

低体温症紧急救治中国专家共识(2025版)

陈威¹, 何蕾², 尹明³, 万涛⁴, 唐柚青⁵, 王艾平⁶, 李阳⁷, 余万霏⁸, 中国医学救援协会急诊分会, 中国医学装备协会应急救治装备分会, 中国医学救援协会整合康复医学分会, 中国老年保健协会院前急救工作委员会

¹解放军总医院第三医学中心急诊医学科, 北京 100039; ²解放军总医院第一医学中心肝胆胰外科医学部重症医学科, 北京 100853; ³解放军总医院第二医学中心急诊医学科, 北京 100853; ⁴解放军总医院第八医学中心肝胆外科, 北京 100091; ⁵暨南大学附属广东省第二人民医院急诊科, 广东广州 510403; ⁶陆军军医大学高原军事医学系寒区医学教研室, 重庆 400038; ⁷陆军军医大学大坪医院战创伤医学中心急诊医学科/创伤与化学中毒全国重点实验室, 重庆 400042; ⁸同济大学附属东方医院国家极地考察医学保障中心, 上海 200120

[指南与共识注册编号] PREPARE-2025CN404

[中图分类号] R826.1

[文献标志码] A

[DOI] 10.11855/j.issn.0577-7402.2025.0510

[声明] 本文所有作者声明无利益冲突

[引用本文] 陈威, 何蕾, 尹明, 等. 低体温症紧急救治中国专家共识(2025版)[J]. 解放军医学杂志, 2025, 50(6): 641-655.

[收稿日期] 2025-04-06

[录用日期] 2025-04-11

[上线日期] 2025-05-10

[摘要] 低体温症是在寒冷环境中体表丢失大量热量导致核心体温 $<35^{\circ}\text{C}$ 引起的临床综合征, 属于全身性冷损伤, 救治不及时可致死亡。对低体温症实施紧急诊断和救治有望改善患者的预后。2005年美军陆军环境医学研究所颁布了预防和管理冷损伤的相关指南, 但我国尚无相应的规范。因此, 中国医学救援协会急诊分会、中国医学装备协会应急救治装备分会、中国医学救援协会整合康复医学分会和中国老年保健协会院前急救工作委员会共同编写了《低体温症紧急救治中国专家共识(2025版)》。该共识包括低体温症的病理生理学、病因和流行病学、诊断和严重程度分级、院前治疗和院内治疗, 共15条推荐意见, 旨在为相应的临床救治工作提供指导。

[关键词] 低体温症; 紧急救治; 专家共识

Chinese expert consensus on emergent treatment of hypothermia (2025 edition)

Chen Wei¹, He Lei², Yin Ming³, Wan Tao⁴, Tang You-Qing⁵, Wang Ai-Ping⁶, Li Yang⁷, Yu Wan-Xian⁸, Emergency Branch of Chinese Medical Rescue Association, Emergency Medical Equipment Society of China Association of Medical Equipment, Integrated Rehabilitation Medicine Branch of Chinese Medical Rescue Association, Pre-Hospital Emergency Care Working Committee of Chinese Aging Well Association

¹Department of Emergency Medicine, the Third Medical Center of Chinese PLA General Hospital, Beijing 100039, China

²Department of Critical Care Medicine, Faculty of Hepato-Pancreato-Biliary Surgery, the First Medical Center of Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China

³Department of Emergency Medicine, the Second Medical Center of Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China

⁴Department of Hepatobiliary Surgery, the Eighth Medical Center of Chinese PLA General Hospital, Beijing 100091, China

⁵Department of Emergency Medicine, the Affiliated Guangdong Second Provincial General Hospital of Jinan University, Guangzhou, Guangdong 510403, China

⁶Department of Frigid Zone Medicine, College of High Altitude Military Medicine, Army Medical University, Chongqing 400038, China

⁷Department of Emergency Medicine, Medical Center of Trauma and War Injury, Daping Hospital, Army Medical University/National Key Laboratory of Trauma and Chemical Poisoning, Chongqing 400042, China

⁸National Polar Expedition Medical Support Center, Dongfang Hospital Affiliated to Tongji University, Shanghai 200120, China

[基金项目] 国家军用标准研究项目(145BHQ090010000X)

[作者简介] 陈威, 医学博士, 主任医师, 主要从事急诊医学和重症医学方面的研究

[通信作者] 何蕾, E-mail: helei301hospital-HICU@outlook.com

*Corresponding author, E-mail: helei301hospital-HICU@outlook.com

This work was supported by the National Military Standard Research Project (145BHQ090010000X)

[Abstract] Hypothermia is a clinical syndrome characterized by core body temperature $<35\text{ }^{\circ}\text{C}$, caused by significant heat loss from body surface in cold environment. As a systemic cold injury, it can be lethal if treatment is delayed. Emergent diagnosis and treatment of hypothermia are expected to improve the prognosis of patients. In 2005, the U.S. Army Research Institute of Environmental Medicine (USARIEM) issued guidelines for the prevention and management of cold injuries, but there has been no corresponding standard in China. Therefore, Emergency Branch of Chinese Medical Rescue Association, Emergency Medical Equipment Society of China Association of Medical Equipment, Integrated Rehabilitation Medical Branch of Chinese Medical Rescue Association, and Pre-Hospital Emergency Care Working Committee of Chinese Aging Well Association jointly developed the Chinese Expert Consensus on Emergent Treatment of Hypothermia (2025 edition). The consensus covers the pathophysiology, etiology and epidemiology, diagnosis and severity grading, prehospital treatment, and in-hospital treatment of hypothermia, including 15 recommendations in total, aiming to provide guidance for the relevant clinical rescue work.

[Key words] hypothermia; emergent treatment; expert consensus

冷损伤(cold injury)是寒冷及其他诱因共同引起的机体组织损伤,其发生与环境温度密切相关。在寒冷环境(包括冷空气和冷水)中锻炼或工作均可能损害健康甚至威胁生命。军人、寒区牧民、极地工作者,以及极地、高山、深海等极限活动爱好者和运动员均为低体温症的高发人群^[1-4]。冷损伤可分为全身性冷损伤和局部性冷损伤。全身性冷损伤即低体温症(hypothermia),又称冻僵,主要是在寒冷环境中体表丢失大量热量,导致核心体温 $<35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 引起的临床综合征,救治不及时可致死亡^[5]。低体温症的救治包括院前现场救治、医疗转运、院内治疗均有其独特性。寒冷是环境威胁的一部分,而在特殊环境下,尤其是在海水浸泡、合并创伤或高原缺氧时,患者的救治将变得更为复杂。对于必须面临寒冷环境工作、生活的人群,以及挑战寒冷环境的人群,低体温症的救治至关重要。为此,由中国医学救援协会急诊分会中国医学装备协会急救救治装备分会、中国医学救援协会整合康复医学分会和中国老年保健协会院前急救工作委员会组织急诊医学、重症医学等多学科专家,根据临床经验总结、文献复习、专家意见征集和沟通讨论后,形成低体温症紧急救治推荐意见,制定了《低体温症紧急救治中国专家共识(2025版)》,供临床医务工作者和现场救治人员参考。循证证据等级见表1,临床推荐强度分级见表2。

表1 循证证据等级

Tab.1 Evidence-based level

证据等级	分级释义
A	基于多个随机对照试验的荟萃分析或系统评价;大样本随机对照试验
B	基于至少一个质量较高的随机对照试验;设计规范、结果明确的观察性研究或横断面研究;前瞻性队列研究
C	基于设计良好的非随机病例对照研究;观察性研究;非前瞻性队列研究
D	基于非随机的回顾性研究;病例报告;专家共识

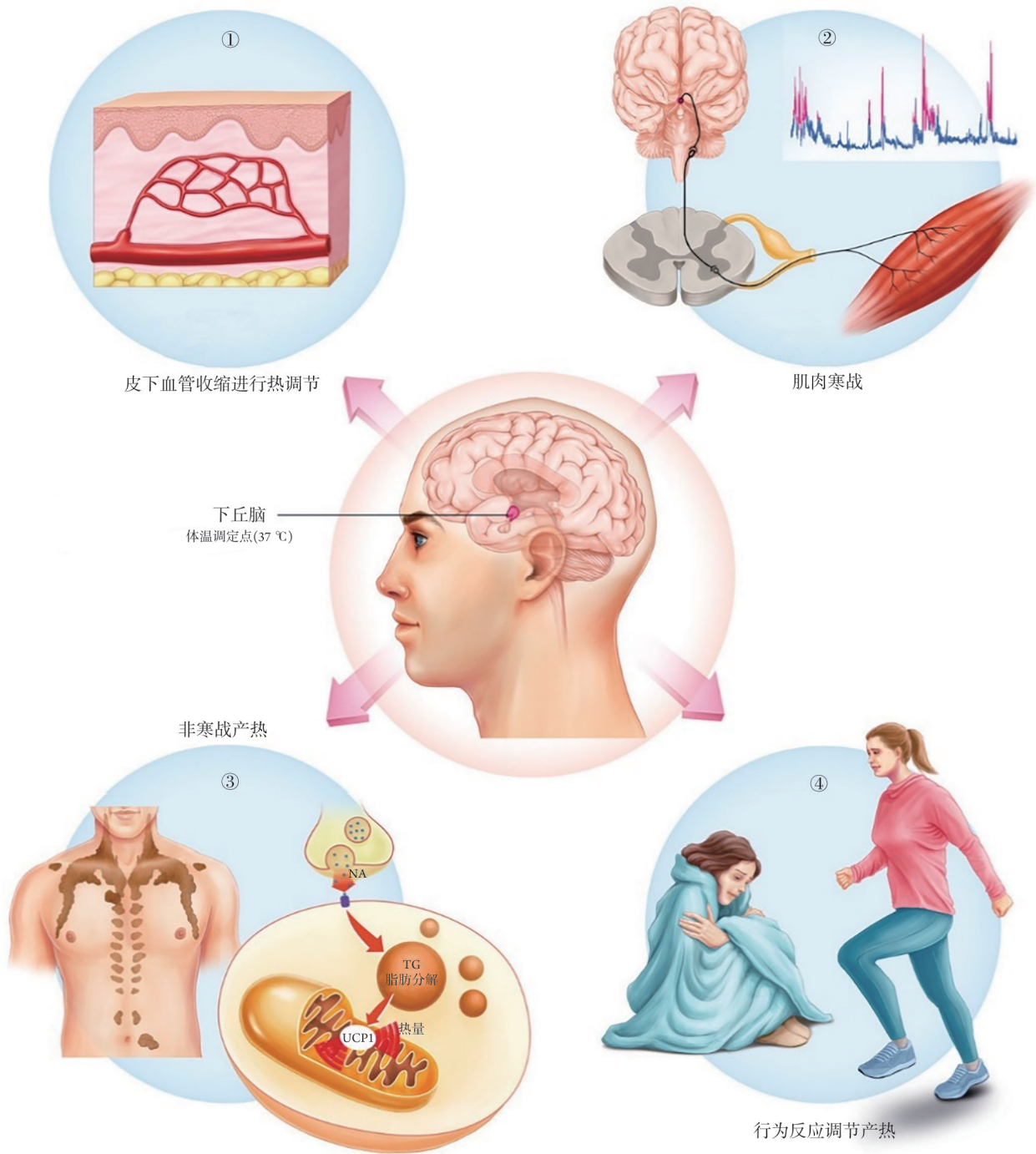
表2 临床推荐强度分级

Tab.2 Classification and description of clinical recommendation

推荐强度	等级	释义及临床建议
I	强	循证证据肯定或良好(A—B级);循证证据一般(C—D级),但在国内外指南中明确推荐,能够改善健康结局,利大于弊
II	中等	循证证据一般(C—D级);可改善健康结局
III	弱	循证证据不足或矛盾;无法明确利弊,但可能改善健康结局

1 病理生理学

人类核心体温由下丘脑体温调节中枢通过整合外周温度信号,稳定维持在 $(37.0\pm 0.5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内。面对寒冷环境,人体可通过自主性体温调节和行为性体温调节维持核心体温稳态,具体如图1^[6]所示:①交感神经兴奋使皮肤血管收缩以减少热量损失。②骨骼肌的寒战可提供内源性产热。寒冷刺激越强,产热越强烈;寒战产热的强度取决于寒战是持续的还是暴发性的,以及是否有充足的葡萄糖等能量底物。③棕色脂肪组织非寒战产热增加。产热的来源主要是氧化磷酸化的解耦产生热量。④通过有意识的行为、运动和增减衣物等影响



NA. 去肾上腺素; TG. 甘油三酯; UCP1. 解偶联蛋白 1

图 1 应对寒冷环境中枢和外周体温调节的生理过程^[6]

Fig.1 Physiologic pathways of central and peripheral thermoregulation against environmental cold^[6]

核心体温。运动可增加产热，但在寒冷环境下进行运动要谨慎，过度运动可导致体温进一步下降及循环衰竭^[6]。人体核心体温下降是能量通过传导、对流、蒸发或辐射过度转移到低温环境，散热大于产热的结果。体温下降的主要病理生理变化是静息代谢率降低、中枢及周围神经功能抑制。最初阶段体温下降可引发寒战产热，代谢增强，并在下降至 32 °C 左右时达到高峰，但随着核心体温进一步下降，代谢开始减弱，<30 °C 时寒战消失。

低体温症的临床表现主要与大脑和心肺效应有关。在核心体温为 33~34 °C 时，大脑的活动开始减弱，并随着体温继续下降而进一步减弱，出现易怒、精神错乱、冷漠、决策失误、嗜睡，并最终导致昏迷。但此时大脑的需氧量也下降，从而有利于缺氧条件下暂时的脑保护。由于寒冷引起的利尿、血管外血浆转移和液体

摄入不足等因素的共同作用,可出现有效循环血量减少。当核心体温 $<30^{\circ}\text{C}$ 时,心排血量明显减少,可引起心动过缓、心律失常。在核心体温 $<28^{\circ}\text{C}$ 时,可发生酸中毒、低碳酸血症、缺氧或运动触发的心室颤动,对二氧化碳的反应降低还可导致通气不足和呼吸性酸中毒^[7]。低体温症时凝血酶原时间和活化部分凝血活酶时间延长,血小板聚集受到抑制,可导致凝血功能异常;复温后组织因子释放可触发弥散性血管内凝血^[8]。

2 病因及流行病学

推荐意见1:低体温症具有突发性和灾难性,应普及和规范低体温症紧急救治技术(推荐强度 I, 证据等级 B)

低体温症指原发性低体温,即体温调节中枢无异常,机体在特殊情况下的散热大于产热,从而导致核心体温 $<35^{\circ}\text{C}$ 的综合征,包括冷空气暴露引起的陆地型低体温症和冷水浸泡引起的浸泡型低体温症^[6]。陆地型低体温症常见于冬季地震、暴风雪等自然灾害条件下,以及极地探险、冬季登山、滑雪等发生意外事故时;其核心体温降低的原因包括:低温与大风导致人体散热加速;雨雪沾湿衣服致保暖不足,或未利用掩蔽所休息取暖、躲避风雪,导致人体散热过多;长时间饥饿、疲劳致使机体产热不足,以及严重外伤、失血导致人体抗寒能力降低。浸泡型低体温症是在水域环境中出现的低体温症,多见于船舶、飞机失事引起的海难以及人员落水等情况。人体浸泡在冷水中散热极快,代谢产热不足以代偿散热,可迅速进展为低体温症^[9]。

低体温症是战争和灾难中的常见疾病。在美国,低体温症每年导致至少1500人死亡。在欧洲国家和新西兰,每年低体温症的发生率为(0.13~6.9)/10万;苏格兰每年因低体温症发生的死亡率约为2/10万,而在波兰约为5/10万^[6]。意外导致的低体温症具有突发性,2021年5月21日我国甘肃省白银市百公里高海拔越野赛遭遇极端低温天气导致21人因低体温症死亡^[2]。低体温症及其引发的心搏骤停并非常见伤病,正确认识低体温症的发生发展规律及临床表现,普及低体温症现场救治技术可提高抢救成功率。

3 诊断及严重程度分级

推荐意见2:院前救援人员应基于临床表现诊断低体温症并判断其严重程度,而不能仅依赖于核心体温的测量(推荐强度 I, 证据等级 C)

第一时间明确诊断并判断其严重程度对患者的治疗及预后至关重要。对于有低温环境暴露史,触摸躯干寒冷的患者,应考虑低体温症的可能。如果无法测量核心体温,可通过生命体征进行临床诊断^[10]。低体温症的临床表现无特异性,温度 $<28^{\circ}\text{C}$ 时部分患者可出现反常脱衣的现象^[11]。心率、血压、呼吸频率等随核心体温下降而呈下降趋势,患者的临床表现、死亡发生率及救治难度取决于核心体温的下降程度^[12]。如患者有低温环境暴露史并出现下列情况之一,应判断存在低体温症:(1)意识清醒并寒战;(2)意识障碍,有或无寒战;(3)核心体温 $<35^{\circ}\text{C}$ 。

常用的低体温症瑞士分级系统按照意识、寒战、生命体征的变化将其严重程度分为 I—IV 级,并给出相对应的核心体温水平^[6]。本共识低体温症分级参考传统的瑞士分级,结合冷暴露史与临床表现将低体温症分为轻、中、重度,对应的核心体温分别为 $35\sim 32^{\circ}\text{C}$ 、 $32\sim 28^{\circ}\text{C}$ 、 $<28^{\circ}\text{C}$ ^[13]。(1)轻度:意识清醒,寒战,核心体温通常在 $35\sim 32^{\circ}\text{C}$;(2)中度:意识障碍,有或无寒战,核心体温通常在 $32\sim 28^{\circ}\text{C}$;(3)重度:无意识,生命体征存在或消失,核心体温通常 $<28^{\circ}\text{C}$ 。本文采用的低体温症分级方法中,重度低体温症包括瑞士分级系统中的 III 和 IV 级,与瑞士分级系统的比较见图 2。

需要注意的是,寒战不是一个可靠的症状,可因多种原因被抑制,如使用镇静或神经肌肉阻滞药物、体温调节机制受损和寒战能力下降等,因而不能单独用于判断低体温症的严重程度。改良版瑞士分级剔除了寒战这一观察项,采用评判意识状态的方法来判断严重程度^[14]。意识水平是评估低体温症较好的方法,但也有可能受到核心体温以外因素的影响^[3]。因此,如果意识状态和寒战程度与测得的核心体温下降程度不相符,或患者的冷暴露时间短且环境温度并不是很低,应考虑其他合并因素来解释意识状态和寒战程度,如窒息、中毒、高海拔脑水肿或创伤。此外,冷暴露时机体受到冷刺激而出现的一系列防御反应,包括心率加快、血压升高、呼吸加深加快、皮肤血管收缩、皮肤温度降低、骨骼肌寒战产热等是冷应激而非低体温症的表现。此阶段机体增加产热、减少散热,可维持核心体温 $>35^{\circ}\text{C}$ 。冷应激时一般状态较好,而轻度低体温症患者存在不同程度的表情淡漠、目光呆滞和走路不稳等症状,核心体温 $<35^{\circ}\text{C}$ 。如冷应激处理不妥可进展为低体温症,因此,在不易区分时均应按照低体温症进行谨慎处置。

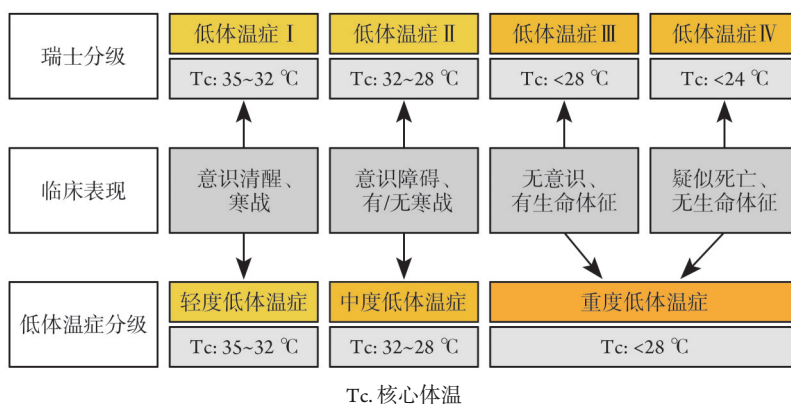


图2 本共识低体温症分级与瑞士分级系统的比较

Fig.2 Comparison of hypothermia grading in this consensus with Swiss staging system

4 院前治疗

推荐意见3: 确认现场安全后施救以保障救援人员和患者的安全(推荐强度 I, 证据等级 A); 救援人员应轻柔搬动患者并保持其水平体位, 防止核心体温进一步下降(推荐强度 I, 证据等级 B); 避免低体温症心搏骤停的发生(推荐强度 I, 证据等级 C)

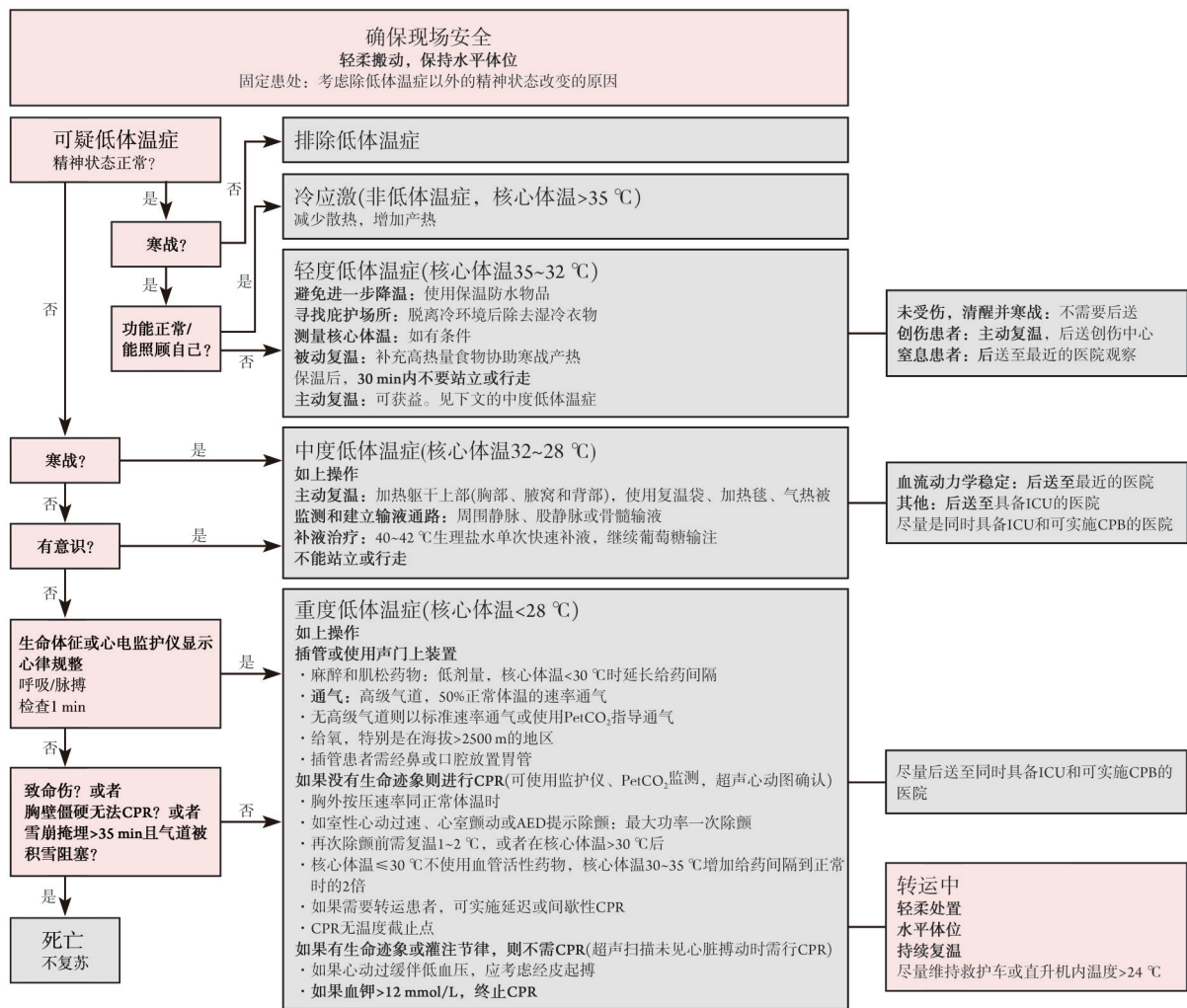
抢救或复苏应当在确认现场安全和评估患者之后决定。院前救治低体温症患者的基本措施是脱离寒冷环境, 采取必要的现场处理措施以阻止进一步的热量丢失, 防止患者发生救援性心搏骤停(rescue collapse)及核心体温后降(简称后降)。救援性心搏骤停是指严重低体温症患者在救援或转运过程中出现的心搏骤停, 是有目击者的心搏骤停^[15-16], 可能的原因是低血容量引起的循环衰竭、干预措施(如搬动患者)诱发的心律失常。后降是指脱离冷环境或开始复温后低体温症患者核心体温仍进一步降低的现象。因此, 救援人员应重视现场低体温症患者的营救、救治、搬运等操作细节, 包括: (1)救援开始前鼓励有意识的患者保持注意力, 尽量减少体位改变及肢体活动; (2)救援期间应轻柔搬动患者并保持水平体位, 特别是从水中或冰层裂缝中救援时, 不要摩擦患者皮肤和随意挪动患者肢体; (3)救援过程中患者切勿用力, 限制在救援期间的主动配合; (4)使用担架搬运, 勿将患者的平卧体位改为直立体位, 以免因直立性低血压诱发猝死; (5)救治时严禁摩擦患者皮肤或随意搬动肢体以免诱发心室颤动。低体温症患者的现场紧急救治需将保温及必要的复温器材前伸, 常用的复温器材包括急救保温毯、担架、棉被、雨衣等。此外, 应完善紧急医疗服务预案, 顺畅后送路径。

推荐意见4: 救援人员完成低体温症识别和严重程度分级后, 应采取积极有效的现场处置措施。指导低体温症治疗的关键因素是患者的意识水平、寒战强度及心血管系统的稳定性, 核心体温不作为指导治疗的唯一依据(推荐强度 I, 证据等级 C)

2019年更新的院前事故性低体温症评估和救治指南中, 区分机体适应冷环境所表现出来的冷应激与低体温症, 将低体温症分为轻、中、重度三级并进行相应的紧急处理, 具体见图3^[7]。轻度低体温症时寒战调节体温是有效的, 随着核心体温的降低寒战可加剧。但当核心体温<32 °C时寒战调节体温的作用下降, 只有增加外源性热量才能重新升温。当核心体温<32 °C时, 临床可表现为意识水平下降, <28 °C时大多数患者失去意识, 无寒战, 且心室颤动或心脏停搏的风险很高。但核心体温和临床表现并不完全吻合, 不同严重程度分级方法的核心体温也存在重叠; 此外, 核心体温很难在现场准确测量, 因此指导治疗的关键因素是意识水平、警觉性、寒战强度和心血管系统的稳定性, 患者可能会感觉很冷并寒战, 但不一定是低体温症。寒战是一种防止低温的机制, 许多营养良好、疲惫不堪的清醒寒战患者并没有体温过低。因此, 救援人员在院外环境中应熟悉低体温症的评估和紧急处置。

推荐意见5: 低体温症患者应积极给予呼吸与循环支持(推荐强度 I, 证据等级 C); 输注液体尽量以单次推注方式给药(推荐强度 II, 证据等级 B); 高原环境应避免输注大量液体, 以免引起肺水肿和心力衰竭等(推荐强度 I, 证据等级 B)

低体温症患者现场救治时即应给予氧气吸入, 维持血氧饱和度≥94%, 在海拔>2500 m时必须给予氧气吸入, 有条件的可给予加热加湿的氧气辅助复温治疗。因气管插管操作诱发恶性心律失常的概率较低, 院前可视情况及时给予高级气道管理。无自主呼吸或意识不清的低体温症患者应放置喉罩或喉通气管, 有条件时可



CPR. 心肺复苏; ICU. 重症监护病房; PetCO₂. 呼气末二氧化碳分压; AED. 自动体外除颤器; CPB. 心肺转流术

图3 低体温症院前紧急处理决策流程^[7]

Fig.3 Decision flow chart of pre-hospital emergency treatment of hypothermia^[7]

实施气管插管; 低体温症引起牙关紧闭者如使用肌松剂无效可行环甲膜切开^[17]。

低体温症患者在现场救治时应监测生命体征, 可用除颤仪替代心电监护仪。除颤电极片贴附胸壁可减少寒战对电信号的干扰, 并可减少替换电极片的时间, 延长有效胸外按压时间。由于体温过低会诱导抗利尿激素释放减少, 多数患者可存在不同程度的低血容量, 因此应及时进行液体复苏, 输注生理盐水或葡萄糖注射液^[6]。尽早建立周围静脉输液通路, 如因外周静脉收缩静脉穿刺难以成功时, 可用骨髓腔穿刺建立输液通路。无论是静脉入路还是骨髓腔入路, 液体均应加热到40~42 °C^[15]。在寒冷环境下, 输注温热液体可防止输液管路结冰和体温进一步下降, 但对患者核心体温的复温影响不明显; 汽车玻璃除霜通风口加热液体可作为院前临时加热静脉液体的一种选择^[17-19]。推荐输注液体以单次推注方式给药, 并根据生命体征调整输注液量。高原环境应避免输注大量液体, 以免引起肺水肿或心力衰竭等。应避免液体不足或过多, 且须谨慎使用升压药物, 尤其是有冻伤风险的患者^[20]。

推荐意见6: 发现低体温症患者心搏骤停时应立即实施基础生命支持, 参照常温心搏骤停实施步骤展开救治。开始心肺复苏(cardiopulmonary resuscitation, CPR)前应触摸患者颈动脉搏动1 min; 瞳孔散大固定和身体僵硬不是重度低体温症患者复苏的禁忌证(推荐强度 I, 证据等级 A)。低体温症心搏骤停患者可进行延长、延迟或间歇性CPR(推荐强度 I, 证据等级 C)

健康年轻人核心体温 < 30 °C时可诱发心搏骤停, < 28 °C时心搏骤停发生率大幅增高, < 20 °C时可导致死亡^[21-22]; 而对于老年人及慢性共病患者, 核心体温 < 32 °C时就可能发生心搏骤停。

CPR仅适用于心搏骤停。低体温症患者心率可能非常慢, 脉搏很难触及。如果没有心脏监测, 心搏骤停

的诊断比较困难。在开始CPR前应触摸患者的颈动脉1 min，如未触及搏动，则开始CPR^[4]。心电监测是在现场诊断心搏骤停的最佳方法。如果有呼气末二氧化碳分压(PetCO₂)和超声心动图也可辅助诊断^[17,23]。心电监护如监测到非灌注心律时应开始CPR，包括无脉性室性心动过速、心室颤动或停搏。如果心电监护显示有规则的QRS波群，则不应行CPR，除非PetCO₂监测证实缺乏灌注或超声心动图显示没有与电活动相对应的心脏收缩。应使用监护仪上的最大扩增来搜索QRS波群。对于心搏骤停的低体温症患者，应立即参照常温心搏骤停进行CPR^[10]。如3次电击后仍有室颤，且核心体温仍<30℃，应推迟进一步尝试电除颤直至核心体温>30℃。如核心体温<30℃，则不应给予肾上腺素和胺碘酮；核心体温>30℃时，肾上腺素的给药间隔应从每3~5 min给药一次改为每6~10 min给药一次，核心体温≥35℃时应恢复标准治疗方案。

无目击者的心搏骤停、低核心体温、瞳孔散大固定、严重低碳酸血症(PetCO₂<10 mmHg)、身体明显僵硬、老年或创伤(甚至重大创伤)均不是禁忌。有明显致命伤或胸壁僵硬无法按压的患者不实施CPR^[6]。如果立即和连续的CPR不可行或不安全，救援人员应进行延迟或间歇性CPR。如果转运中不能进行持续CPR，可进行间歇性CPR(图4)^[24]。核心体温<28℃的患者无法实施连续胸外按压且低温引起的心搏骤停情况明确时，可交替至少5 min CPR和≤5 min无CPR。对于核心体温<20℃的患者，交替至少5 min CPR和≤10 min无CPR^[24]。一旦患者发生心搏骤停应避免快速搬动。低体温症患者不实施CPR的指征：(1)生命体征尚存；(2)伴有其他不可逆致死伤情；(3)血钾浓度>12 mmol/L。严重高钾血症是损伤不可逆的表现。

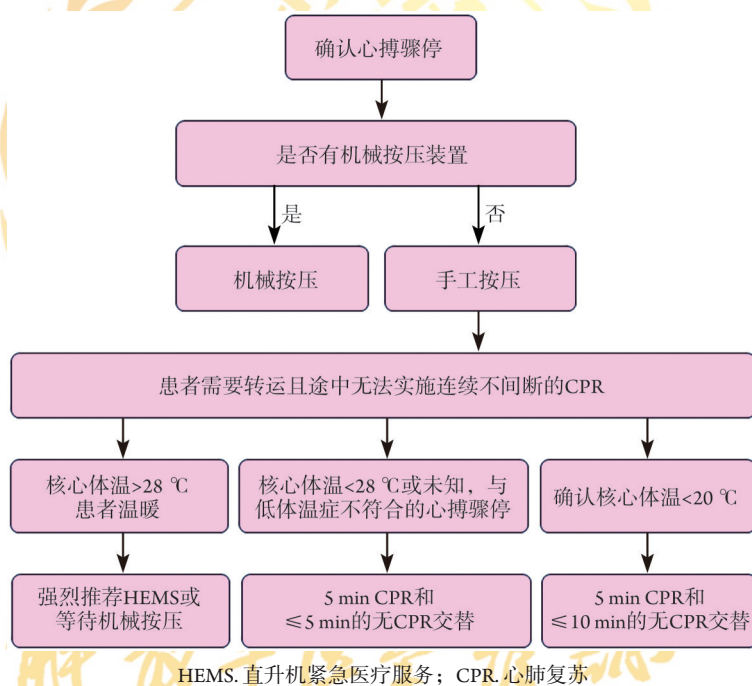


图4 不能进行持续CPR时低体温症患者的延迟和间歇性CPR^[24]

Fig.4 Delayed and intermittent CPR in hypothermic patients when continuous CPR is impossible^[24]

因低体温症导致心搏骤停的患者需考虑延长CPR，多个病例报告描述了延长CPR及间歇性复苏后患者存活且神经功能恢复的情况。其中，1例患者无意识70 min后开始行CPR，最终患者完全恢复神经功能；另有2例患者CPR分别持续长达6.5 h和9.0 h也复苏成功，神经功能恢复良好^[25-27]；也有文献报道，单纯依赖外部复温及CPR 190 min后患者救治成功^[15]。

常规CPR是不间断、持续进行直到自主循环恢复(restoration of spontaneous circulation, ROSC)或确认死亡，但对于严重低体温症患者例外。核心体温降低可减轻缺氧对脑组织的影响，保护中枢神经系统功能。部分发生心搏骤停的低体温症患者不仅能复苏成功，而且神经功能可恢复正常^[6,8]。因意外导致低体温症患者成功复苏的已知最低核心体温为13.7℃，且复苏后神经系统无损伤^[28]。目前，没有证据显示复苏禁忌的核心体温截点，因此对无生命迹象的低体温症患者必须进行CPR抢救和复温。

推荐意见7：现场救治应使患者尽快脱离寒冷环境，采取必要的保温措施以防止进一步的热量丢失(推荐强度 I，证据等级 B)；患者必须与冷环境彻底隔离后实施复温(推荐强度 I，证据等级 A)；现场急救以被动复温和主动外部复温为主(推荐强度 I，证据等级 C)

在大多数低体温症救治场景中，现场展开复温治疗受到救治场所、救治设备、专业能力等因素的限制，第一响应人对低体温症患者进行保温救治非常重要。现场保温急救措施包括：(1)尽早解除冷暴露，如脱离湿冷环境，移至防风保暖处，避免患者与冷界面直接接触散失热量。(2)在脱离冷环境后尽早剪开除去患者的湿冷衣物，用干衣物或被褥包裹，避免患者肢体活动；如果预估转运时间 $<30\text{ min}$ 可不除去湿衣物，快速包裹后送。(3)用保暖隔热材料在衣物外包裹患者全身，以减少热量损失；在湿冷环境下须在隔热层外添加防水层；采用直升机等运输平台转运患者时，应避免患者在强风环境下进一步失温。

现场复温以被动复温和主动外部复温为主。被动复温是使用保温衣物包裹患者使其散热量减少，并依靠患者自身内源性寒战产热恢复核心体温的方法。主动复温是利用外加热源的热量复温患者的方法，分为主动外部复温法及主动内部复温法。主动外部复温是外源热量经皮肤传递给患者，可用物品器材包括空调、暖风扇、加热包、气热被、加热毯、复温袋等。

被动复温是冷应激和轻度低体温症患者有效的复温方法；剧烈寒战产生的热量可使核心体温升高，但耗能且患者感觉不舒适。对于没有误吸危险、清醒寒战的患者，可给予高碳水化合物液体和(或)食物，提供的液体和食物应该加热。救援后患者立即开始行走或做其他运动尽管会增加产热，但有核心体温后降的风险，因此寒战患者在运动前应平躺或坐位观察 30 min ，逐步站立和行走，活动不可剧烈。此时应密切监测患者的情况，如出现恶化，应停止运动并接受相应的治疗。寒战和非寒战的患者均可使用主动外部复温，复温装置应与保暖防水衣物一起使用。主动外部复温可在腋窝、胸部和背部使用热源，如加热毯、加热包等，最好结合低温复温袋一起使用。在皮肤和热源之间应放置隔离材料以防止低温皮肤烫伤。无复温袋时可采用临时保温的方法(图5)^[6]，外层使用可靠的防风防水材料，内层使用毛毯等隔热保暖；可在躯干上放置热源，但不应直接接触皮肤使用；必须使用垫子等使患者与冰冷地面隔离。全身性冷损伤优先于局部冷损伤的处置；不能先复温四肢，以免大量低温血液回流心脏诱发心室颤动。即使是轻度低体温症患者，初始复温阶段也不要使用温水淋浴或浴缸浸泡，因为会使外周血流量增加，引起低血压，增加核心体温后降的风险。

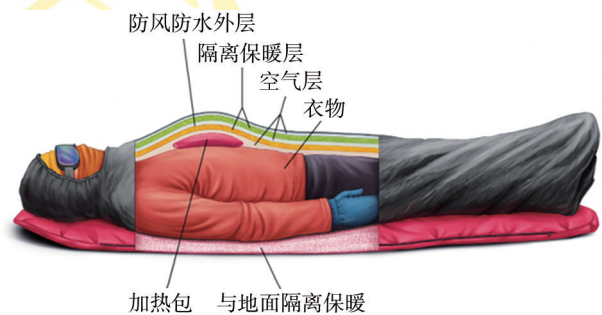


图5 无低温复温袋时的临时保温示意图^[6]

Fig. 5 Improved insulation method without a commercial hypothermia bag^[6]

推荐意见8：应采用适合的体温测量技术尽早准确地测量核心体温(推荐强度 I，证据等级 C)；核心体温通常采用食管温度、鼓膜温度和直肠温度代表。食管温度探头可用于已实施气道保护的患者(推荐强度 I，证据等级 C)；红外鼓膜温度计不能应用于测量低体温症患者的核心体温(推荐强度 I，证据等级 A)；患者处于温暖的环境中才能使用直肠温度测量方法(推荐强度 I，证据等级 C)

核心体温是心、脑、肝、肾、大肠、小肠等器官所在部位的温度。人体核心部分和表层部分是随环境温度的变化而改变的，在炎热环境下，核心部分的区域扩大，可扩展到四肢，表层部分的区域明显缩小，表层与核心部分的温度梯度变小(图6A)；在寒冷环境中，核心部分的区域在缩小，表层部分的区域相应扩大，表层与核心部分则存在明显的温度梯度(图6B)^[29]。

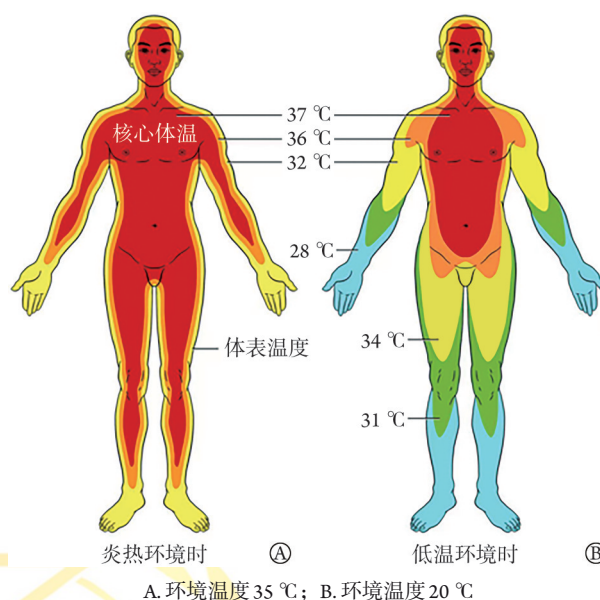
低体温症的确诊有两个关键点：(1)冷暴露史；(2)核心体温 $<35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。应使用低读数体温计(读数可 $<20\text{ }^{\circ}\text{C}$)测量核心体温以免漏诊。在冷环境下，常规的红外技术测量皮肤表面和鼓膜，以及口腔、腋窝温度计等无创测温方法受环境条件影响较大，不能用于低体温症患者的测量，但唯一例外的是基于热敏电阻原理设计的鼓膜温度测量设备。在外耳道通畅且与外界隔热良好的前提下，鼓膜热敏电阻温度计测量的鼓膜温度可代表核心体温水平，适宜于院前现场使用。肺动脉导管测温是临床公认的核心体温测量的金标准，但属于有创操作；而非血管内如食管、膀胱、直肠和鼻咽部的温度测量与肺动脉导管温度测量的相关性良好，可代表核心体温水平^[22,30]。经食管的测温探头需插入食管深达心耳的高度，约在食管的下 $1/3$ 处，能直接反映核心血液温度，且气管插管的患者可避免机械通气所用加热气体的干扰；鼻咽部测量深度应达 $10\sim 14\text{ cm}$ 处；直肠温度测量需要脱去患者衣物，不宜在低温环境中使用，常用于院内测温，测量时直肠探头应插入 15 cm 的深度。在温度快速变化时，直肠测温因为受到周围组织和粪便等的影响，其读数滞后于真正的核心体温；该方法在院内应用较多，其正常值范围为 $36.9\sim 37.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。此外，在腹膜灌洗过程中，膀胱温度可能会高于实际的核

心体温^[31]。

当没有条件测量核心体温时，可按照不同核心体温时患者的临床症状与体征进行估计(表3)^[32]。

推荐意见9: 应尽早对低体温症患者实施医疗转运(推荐强度 I，证据等级 C)；转运过程中可使用气热被持续复温患者(推荐强度 I，证据等级 C)；转运交通工具中环境温度应该>24℃以减少患者进一步的热量损失(推荐强度 I，证据等级 C)

轻度低体温症且清醒的患者脱离致冷源后可在现场进行治疗，可坐姿休息，可自行换上干衣服，可活动，可进食水，但须密切观察患者的状态^[7]。中、重度低体温症患者应转运至有条件的医院继续进行复温治疗。血流动力学稳定的患者应转运至最近的医院^[9]；血流动力学不稳定(收缩压<90 mmHg或室性心律失常)、核心体温<28℃及心搏骤停的患者应尽快转运至能够提供重症监护和(或)有生命支持条件的医院^[33]。合并创伤的低体温症患者应转运至具备相应救治条件的机构。转运过程中应加强患者的保暖，可使用主动



A. 环境温度 35℃；B. 环境温度 20℃

图6 不同环境温度下人体体温分布状态^[29]

Fig.6 Distribution of human body temperature under different ambient temperatures^[29]

表3 不同核心体温时患者的临床症状与体征^[32]

Tab.3 Clinical symptoms and signs of patients at different core temperatures^[32]

核心体温(℃)	症状与体征
36	心率、呼吸加快，血压升高，代谢率增高，四肢温度下降
35	寒战最强、代谢加快，构音障碍，思维迟钝，行动笨拙
34	反应迟钝，意识开始模糊，发音困难，呼吸加快，血压正常
31-33	意识模糊，表情淡漠，昏迷，瞳孔扩大，运动失调，寒战多消失，血压不易测得
28-30	意识逐渐丧失，肌肉僵硬，脉搏、呼吸缓慢，心输出量减少，开始出现心律失常，易发生心室颤动
27	自主运动消失，对光反射、深反射及浅反射均消失
26	酸碱平衡严重失调
25	深昏迷，心室颤动，脉搏、血压测不到，呼吸极其微弱，可见肺水肿
21-24	角膜反射消失，更易发生心室颤动
20	心搏活动最慢，脉搏仅为正常的20%
19	脑电活动消失
18	心搏骤停

外部复温方法继续复温；转运交通工具内应保持温暖，环境温度不低于24℃。须由医护人员陪同转运；转运过程中应监测患者的意识、体温、呼吸、心率、血压和脉氧饱和度，但因皮肤温度低，脉氧饱和度可能不易测得。

复温应贯穿于低体温症救治的全过程，被动复温和主动外部复温主要应用于现场救治、医疗转运途中。在转运过程中持续复温较困难。一项针对空中和地面转运中复温的随机对照研究显示，使用急救保温毯、静脉输注温热液体或二者结合的方法均观察到核心体温不升反降，使用化学复温毯的患者核心体温略有升高，而使用气热被复温切实有效，适用于转运途中，且优于热水毯^[7]。理想情况下，患者所处的环境温度应为28℃，这是裸露的健康人体不吸热、不散热的温度。但对于飞行员、司机和医疗人员不舒适。因此，运输工具内环境温度不低于24℃可限制患者热量损失，也使医护人员更舒适。

5 院内治疗

推荐意见10: 院内应积极稳定患者的内环境并继续复温，尽快恢复患者的核心体温，按照患者情况和医疗资源选择适宜的复温方法并及时进行治疗反馈(推荐强度 I，证据等级 C)；注意防治多器官衰竭(推荐强度 I，

证据等级B)

低体温症患者在院内救治时须建立一个以上的静脉通路,积极稳定生命体征,调节水、电解质和酸碱平衡。目前尚不清楚pH稳态与 α 稳态哪个适合低体温症患者的酸碱平衡管理, α 稳态因不会显著损害脑灌注的自动调节功能似乎更优^[10]。院内以主动复温为主,主动内部复温和主动外部复温相结合。主动内部复温是外加复温热量直接作用于人体的核心部位,复温由内而外,是最有效的复温方法,包括呼吸道复温法、热灌注复温法及体外血液循环复温法等^[15,34-35]。

(1)呼吸道复温:经面罩自主吸入或经呼吸机正压吸入42~45℃的湿热空(氧)气。虽然加热加湿的氧气可防止呼吸系统的热量损失,但单独作为一种复温方法无效,需与其他复温方法结合使用。

(2)热灌注复温:使用温热溶液灌注核心脏器,包括腹腔灌注/腹膜透析,胃、结肠灌注,以及胸腔灌注等,是血管外主动内部复温法。

(3)体外血液循环复温:是指血液在体外直接加温后回输体内的复温方法,适用于救治重度低体温症患者。常用的方法包括心肺转流(cardiopulmonary bypass, CPB)复温法、体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)复温法、血液透析/滤过复温法和血管内导管复温法,均为血管内主动内部复温法。

复温方法的选择取决于患者的状况、核心体温、适应证、医院设备条件及技术水平等。各种复温技术的效率详见表4^[15]。

表4 各种复温方法的效率^[15]

Tab.4 Effectiveness of various rewarming techniques^[15]

复温方法	复温速率	应用指征(瑞士分级)	应用指征(本共识)
无心脏功能支持			
温暖环境和衣物,甜热饮品和主动活动	≤2℃/h(取决于代谢率)	低体温症Ⅰ级	轻度
主动外部复温和微创复温(温暖环境;化学、电或气体加热毯;气热被;温暖液体输注)	0.1~3.4℃/h	低体温症Ⅱ级或低体温症Ⅲ级但心功能稳定	中度或重度但心功能稳定
腹膜透析	1~3℃/h	不确定	不确定
血液透析/滤过	2~4℃/h	不确定	不确定
胸腔灌洗	≤3℃/h	低体温症Ⅳ级	重度,当ECMO或CPB无法实施时
静脉-静脉ECMO	≤4℃/h	不确定	不确定
有心脏功能支持			
静脉-动脉ECMO	≤6℃/h	低体温症Ⅲ级且心功能不稳定或低体温症Ⅳ级	重度,心功能不稳定
CPB	≤9℃/h	低体温症Ⅲ级且心功能不稳定或低体温症Ⅳ级,当ECMO无法实施时	重度,当ECMO无法实施时

ECMO.体外膜肺氧合;CPB.体外循环

对于血流动力学不稳定、药物治疗无效的低体温症患者,可视情况选择ECMO或CPB,优先选择ECMO,并做好气道管理。心搏骤停的低体温症患者采用ECMO或CPB可获益,无神经功能障碍的生存率为47%~63%;而未接受ECMO或CPB的低体温症心搏骤停患者的生存率可能<37%,且后期均存在一定程度的意识或神经功能障碍^[15]。这些患者是否可能从体外生命支持(extracorporeal life support, ECLS)中获益,可使用ECLS后低体温结局预测(hypothermia outcome prediction after ECLS, HOPE)评分评估^[6]。该评分用于解决低体温症心搏骤停患者是否继续复苏的问题,基于患者的6个特征(性别、年龄、低温机制、CPR持续时间、血钾浓度和体温)能够可靠地估计患者的生存概率,并可用于决定是否对患者进行复温^[36]。在具备ECLS的急诊室,有目击者的心搏骤停患者预后较好^[37]。

如果无法实施ECMO或CPB,可用胸腔灌洗替代,有病例报告胸腔灌洗可在2h内恢复患者的自主循环^[15,38]。中心静脉置管时导管和导丝尖端应远离心脏以避免心律失常的发生^[39]。如患者核心体温>30℃,存在重大创伤,或恢复后有影响生活质量的共病,则不建议使用ECMO辅助下的心肺复苏(extracorporeal CPR, ECPR)^[40]。

应及时对复温方法的有效性进行评价。复温速率、后降幅度及持续时间可作为评价手段。复温速率指核

心体温从最低(即核心体温后降停止)至恢复正常时的平均速率。尽快安全恢复患者的核心体温,使核心体温后降幅度减小、持续时间缩短,是评价复温方法优劣的原则。因低体温症患者在核心体温后降停止后的30 min内容易发生心搏骤停,故有学者认为应重点关注这一特殊时段核心体温的回升速率。最佳的复温速率并非是最快的速率,即使是重度低体温症也需要缓慢、可控的复温,推荐安全的复温速率为1~2 °C/h^[41-43]。只有血流动力学不稳定的患者才考虑通过ECLS进行快速复温。

低温引起的全身病理生理变化及复温后的再灌注损伤可能导致多器官系统出现并发症,意外低体温症患者的死亡发生率可高达24%。院内救治时应关注各个器官的功能,积极处理复温期间和复温后的常见并发症,包括低血压、心律失常、电解质和酸碱平衡紊乱、横纹肌溶解、多器官功能障碍、出凝血功能异常和低体温症相关急性胰腺炎等^[44],要进行个性化管理。因低温导致心搏骤停的患者复温至核心体温>32 °C仍不能恢复自主循环时,应考虑终止CPR^[15]。

推荐意见 11: 低体温症患者对药物的反应性降低,同时药物的代谢减慢。常规的用药剂量可导致药物蓄积,须防止复温后蓄积药物发挥作用而引起的药物过量(推荐强度 I, 证据等级 C)

低体温症时靶器官对药物的反应性降低,药物与蛋白质结合增多,因而不能充分发挥药效,同时药物代谢、转化减慢,常规的用药剂量即可导致药物蓄积,在复温后发生药物过量。因此核心体温<30 °C时院内也应谨慎使用肾上腺素和胺碘酮等血管活性药物和抗心律失常药物,并注意延长给药间隔;核心体温>35 °C后可按标准剂量给药^[9]。对躁动、抽搐者可使用镇静、镇痛药物控制症状,对气管插管机械通气者可联合使用镇静与镇痛药物,必要时使用肌松药物。

关于意外性低体温症救治中如何使用抗生素类药物的研究很少。使用药物的剂量和间隔在常规参考肝脏代谢活性和肾小球滤过率的同时,必须依据患者的体温进行调整^[45]。对于低体温症患者要优先复温,必要时暂停或减量使用抗生素类药物,经过主动复温逐步恢复药物代谢和清除率后再动态调整抗生素剂量。

推荐意见 12: 海水浸泡引起的低体温症患者救援中应平稳出水以避免心搏骤停(推荐强度 I, 证据等级 B);补液纠正水、电解质和酸碱平衡时注意血钠变化,防止急性心力衰竭、肺水肿和脑水肿的发生(推荐强度 I, 证据等级 C);海水浸泡合并创伤时应尽量除去伤口和体腔内海水,使用防水敷料包扎伤口,早期应用抗菌药物(推荐强度 I, 证据等级 C)

冷水浸泡可使机体热量丧失过多或产热减少,从而无法维持恒定的核心体温。在浸入冷水后失去气道保护和溺水也可能导致死亡。临床上一般表现为皮肤温度低、颜色苍白或发绀,机体各系统功能均有不同程度的变化^[46-47]。人全身浸泡在<15 °C的冷水中超过30 min就可能发生心搏骤停^[48]。心电图可有特异性改变,严重体温过低时心电图会出现“J”波,T波倒置,QT间期延长,出现心房颤动等。

海水与淡水不同,其有害因素是高钠、高渗、低温及含有与陆地不同的致病微生物。海水如进入肺内可使电解质迅速进入血液循环,且血液成分向肺泡大量渗出,引起肺水肿和全身水、电解质及酸碱平衡紊乱。海水的导热系数为空气的15~20倍,人体在海水中散热极快^[49]。海水浸泡合并创伤为复合损伤,全身和局部反应更重,因为海水浸泡可加重伤口局部及周围组织的水肿、变性、坏死及炎症反应,伤口感染发生早且更为严重;海水经开放性伤口进入体腔,不仅对脏器有压迫、损伤作用,还可引起高渗性脱水、高凝状态和微血栓形成。此外,由于高渗的海水含有多种成分和致病微生物等,感染发生早且更为严重。

救援中应将患者迅速打捞出水,尽量平稳,避免血压骤降和心搏骤停。判断损伤程度后使用防水敷料包扎,防止海水浸泡伤口或进入体腔。出水后尽快除去湿衣物,保温、复温、给氧。尽量去除伤口和体腔内海水,伤口可用温热的生理盐水反复冲洗,肺内的海水可俯卧位控出后改为侧卧位抢救。患者经海水浸泡可能迅速发生严重的血流动力学紊乱、酸碱平衡失衡,积极处理过程中应严格监测心肺功能,在保持有效血容量充足的同时,还应注意血钠含量的变化,防止肺水肿和脑水肿的发生。早期应用抗菌药物有助于预防和控制感染。

推荐意见 13: 高原低氧特殊环境下的低体温症患者应特别注意防风、保暖和给氧,谨慎补液(推荐强度 II, 证据等级 C);极地极寒环境下现场救治困难,在优先处理危及生命的损伤后应尽早后送(推荐强度 II, 证据等级 C);对于无生命体征的雪崩掩埋者需要估计掩埋时间再进行决策救治(推荐强度 II, 证据等级 C)

高原低氧环境和极地极寒环境是陆地型低体温症发生的特殊低温环境,如合并创伤则病情更为严重。高原低氧环境下人体蒸发、对流、传导与辐射散热均增多,且空气稀薄,水蒸气含量低,太阳辐射强度高,缺氧使人体代谢产热减少。因此,低体温症患者要特别注意防风、保暖和给氧^[32]。输液治疗中应严密监测生命体征以防止高原肺水肿等。极地环境下气温可<-50 °C,低体温症和冻伤发生风险极高,南极高原地区海拔超

过 3000 m, 还易引发急性高原病。极地气候下人类的活动日益增加, 极地环境地理与气候的复杂性限制了低体温症患者的救援响应时间, 增加了后送难度。除了环境极端性外, 救治还需要面对资源依赖性和跨国协作复杂性的特点, 现场救治困难, 在优先处理危及生命的损伤后应尽早后送。极寒环境下感染发生率高, 需要加强体温、创伤和感染的相关管理^[50]。肢体冻伤应避免现场复温, 以免加重损伤, 可采用无菌敷料覆盖后尽早后送。

对于雪崩掩埋者, 如生命体征消失, 则需要估计掩埋时间再进行决策救治。在雪崩中被完全掩埋时人体的最大降温速率为 $9\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ^[34,51]。如果掩埋时间 $<35\text{ min}$, 发生威胁生命的低体温症的风险较低, 如果生命体征消失应怀疑创伤和缺氧是主要原因^[8,9,46,52]。如果掩埋时间 $>35\text{ min}$, 气道被雪堵塞, 患者处于无脉搏状态, 缺氧的发生可能先于核心体温下降, CPR 不一定获益^[15]。如果掩埋时间 $>35\text{ min}$ 且气道未阻塞, 应怀疑是严重低体温症。如果掩埋时间不明, 可使用核心体温来估计时间, 核心体温 $<32\text{ }^{\circ}\text{C}$ 与掩埋时间 $>35\text{ min}$ 相关^[9,46,53]。

推荐意见 14: 低体温症合并创伤属于复合性损伤, 会导致伤情加重和死亡率升高, 要重视冷暴露环境中合并创伤的低体温症患者的救治(推荐强度 II, 证据等级 C)

寒冷环境是一种特殊的战场环境, 伤者死亡率极高, 寒区创伤救治是军事医学领域的重要研究方向。寒冷既可引起冻伤, 又可对心脑血管系统、呼吸系统、泌尿系统、免疫系统及骨关节运动系统等造成严重损害, 甚至威胁生命^[53]。创伤患者因在冷空气或冷水中暴露而发生低体温症属于复合性损伤, 会导致伤情加重。高级创伤生命支持(advanced trauma life support, ATLS)指南将创伤患者合并低体温症定义为到达急诊室时核心体温 $<36\text{ }^{\circ}\text{C}$, 将其严重程度分为轻度($34\sim 36\text{ }^{\circ}\text{C}$)、中度($32\sim 34\text{ }^{\circ}\text{C}$)、重度($<32\text{ }^{\circ}\text{C}$)^[54-55]。低体温症合并创伤患者的死亡发生率高于单纯低体温症患者。一项 Meta 分析提示, 创伤患者合并低体温症的死亡发生率增高 5.18 倍, 其中创伤性脑损伤患者的死亡发生率增高 2.38 倍^[51]。因此, 要重视低体温症合并创伤患者的救治。

推荐意见 15: 任何导致继发性低体温的疾病, 在优先治疗原发病时, 可参考低体温症的复温方法(推荐强度 II, 证据等级 C); 要重视创伤后继发性低体温患者的救治(推荐强度 I, 证据等级 C)

继发性低体温是疾病等引发的核心体温下降, 可由体温调节中枢异常、产热减少或散热增加引起, 常见原因见表 5^[6]。继发性低体温治疗的关键是原发病的处置, 复温方法可参考低体温症的复温方法。

表 5 引起继发性低体温的原因、常见疾病和情况^[6]
Tab.5 Conditions associated with secondary hypothermia^[6]

原因	常见疾病及情况
体温调节受损	
中枢衰竭	神经性厌食症、脑血管意外、中枢神经系统创伤、下丘脑功能障碍、代谢衰竭、肿瘤、帕金森病、药物作用、蛛网膜下腔出血、毒素
外周衰竭	急性脊髓横断、周围神经病变
产热减少	
内分泌障碍	酒精或糖尿病酮症酸中毒、肾上腺功能减退、垂体功能减退、乳酸酸中毒
能量产生不足	过度体能消耗、低血糖、营养不良
神经肌肉损伤	近期分娩及缺乏活动的老年人、寒战功能受损
散热增加	
皮肤病变	烧伤、药物和毒素
医源性	紧急分娩、输注冷液体、热射病治疗
其他	恶性肿瘤弥漫性转移、心肺疾病、严重感染(细菌、病毒、寄生虫等)、多发性创伤、休克

在正常环境下, 创伤患者由于失血性休克、麻醉镇静、静脉输液、创伤严重程度等综合因素发生的核心体温下降属于继发性低体温, 可增高创伤患者的病死率, 持续体温过低是导致预后不良的独立危险因素^[4,8]。严重创伤患者的管理旨在防止致命三联征(酸中毒、凝血障碍和低体温)的发生^[56]。此外, 手术创伤也可引起术后低体温, 与不良结局相关, 出现不良事件的患者核心体温为 $34.5\sim 35.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, 低体温导致手术部位感染的发生率增高 3 倍, 心脏不良事件的发生率增高 2 倍^[57]。因此, 创伤救治及围手术期管理应在处置原发病的同时, 积极采取保温、复温措施以防止核心体温 $<35.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6 总结与展望

本共识介绍了低体温症的病理生理改变、诊断和严重程度分级、院前和院内的紧急处置,以及特殊情况下低体温症的处置等。紧急处置的核心是保温、复苏和复温,谨防核心体温后降和救援性心搏骤停。低体温症心搏骤停的患者应及时行CPR。特殊环境下评估患者情况后可实施延迟、延长和间歇的CPR。核心体温 $<30^{\circ}\text{C}$ 时,建议慎用肾上腺素、胺碘酮等高级生命支持药物。发生冷应激或轻度低体温症的患者可现场救治,中度和重度低体温症患者应尽早后送。复温方法中主动外部复温和微创复温的并发症少,但重度低体温症患者推荐采用主动内部复温。HOPE评分可用于评估低体温症心搏骤停患者能否从ECLS治疗中获益。救治中应尽早测量患者的核心体温,以评估病情并指导复温。如果复温至 32°C 仍未恢复自主循环应考虑终止抢救。应积极处理复温期间和复温后的常见并发症,包括低血压、心律失常、电解质和酸碱平衡紊乱、横纹肌溶解、多器官功能障碍和出凝血功能异常等。未来值得研究的领域包括院外环境核心体温的测量手段、评估低体温症患者的最佳方法、轻度至中度患者的最佳治疗、心搏骤停时低体温症患者复苏的最佳方案以及低温预适应等。

编写组成员:

顾问(按拼音排序): 杜斌(中国医学科学院北京协和医院重症医学科); 黎檀实(解放军总医院第一医学中心普通外科医学部); 聂时南(解放军东部战区总医院急诊科); 宋青(解放军总医院海南医院重症医学科); 许硕贵(海军军医大学长海医院急诊科)

编委会成员(按拼音排序):

蔡金梅(北京卫戍区海淀第30离职干部休养所门诊部); 陈威(解放军总医院第三医学中心急诊医学科); 崇巍(中国医科大学附属第一医院急诊科); 盖成林(解放军联勤保障部队第966医院麻醉科); 韩军(海军研究院); 何蕾(解放军总医院第一医学中心肝胆胰外科医学部); 黄德晖(解放军总医院第一医学中心神经内科医学部); 江梦溪(首都医科大学药理学系); 李杰(解放军总医院第一医学中心病理科); 李杰(首都医科大学附属复兴医院急诊科); 李开源(解放军联勤保障部队第961医院急诊与重症学科); 李磊(南部战区海军第二医院急诊科); 李晓雷(解放军总医院医学创新研究部); 李阳(陆军军医大学大坪医院急诊医学科); 李元丰(军事科学院军事医学研究院二所); 刘磊(空军特色医学中心重症医学科); 刘亚华(解放军总医院第三医学中心急诊医学科); 刘志伟(解放军总医院第一医学中心肝胆胰外科医学部); 苗雨(解放军65316部队卫生连); 彭娜(解放军南部战区总医院急诊科); 单毅(解放军总医院第六医学中心急诊医学科); 施凯文(解放军总医院医学创新研究部); 时向民(解放军总医院第六医学中心心血管病医学部); 唐庆贺(同济大学附属东方医院肝胆胰外科); 唐柚青(解放军南部战区总医院重症医学科); 万涛(解放军总医院第八医学中心肝胆胰外科); 王艾平(陆军军医大学高原军事医学系寒区医学教研室); 王明军(解放军总医院第一医学中心麻醉科); 王琦(空军特色医学中心急诊科); 吴晓霞(解放军总医院第三医学中心心内科); 吴欣(解放军总医院第一医学中心普通外科医学部); 徐贵森(解放军西部战区总医院急诊科); 尹明(解放军总医院第二医学中心急诊医学科); 余万霞(同济大学附属东方医院国家极地考察医学保障中心); 袁克冬(解放军32110部队卫生连); 曾继峰(陆军第954医院感染科); 张利(解放军总医院第一医学中心肾脏病医学部); 张丽伟(解放军总医院第四医学中心心内科); 张伟(解放军联勤保障部队第900医院急诊医学科); 张向阳(空军特色医学中心研究部); 张焯(解放军总医院第一医学中心肝胆胰外科医学部); 周新(新疆军区总医院重症医学科); 朱波(首都医科大学附属安贞医院综合监护室)

秘书: 苏茂生(解放军总医院第一医学中心肝胆胰外科医学部); 赵永生(解放军总医院第一医学中心肝胆胰外科医学部); 寇佳琪(解放军总医院第一医学中心肝胆胰外科医学部)

【参考文献】

- [1] Rathjen NA, David Shahbodaghi S, Brown JA. Hypothermia and cold weather injuries[J]. Am Fam Physician, 2019, 100(11): 680-686.
- [2] Sun J. Energy supply and influencing factors of mountain marathon runners from Baiyin marathon accident in China[J]. Sci Rep, 2022, 12(1): 8179.
- [3] Giesbrecht GG, Brock JR. Death after crevasse rescue in Antarctica[J]. Wilderness Environ Med, 2022, 33(2): 239-244.
- [4] Fisher AD, April MD, Schauer SG. An analysis of the incidence of hypothermia in casualties presenting to emergency departments in Iraq and Afghanistan[J]. Am J Emerg Med, 2020, 38(11): 2343-2346.
- [5] Lu CL, Sha JJ, Ma RF, et al. Severe hypothermia induces ferroptosis in cerebral cortical nerve cells[J]. Int J Mol Sci, 2024, 25(15): 8086.
- [6] Paal P, Pasquier M, Darocha T, et al. Accidental hypothermia: 2021 update[J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19(1): 501.
- [7] Dow J, Giesbrecht GG, Danzl DF, et al. Wilderness medical society clinical practice guidelines for the out-of-hospital evaluation and treatment of accidental hypothermia: 2019 update[J]. Wilderness Environ Med, 2019, 30(4S): S47-S69.
- [8] Bjertnæs LJ, Næshem TO, Reiherth E, et al. Physiological changes in subjects exposed to accidental hypothermia: an update[J]. Front Med (Lausanne),

- 2022, 9: 824395.
- [9] Davis CA, Schmidt AC, Sempsrott JR, *et al.* Wilderness medical society clinical practice guidelines for the treatment and prevention of drowning: 2024 update[J]. *Wilderness Environ Med*, 2024, 35(1_suppl): 94S-111S.
 - [10] Barrow S, Ives G. Accidental hypothermia: direct evidence for consciousness as a marker of cardiac arrest risk in the acute assessment of cold patients [J]. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2022, 30(1): 13.
 - [11] Danzl DF, Pozos RS. Accidental hypothermia[J]. *N Engl J Med*, 1994, 331(26): 1756-1760.
 - [12] Pasquier M, Cools E, Zafren K, *et al.* Vital signs in accidental hypothermia[J]. *High Alt Med Biol*, 2021, 22(2): 142-147.
 - [13] Takauji S, Hifumi T, Saijo Y, *et al.* Association between frailty and mortality among patients with accidental hypothermia: a nationwide observational study in Japan[J]. *BMC Geriatr*, 2021, 21(1): 507.
 - [14] Musi ME, Sheets A, Zafren K, *et al.* Clinical staging of accidental hypothermia: the revised Swiss system: recommendation of the international commission for mountain emergency medicine (ICAR MedCom)[J]. *Resuscitation*, 2021, 162: 182-187.
 - [15] Brown DJ, Brugger H, Boyd J, *et al.* Accidental hypothermia[J]. *N Engl J Med*, 2012, 367(20): 1930-1938.
 - [16] Pasquier M, Paal P. Rescue collapse - a hitherto unclassified killer in accidental hypothermia[J]. *Resuscitation*, 2021, 164: 142-143.
 - [17] Zafren K. Out-of-hospital evaluation and treatment of accidental hypothermia[J]. *Emerg Med Clin North Am*, 2017, 35(2): 261-279.
 - [18] Rischall ML, Rowland-Fisher A. Evidence-based management of accidental hypothermia in the emergency department[J]. *Emerg Med Pract*, 2016, 18(1): 1-18.
 - [19] Lyng JW, Perlmutter MC, West MA. A simple improvised prehospital method to warm intravenous fluid[J]. *J Am Coll Emerg Physicians Open*, 2021, 2(5): e12536.
 - [20] Jin HX, Teng Y, Dai J, *et al.* Expert consensus on the prevention, diagnosis and treatment of cold injury in China, 2020[J]. *Mil Med Res*, 2021, 8(1): 6.
 - [21] Perlman R, Callum J, Laflamme C, *et al.* A recommended early goal-directed management guideline for the prevention of hypothermia-related transfusion, morbidity, and mortality in severely injured trauma patients[J]. *Crit Care*, 2016, 20(1): 107.
 - [22] Daanen HAM, Hoitinga G, Kruijt DJ, *et al.* Body core temperature assessment in emergency care departments[J]. *J Emerg Med*, 2024, 66(3): e277-e283.
 - [23] Darocha T, Debaty G, Ageron FX, *et al.* Hypothermia is associated with a low ETCO₂ and low pH-stat PaCO₂ in refractory cardiac arrest[J]. *Resuscitation*, 2022, 174: 83-90.
 - [24] Lott C, Truhlár A, Alfonso A, *et al.* European Resuscitation Council Guidelines 2021: cardiac arrest in special circumstances[J]. *Resuscitation*, 2021, 161: 152-219.
 - [25] Boue Y, Lavolaine J, Bouzat P, *et al.* Neurologic recovery from profound accidental hypothermia after 5 hours of cardiopulmonary resuscitation[J]. *Crit Care Med*, 2014, 42(2): e167-e170.
 - [26] Forti A, Brugnarò P, Rauch S, *et al.* Hypothermic cardiac arrest with full neurologic recovery after approximately nine hours of cardiopulmonary resuscitation: management and possible complications[J]. *Ann Emerg Med*, 2019, 73(1): 52-57.
 - [27] Lexow K. Severe accidental hypothermia: survival after 6 hours 30 minutes of cardiopulmonary resuscitation[J]. *Arctic Med Res*, 1991, 50(Suppl 6): 112-114.
 - [28] Gilbert M, Busund R, Skagseth A, *et al.* Resuscitation from accidental hypothermia of 13.7 °C with circulatory arrest[J]. *Lancet*, 2000, 355(9201): 375-376.
 - [29] 罗自强, 管又飞. 生理学[M]. 10版. 北京: 人民卫生出版社, 2024: 205.
 - [30] Ward R, McMillan M, Gittel C. Body temperature measurement in anesthetized dogs - comparison of nasal, axillary, rectal and esophageal temperature [J]. *Tierarztl Prax Ausg K Kleintiere Heimtiere*, 2023, 51(3): 161-167.
 - [31] Hymczak H, Gołab A, Mendrala K, *et al.* Core temperature measurement-principles of correct measurement, problems, and complications[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18(20): 10606.
 - [32] 汪海. 中华医学百科全书: 军事环境医学[M]. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2017: 54-78.
 - [33] Paal P, Brugger H, Strapazzon G. Accidental hypothermia, part II: thermoregulation: from basic neuroscience to clinical neurology. *Handbook of clinical neurology*[M]. Amsterdam: Elsevier, 2018: 547-563.
 - [34] Blasco Mariño R, Soteras Martínez I. Clinical management of accidental hypothermia[J]. *Emergencias*, 2023, 35(1): 69-71.
 - [35] Barsten TW, Sunde E, Thomassen Ø, *et al.* Methods and equipment available for prehospital treatment of accidental hypothermia: a survey of Norwegian prehospital services[J]. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2024, 32(1): 131.
 - [36] Rousson V, Hall N, Pasquier M. HOPE survival probability cutoff for ECLS rewarming in hypothermic cardiac arrest[J]. *Resusc Plus*, 2024, 18: 100616.
 - [37] Rischall ML, Prekker ME, Knack SKS, *et al.* Cardiac arrest secondary to environmental hypothermia: incidence and outcomes in an urban emergency department in the Upper Midwestern United States[J]. *Am J Emerg Med*, 2025, 89: 103-108.
 - [38] Plaisier BR. Thoracic lavage in accidental hypothermia with cardiac arrest -- report of a case and review of the literature[J]. *Resuscitation*, 2005, 66(1): 99-104.
 - [39] Danzl DF. Accidental hypothermia[M]//Auerbach PS. *Wilderness medicine*. 6th ed. Philadelphia: Mosby, 2012: 116-142.
 - [40] Ohbe H, Isogai S, Jo T, *et al.* Extracorporeal membrane oxygenation improves outcomes of accidental hypothermia without vital signs: a nationwide observational study[J]. *Resuscitation*, 2019, 144: 27-32.
 - [41] Sugiyama K, Nomura O, Irie J, *et al.* Effects of rewarming therapies on outcomes in accidental hypothermia: a secondary analysis of a multicenter prospective study[J]. *Am J Emerg Med*, 2024, 79: 91-96.

- [42] Jarosz A, Kosiński S, Darocha T, *et al.* Problems and pitfalls of qualification for extracorporeal rewarming in severe accidental hypothermia[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2016, 30(6): 1693-1697.
- [43] Haverkamp FJC, Giesbrecht GG, Tan ECTH. The prehospital management of hypothermia: an up-to-date overview[J]. *Injury*, 2018, 49(2): 149-164.
- [44] Takahashi M, Takauji S, Hayakawa M. Hypothermia-associated acute pancreatitis: a multicenter prospective observational study[J]. *Acute Med Surg*, 2025, 12(1): e70033.
- [45] Porter SA. Supratherapeutic vancomycin concentrations associated with hypothermia in a burn patient[J]. *J Burn Care Res*, 2018, 39(6): 1058-1063.
- [46] Hawley AC, Giesbrecht GG, Brown DJA, *et al.* Case study of severe accidental hypothermia with rapid cooling, preserved shivering, and consciousness with a summary of similar case reports[J]. *Wilderness Environ Med*, 2024, 35(4): 450-461.
- [47] Bongers CCWG, Eijssvogels TMH, Thijssen DHJ, *et al.* Thermoregulatory, metabolic, and cardiovascular responses during 88 min of full-body ice immersion - a case study[J]. *Physiol Rep*, 2019, 7(24): e14304.
- [48] Tipton MJ, Collier N, Massey H, *et al.* Cold water immersion: kill or cure?[J]. *Exp Physiol*, 2017, 102(11): 1335-1355.
- [49] 刘德培, 王辰. 中华医学百科全书: 航海与潜水医学[M]. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2021: 86-89.
- [50] Werner LM, Kevorkian RT, Getnet D, *et al.* Hypothermia: pathophysiology and the propensity for infection[J]. *Am J Emerg Med*, 2025, 88: 64-78.
- [51] Rösl D, Schnüriger B, Candinas D, *et al.* The impact of accidental hypothermia on mortality in trauma patients overall and patients with traumatic brain injury specifically: a systematic review and meta-analysis[J]. *World J Surg*, 2020, 44(12): 4106-4117.
- [52] Podsiadlo P, Smoleń A, Kosiński S, *et al.* Impact of rescue collapse on mortality rate in severe accidental hypothermia: a matched-pair analysis[J]. *Resuscitation*, 2021, 164: 108-113.
- [53] 王辉山, 韩劲松. 寒区战创伤救治研究进展[J]. *解放军医学杂志*, 2014, 39(5): 369-373.
- [54] Hsieh TM, Kuo PJ, Hsu SY, *et al.* Effect of hypothermia in the emergency department on the outcome of trauma patients: a cross-sectional analysis[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2018, 15(8): 1769.
- [55] 全军麻醉与复苏专业委员会, 中华医学会麻醉学分会. 低温环境战创伤麻醉指南[J]. *解放军医学杂志*, 2019, 44(9): 724-728.
- [56] Dupuy C, Martinez T, Duranteau O, *et al.* Comparison of the lethal triad and the lethal diamond in severe trauma patients: a multicenter cohort[J]. *World J Emerg Surg*, 2025, 20(1): 2.
- [57] 国家麻醉专业质量控制中心. 围术期患者低体温防治专家共识(2023版)[J]. *协和医学杂志*, 2023, 14(4): 734-743.

(责任编辑: 张小利)

解放军医学杂志®