大				
28		心室細動危険			酸素消費量1/2
		脈拍1/2			
27	反射自発運動消失		肺水腫	筋硬直消失	
26	疼痛反応消失				
25	咽頭反射消失				
24		血圧低下著明			
23	角膜・眼球頭反射消失				
22		心室細動	無呼吸		
20		脈拍1/5			
19	脳波平坦化				
18		心停止			
16		成人救命例最低体温			
9		人為的低体温救命例の最低体温			

# 低体温症の症状温度別

症状	意識	震え	心拍数	心電図	消化管
直腸温 35 - 33°C (軽度)	正常	(+)	正常	正常	正常
33 - 30°C (中度)	無関心	(-)	軽度低下	波形延長	イレウス
30 - 25°C (重度)	錯乱・幻覚	(-)	著明低下	Osborn-J波	イレウス
25 - 20°C (重篤)	昏睡・仮死	筋硬直	著明低下	心房細動	イレウス
20°C以下 (非常に重篤)	ほぼ死亡状態	筋硬直	消失	心室細動	イレウス



# 低体温症の治療



# 低体温症の治療

## 支持療法

1. **Monitoring**: ICU管理: 心電図、血圧、スワングアンツカテーテル(30°C以下で心室細動をおこしやすい)。血液ガス分析; 患者の体温で補正解釈。
2. **呼吸管理**: 加温・加湿酸素吸入: 40°C加温酸素投与。必要時人工呼吸。
3. **循環管理**:  
低体温患者では末梢血管の収縮や心拍出量の低下のため血圧は測定不能でも、重要臓器の血液循環は代謝の需要も低下しているので十分のことが多い。  
再加温に伴う急激な血圧低下; 昇圧剤(DOA3-5 $\mu$ 程度), 容量負荷。  
代謝低下状態にあるので、すべての薬剤は維持量か少なめとする。  
25°C以下→徐脈になるがペーシングは血行動態を悪化させることが多いので、原則として行わない。
4. **輸液**: 輸液は原則と40°Cに加温。代謝性アシドーシスは必要に応じメイロンで補正。
5. **その他**
  - a) **Amylase上昇**; 約半数例で出現、特別な治療なしに2-3日で軽快することが多く、膵炎が治療上問題となることは少ない。
  - b) **腹痛**; 胃潰瘍の穿孔や消化管出血に注意。
  - c) **インスリン**; 30°C以下で作用しない、体温回復で急に効果が出現する、頻回に血糖をモニターする。

# 復温法

## ◎保温(passive external rewarming; PER)

→0.5°C~2.0°C/hr あらゆる症例に適応可能

- (1)暖かい環境に移す(室温21°C以上)
- (2)濡れた着衣を温かい乾燥着衣とする
- (3)毛布・寝袋で覆う

## ◎加温(active rewarming; AR)

### ○体表加温(active external rewarming; AER)

体幹のみに限定, after drop, 復温ショックの可能性

- (1)電気毛布, 保温マット; 低温熱傷の可能性 Bair-Hugger
- (2)温水浴(40-45°C) ; monitor・蘇生処置が困難, 外傷には難しい Hubbard tank
- (3)赤外線ヒーター ; 新生児・未熟児に適応

### ○中枢加温(active core rewarming; ACR)

- (1)暖気吸入(42-46°C、加湿) ; 1~2.5°C/hr(挿管時), 気道熱傷の可能性
- (2)加温輸液(40-45°C) ; 体温低下を防ぐ
- (3)温液体(40-45°C)

①胃洗浄、結腸洗浄

②膀胱洗浄

③腹腔内灌流(腹膜灌流) ; 1~2.5°C/hr、感染、電解質異常の可能性

④胸腔内灌流 ; 胸腔内圧上昇、緊張性水胸、出血の可能性

⑤縦隔洗浄 ; 開胸心マッサージ時

- (4)体外循環—加温装置(40-45°C) ; 1~3°C/hr、出血の可能性

①血液浄化装置(HD, CHDF) ; 薬物除去が可能

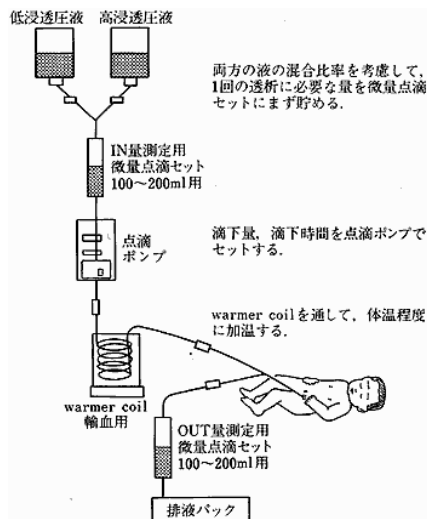
②人工心肺(PCPS, CPB) ; 心肺停止、ショック例に適応可能

③A-Vシャント、V-Vシャント

# 復温法

PCPS

## 腹膜灌流



## 胸腔内灌流

左胸腔; 注入用; 第3肋間鎖骨中線上  
廃液用; 第6肋間鎖骨中線上

**Overshoot**; 加温が加温終了後に2-3°C上昇する事がある。加温が過剰にならない様にする事が重要(通常は35°Cで加温はstopとし以後は保温とする)。

加温に伴うショックに注意する。

**Rewarming shock**; 加温時に血圧低下、末梢血管の拡張による循環血液量不足や冷却・高K・高乳酸血液による心抑制が原因、四肢への加温は避ける

**After drop**; 加温開始後に核温が低下(末梢血管拡張により、中枢循環系に冷却血液が流入)

# 低体温症の治療

## 治療の注意点

①低体温下では**薬物投与は効果が出にくい**、過量投与となりやすく、代謝能低下の為に蓄積しやすいので、復温後に中毒が起こりやすい。

**薬物の過量投与は極力避ける。**

吸収能も低下しているなので、基本的に**静注投与が原則**である。ブドウ糖の投与を適宜行う。ラクテートリンゲル液は使用しない。

②30°C以下では**心筋の被刺激性が著しく高まり致命的な不整脈を発生しやすく**、患者の扱いには**愛護的な配慮が必要**である。

・30°Cまで上昇するまでは、なるべく、挿管操作や不用意な中心静脈確保、一時的体外ペーシング、S-Gカテーテル挿入操作を**控える**。(体表ペーシングが推奨される。)

・電氣的除細動・リドカイン・アトロピン等の薬剤は**BT28-32°C以上でない**と**効果が出にくい**、30°C以下では**1回まで投与が推奨**、復温を急ぐ。

・心静止や心室細動以外では、**動脈拍動は30秒以上かけて慎重に確認**し、心室細動を誘発するような不必要な心肺蘇生・胸部圧迫は避ける

③復温後

**低体温続発症**;脳血管障害、肺炎、肺水腫、消化管出血、臍壊死

**低体温原因疾患**等の治療が必要。

# 低体温症の予後

予後不良因子; ①高カリウム血症( $K > 10 \text{mEq/l}$ ) → 細胞溶解の徴候

②Fibrinogen低下(Fibrinogen  $< 50 \text{mg/dl}$ ) → DICの徴候

③Vf, pulse less VT

→重症低体温症の約20-90%程度の死亡率  
slow rewarmingにて死亡率 > 約45%