

# 低温症的研究现状及展望

吴 健

中国人民解放军92493部队医院军事医学与特种医学科, 辽宁 葫芦岛

收稿日期: 2023年12月8日; 录用日期: 2024年1月2日; 发布日期: 2024年1月9日

## 摘 要

随着海军战略转型的发展, 活动海域逐渐由近海走向远洋, 海上发生遇险落水等突发状况逐年增加, 对落水人员开展现场救援的需求更加紧迫。据研究表明, 约2/3海上落水人员由于冷海水浸泡导致的体温过度降低而死亡。海水为高渗, 比热容、导热系数是空气的数倍, 人体在海水中的散热量是空气中的26倍。因此, 研究海上落水人员低温症, 同时进行有效的救治, 是当前海军卫勤工作的重要部分之一。

## 关键词

低温症, 复温, 对策

# Research Status and Prospect of Hypothermia

Jian Wu

Disciplines of Military and Special Medicine, PLA 92493 Military Hospital, Huludao Liaoning

Received: Dec. 8<sup>th</sup>, 2023; accepted: Jan. 2<sup>nd</sup>, 2024; published: Jan. 9<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

With the development of the Navy's strategic transformation, the active sea area is gradually moving from the offshore to the open ocean, and the occurrence of emergencies such as falling into the water at sea is gradually increasing, and the demand for on-site rescue of drowning personnel is more prominent. Studies have shown that about two thirds of the deaths of people falling into the sea are caused by low temperatures caused by cold seawater immersion. Seawater is hyperosmotic, specific heat capacity and thermal conductivity are several times that of air, heat dissipation of the human body in seawater is 26 times that in the air. Therefore, it is one of the important parts of the current naval health service to study the hypothermia of people falling into the sea and carry out effective treatment.

文章引用: 吴健. 低温症的研究现状及展望[J]. 临床医学进展, 2024, 14(1): 297-300.

DOI: 10.12677/acm.2024.141043

## Keywords

### Hypothermia, Rewarming, Counterplan

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

低温症是指由于各种障碍热生成和增加热丢失的因素, 所导致人体核心温度(通常是直肠温度)低于 $35^{\circ}\text{C}$ 时的状态。根据低温程度, 可分为轻度低温症(核心温度 $32^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ ), 中度低温症(核心温度 $28^{\circ}\text{C}\sim 32^{\circ}\text{C}$ ), 重度低温症(核心温度 $28^{\circ}\text{C}$ 以下) [1] [2]。落水人员获救后, 复温急救治疗尤为重要, 但国际上针对中、重度低温症救治效果差, 近年来虽然有积极的院内医疗措施, 但伤病员病死率仍可达到40% [3]。

## 2. 低温症对机体的影响

1) 对心血管系统的影响: 轻度低体温时交感神经被激活, 儿茶酚胺释放增加, 引起心率增加、血管收缩、心输出量增加。当体温进一步下降, 心率变慢、血管阻力增加、心输出量减少。体温降低时容易引起房性、室性心律失常[4]。

2) 对呼吸系统的影响: 体温轻度下降时呼吸频率增加, 进一步下降时, 呼吸频率、潮气量、氧输送能力降低, 误吸的可能性增大, 不考虑上述因素, 盲目复温后容易发生肺水肿。

3) 对神经系统的影响: 可出现意识错乱, 神志淡漠、判断障碍、行为异常等症状, 体温低于 $30^{\circ}\text{C}$ 时易出现昏迷[5]。

4) 对血液系统的影响: 低温时, 白细胞减少, 趋化和吞噬能力明显受损, 导致容易感染。对凝血酶、血小板、凝血功能会出现影响, 进而引起凝血功能障碍, 但通常不影响纤溶系统[6]。有学者将低温、酸中毒、凝血功能障碍, 成为“死亡三联征” [2]。

5) 对内脏功能的影响: 使肝脏、肾脏灌注减少, 局部血流再分布改变, 影响肝脏对药物的摄取率, 肾小球滤过率下降, 肾小管分泌H能力减退, 出现酸中毒, 因此, 在临床用药上, 要及时调整药物剂量, 以免发生毒性反应。

6) 对代谢的影响: 会出现氧合血红蛋白解离曲线左移, 早期胰岛素分泌减少, 血糖升高, 继而葡萄糖、脂肪分解增加, 低温持续发展, 耗尽糖原存储, 出现低血糖, 细胞外钾离子向细胞内转移, 导致低钾血症。

总之, 随着机体系统调节功能出现失效, 正常体温难以维持, 若不及时给予紧急治疗, 当体温持续下降, 对各个系统的影响逐个出现, 最终导致人体死亡。

## 3. 常见的复温技术及新进展

复温技术可分为体周复温和体心复温两种方法。

体周复温法是指使用器械或物品由外至内对患者进行复温, 主要有传导式、对流式、辐射式等复温方法。对于轻度低温症患者效果较好, 其疗效与人体血管收缩状态、回心血流情况等因素相关。由于人体皮肤、外周组织也具有隔热作用, 会使核心温度缓慢回升, 需要强调的是, 对于重度低温症患者, 单

纯的体外复温不能避免出现“续降”，进展迅速时甚至会导致患者死亡。而且，体周复温法会引起开放性外伤继发性感染、加重患部剧烈疼痛或过度出血，影响救治效果。

体心复温法是指将外源性热量直接施加于患者的复温方法。在医院内救治中、重度低温症患者方面效果较好，也是目前复温技术和装备研究的主要发展方向。主要有体外循环复温、加温加湿给氧复温、食管复温导管等方法[2]。上述方法虽然可使体温较快上升，但在纠正酸中毒和凝血障碍及大量炎性物质释放方面效果欠佳，对机体各系统造成不同程度的损害无法杜绝。

目前，国外有使用 CRRT 救治重度低温症患者个案报道，在这方面，国内仅限于动物模型研究阶段、且样本偏少，死亡率还需做进一步大样本研究。CRRT 有调节体温的功能，机器中有升温装置。单毅等认为血液滤过复温对稳定循环、清除乳酸等作用好于体外复温，纠正酸中毒效果明显， $3^{\circ}\text{C}/\text{h}$  已表现出明显的救治优势，为临床有效救治该类患者提供了重要的参考依据[7]。袁瑞等认为 CRRT 复温过程中，采用全身肝素抗凝或局部枸橼酸抗凝对实验犬血常规、生化、凝血功能、动脉血气和血流动力学指标影响无差别，但由于肝素对凝血系统影响明确，因此枸橼酸抗凝优势大于肝素抗凝[8]。

关于高压氧和低温症之间的相互作用尚存在争论，仍停留在病情演变过程推理、临床动物学试验阶段。有专家认为，可能具有一定的保护作用和应用前景[6]。

#### 4. 复温设备发展现状

目前，体周复温设备应用广泛，对于轻度低温症患者效果明显。在体心复温设备方面，主要有呼吸道复温和输入温热液体两种。体心升温仪，是外军救治重度低温症患者的首选方法。缓慢静脉输入  $43^{\circ}\text{C}$  温热液体疗效比较满意。

对于重度低温症患者，应采用多种技术手段相结合的方式。相关文献报道，加拿大军队研究的强制通风复温系统，包括温热空气循环、温热静脉滴液等多种装置，如果配合便携式生命体征监测设备，安装在医疗救护车、救援直升机等急救后送平台上使用，可达到事半功倍的效果。不足之处是所占空间较大，不能同时纠正电解质紊乱、酸碱失衡、凝血功能异常。

我军对低温症的急救手段仍停留在体周复温阶段，比较成熟的复温装置主要有加热型复温毯、水浴复温装置、体周热空气复温装置等，在体心复温方面的综合复温装置不足，经验较少。

#### 5. 我军复温救治存在问题及对策

我军在海上落水人员的复温救治方面起步较晚，主要针对轻度低温症患者，大多采取毛毯复温、通风复温、水浴复温等体周复温技术，救治率低，针对中重度低温症患者，尚无法进行高效救治。

今后，后方中心医院应注重提高此类患者的救治水平。建议引进、借鉴外军先进的治疗技术、模块化的新型装备，结合 ICU 病房中 CRRT 技术，可在满足复温速度的同时，迅速稳定地纠正电解质紊乱和酸碱失衡，使之成为行之有效的首选方法[9]。因需同步开展全身肝素抗凝、局部枸橼酸抗凝等技术，需在具有重症医学、血液净化、CRRT 操作技术的专业人员指导下进行治疗。

#### 6. 结语

在海上落水人员复温抢救领域，我们与世界发达国家存在较大差距，与当前全面建立“快速反应、立体救护”航海、航空卫勤保障体系不相称。建议在今后重点发展的医疗搜救直升机、新型医疗救护车上配备操作简单、携带方便、复温效果好的模块化装置。同时，后方中心医院应注重借鉴国内外先进治疗方法、引进先进设备、加强卫勤演练，全面提升中、重度低温症的救治水平，使医院的应急快速反应和精准救治能力得到磨炼和提升。

## 参考文献

- [1] 杨青. 海上落水人员待救问题探讨[J]. 航海, 2011(6): 78-79.
- [2] 张建, 喻锡成, 王猛. 海上落水人员低温症救治技术与装备现状及发展对策[J]. 医疗卫生装备, 2016, 37(5): 121-124.
- [3] 杨策, 龙在云, 王海燕, 等. 甘肃“马拉松事故”对低温环境战伤救治的启示[J]. 创伤外科杂志, 2021, 23(7): 555-557.
- [4] Oda, J., Kuwagata, Y., Nakamori, Y., *et al.* (2002) Mild Hypothermia Alters the Oxygen Consumption/Delivery Relationship by Decreasing the Slope of the Supply-Dependent Line. *Critical Care Medicine*, **30**, 1535-1540. <https://doi.org/10.1097/00003246-200207000-00023>
- [5] Paal, P., Brugger, H. and Strapazzon, G. (2018) Accidental Hypothermia. *Handbook of Clinical Neurology*, **157**, 547-563. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64074-1.00033-1>
- [6] 潘树义, 郭大志, 杨晨, 等. 低温症的研究现状和高压氧治疗应用前景分析[J]. 中华航海医学与高气压医学杂志, 2015, 22(1): 76-78.
- [7] 单毅, 周春华, 李大伟, 等. 腹部创伤合并海水浸泡致重度体温过低症犬血液滤过复温的效果研究[J]. 中华航海医学与高气压医学杂志, 2012, 19(1): 9-12.
- [8] 袁瑞, 帅维正, 张志成. 肝素与枸橼酸抗凝在海水浸泡低体温症犬连续血液滤过复温中的对比研究[J]. 中国当代医药, 2017, 24(24): 4-6+10.
- [9] 周春华, 李昕, 李洪艳. 持续肾脏替代治疗对创伤合并海水浸泡致急性肾衰竭犬的救治[J]. 中国血液净化, 2007, 6(1): 29-33.