

極端溫度環境旅遊醫學： 高溫與酷寒傷害的預防與治療

文字 | 林冠宏 (國軍左營總醫院潛水醫學暨生理訓練中心、家庭醫學科主治醫師)

隨

著全球氣候變遷與旅遊產業的蓬勃發展，越來越多旅客面臨極端溫度環境的健康風險。本文回顧了高溫相關疾病與酷寒傷害的病理生理機制、臨床表現、預防策略及治療方針。根據2024年荒野醫學協會(Wilderness Medical Society)最新指引，高溫疾病包括熱衰竭、熱中暑等，而酷寒傷害涵蓋體溫過低症、凍傷等。早期識別、適當治療與有效預防是降低發病率與死亡率的關鍵。本文提供基於實證醫學的建議，協助臨床醫師為前往極端氣候地區的旅客提供適切的醫療諮詢。

關鍵字：旅遊醫學、熱相關疾病、凍傷、體溫過低症、預防醫學

前言

氣候變遷正在改變全球旅遊模式，越來越多旅客前往極端氣候環境，包括熱帶沙漠、極地或高海拔地區¹。亞洲地區氣溫上升幅度最高，達每世紀1.78°C，其次為歐洲的1.51°C。同時，因氣候變遷，暴露於極端高溫的人數呈指數級增長，65歲以上人群的熱相關死亡率在2000-2004年與2017-2021

年間增加了約85%¹。極端溫度環境對人體健康構成嚴重威脅。高溫環境可導致熱衰竭、熱中暑等生命危險疾病²，而酷寒環境則可能引起體溫過低症、凍傷等嚴重併發症³。對於旅遊醫學醫師而言，了解這些疾病的預防與治療策略至關重要。

高溫相關疾病

『病理生理機制』

高溫相關疾病存在於一個連續譜上，由身體體溫調節能力失調所標誌。人體主要透過輻射散熱(靜止時)和汗液蒸發(運動時)來調節體溫，當環境溫度超過35°C且濕度較高時，這些機制效果大幅降低²。熱效應不僅導致體溫升高，還可能引發複雜的生理病理變化。持續的高溫暴露會損害血管內皮細胞，進而觸發血小板聚集和微血管血栓形成，最終

可能導致全身性凝血功能障礙，甚至引發出血²。這種內皮損傷和凝血功能障礙表明，熱中暑的病理生理學不僅僅是單純的體溫過高，更涉及複雜的全身性發炎反應和凝血系統的失調⁴。熱疾病是一個連續的疾病表徵，從輕微的熱痙攣、熱衰竭到危及生命的熱中暑。熱痙攣和熱衰竭是相對較輕的表現，若未能及時處理，可能迅速惡化為熱中暑²。勞

動型熱中暑(Exertional Heat Stroke, EHS)的病理生理學機制更為複雜，涉及體溫調節和心血管系統的超負荷、腸道滲漏及內毒素血症、全身性發炎反應症候群(Systemic Inflammatory Response Syndrome, SIRS)以及凝血功能障礙⁴。在EHS患者中，促發炎細胞因子如白細胞介素-6(IL-6)的水平會

在意識喪失後迅速升高，且其持續性升高與預後不良有顯著關聯⁴。這提示熱中暑的治療應超越單純的物理降溫，需考慮多器官支持和發炎介質的調控，以期更全面地逆轉疾病進程，降低多器官衰竭和死亡風險。

『臨床表現與診斷』

根據2024年荒野醫學協會指引²，高溫相關疾病分為：

1. 輕度疾病

◎熱痙攣：運動後1小時以上出現的疼痛性肌肉收縮。

◎熱暈厥：短暫意識喪失，通常發生在長時間站立後。

◎熱水腫：手腳輕微腫脹。

2. 中重度疾病

◎熱衰竭：體溫升高但意識清醒，伴隨大量出汗、噁心、虛弱²。

◎熱中暑：核心體溫通常會超過40°C，並伴有中樞神經系統功能障礙，如意識模糊、共濟失調、譫

妄、癲癇、甚至昏迷²。皮膚可能熱而乾燥(經典型中暑)或濕潤(勞動型中暑)²。熱中暑的死亡率可達10-50%²。

熱中暑的診斷需要密切監測生命徵象和核心體溫(建議使用直腸溫度探頭)，並輔以一系列實驗室檢查，包括全血細胞計數、電解質、凝血功能、肌酸激酶及尿肌紅蛋白等²。中樞神經系統症狀的出現是區分熱中暑與熱衰竭的關鍵指標。在資源有限的旅遊環境中，現場急救人員和基層醫師若能迅速且準確地鑑別這兩種情況，將對患者的預後產生決定性影響。

『預防策略』

預防高溫環境下的健康風險，需從行前評估到旅遊期間的各個環節全面考量。醫師在提供旅遊健康諮詢時，應詳細詢問旅客的慢性病史(如糖尿病、高血壓、心血管疾病)、近期健康變化(如受傷、懷孕、手術)及目前用藥情況⁵。建議旅客在出發前改善體能，並在醫師指導下適當調整可能影響體溫調節的藥物。對於計劃前往高溫地區的旅客，進行熱適應訓練亦有助於降低風險⁵。高風險族群包括老年旅客(因腎絲球過濾率和出汗能力下降，以及使用影響熱適應的藥物)和兒童旅客(因體表面積與體重比值較大，導致更多熱量吸收，出汗速率較慢且無法行為性體溫調節)¹。特定健康狀況如肥胖、

糖尿病、自律神經病變、慢性腎病和心血管疾病也會增加熱相關疾病風險¹。在旅遊期間，旅客應採取多項預防措施，包括：避免在一天中最熱的時段(通常是中午到下午)進行劇烈戶外活動；穿著寬鬆、透氣、淺色的衣物，並使用遮陽帽和便攜式風扇；持續補充水分，不應等到口渴才喝水；限制酒精和娛樂性藥物攝入，因其可能影響體溫調節和判斷力；確保充足的休息；避免前往過於擁擠的場所；以及使用防曬霜以保護皮膚⁵。這些預防策略的有效性，高度依賴於旅行者對自身健康狀況的充分了解和對環境風險的認知程度。

『緊急處理與治療』

熱中暑的緊急處理原則是將患者迅速轉移至陰涼通風處，並立即移除多餘的衣物⁵。治療的核心是快速降溫，目標是在30分鐘內將核心體溫降至40°C以下，這被視為改善預後的「黃金半小時」²。最快速且有效的降溫方法是冰水浸泡²。若無法實施冰水浸泡，其他有效方法包括：用濕毛巾擦拭皮膚並用風扇吹拂，或噴灑水霧；在腋窩、腹股溝、頸部等大血管處放置冰袋²。靜脈輸注冷生理鹽水可作為輔助降溫手段，但不應作為唯一的降溫方法²。在降溫過程中，應持續監測患者的核心體溫，並在體溫降至38-39°C時停止積極降溫，以避免過

度冷卻導致「後降現象」²。除了降溫，液體復甦和支持性治療也至關重要。應確保患者氣道通暢、呼吸和循環穩定²。靜脈輸液補充液體和電解質，並密切監測尿量²。值得注意的是，對於熱中暑患者，不推薦使用解熱鎮痛藥，因為它們對於降低體溫無效，且可能對肝臟造成毒性²。熱中暑的「黃金半小時」概念，對遠端旅遊區域的醫療應變能力提出了嚴峻挑戰。這促使需要發展更有效的現場急救培訓和遠程醫療支持系統，以確保患者能獲得最及時且恰當的處置。

酷寒環境下的健康風險與管理

『生理機制與冷暴露損傷』

酷寒傷害包括體溫過低症和局部凍傷。體溫過低症發生在核心體溫降至35°C以下時，而凍傷是組織實際結冰造成的損傷¹⁰。

當核心體溫降至35°C以下時，身體會啟動一系列生理反應以維持體溫，包括增加代謝率、提高通氣量和心輸出量，並透過周圍血管收縮來減少熱量散失³。然而，若熱量散失持續，這些代償機制將被耗盡，最終導致多器官系統功能停止，甚至危及生命³。

凍傷是指組織因冰凍而受損³。凍傷初期是組織結晶，但主要病理過程是解凍後缺血肢體的進行性微血管血栓形成，冷損傷的內皮細胞在其中扮演核心角色³。這導致組織缺血、壞死，嚴重者需截肢³。與熱疾病不同，凍傷的組織損傷具有潛在的不可逆性，特別是微血管血栓形成³。這使得早期、恰當的復溫和溶栓治療³對於挽救組織和功能至關重要。

『臨床表現與診斷』

體溫過低的臨床表現依核心體溫的下降程度而異³：

- ◎輕度體溫過低 (32-35°C)：顫抖、意識清醒¹⁰。
- ◎中度體溫過低 (28-32°C)：顫抖停止、意識模糊¹⁰。
- ◎重度體溫過低 (<28°C)：昏迷、心律不整¹⁰。

凍傷的臨床分級³：

- ◎第一度：皮膚發紅、刺痛。
- ◎第二度：水泡形成。
- ◎第三度：全層皮膚壞死。
- ◎第四度：深及肌肉、骨骼。

診斷體溫過低的核心在於準確測量核心體溫，其中食道溫度被認為是最準確的方法，其次是直腸或膀胱溫度，而口腔溫度則不可靠³。凍傷的初步評估難以準確判斷最終的損傷深度，通常需要數天時間才能明確。

『預防策略』

預防酷寒傷害首先從穿著乾淨、分層且寬鬆的衣物開始以促進循環。以吸濕排汗材質作為內層比羊毛或棉質更佳。外層應具防水功能¹⁰。

在進行戶外活動時，應避免長時間暴露於寒冷環境，定期休息並尋求溫暖的庇護所。密切注意身體狀況的變化，如出現持續顫抖、麻木、皮膚顏色改變等早期冷暴露症狀，應立即採取保暖措施並撤離寒冷環境⁶。預防酷寒損傷的核心，在於對環境的充分了解和個人準備的嚴謹性。

『緊急處理與治療』

酷寒環境下健康風險的緊急處理，首要原則是將患者迅速轉移至溫暖環境，並立即移除濕冷衣物，用保暖毯包裹患者全身以減少熱量散失³。在搬運體溫過低患者時，應極其輕柔，以避免誘發可能致命的心律失常³。

體溫過低的治療原則包括溫和復溫、輸液治療(溫熱生理食鹽水優於林格氏液)和監測心律以預防復溫性心律不整¹⁰。對於重度體溫過低伴心臟驟停或血流動力學不穩定患者，體外葉克膜使用(ECMO)是最有效的復溫方法³。

凍傷的治療原則根據2024年荒野醫學協會指引⁷：

◎快速復溫：37-39°C水浴30-60分鐘⁷。

◎疼痛控制：鴉片類藥物⁷。

◎預防感染：破傷風疫苗、適當包紮⁷。

◎血管治療：重度凍傷可考慮血栓溶解治療⁷。美國FDA於2024年2月批准iloprost用於治療凍傷，但需在組織解凍後48-72小時內使用⁸。對於重度凍傷，48小時內使用組織胞漿素原活化劑(tPA)或iloprost可顯著改善預後⁹。

特殊環境與藥物考量

『特殊環境考量』

1. 高海拔環境：高海拔旅遊常合併低溫暴露風險。海拔2500公尺以上旅行與急性高山症(AMS)、高海拔腦水腫(HACE)和高海拔肺水腫(HAPE)風險相關¹⁰。

◎預防策略：漸進性上升，每日不超過500公尺；藥物預防：acetazolamide 125-250mg 每12小時¹⁰；攜帶緊急藥物：dexamethasone、nifedipine¹⁰。

2. 沙漠環境：沙漠地區日夜溫差極大，既有高溫也有低溫風險。旅客需準備適合兩種極端溫度的裝備與策略¹⁰。

『藥物考量』

1. 影響體溫調節的藥物：抗組織胺、苯二氮平類、利尿劑、抗膽鹼藥物、抗精神病藥物、β阻斷劑和鈣離子通道阻斷劑可增加熱相關疾病風險。酒精消費也會減慢熱適應過程¹⁰。

2. 預防性藥物：

◎高溫環境：電解質補充劑、防曬產品(SPF ≥ 30)¹⁰。

◎酷寒環境：保濕乳液預防皮膚龜裂、維生素D補充(日照不足地區)¹⁰。

預防策略與旅前諮詢

『行前準備』

1. 健康評估：評估既存疾病風險、檢視現用藥物、接種必要疫苗¹⁰。

2. 教育諮詢：環境風險認知、適當服裝選擇、緊急處理措施¹⁰。

3. 裝備建議：分層穿衣系統、緊急保暖用品、充足的水分補給¹⁰。

4. 適應訓練：對於前往炎熱氣候的旅客，建議出發前每日在高溫環境中運動1小時以上，大多數適應變化在10天內發生¹⁰。

『治療新趨勢』

1. 高壓氧治療：高壓氧使用可能是處理急性高海拔疾病的安全有效方法，機制包括保護血腦屏障、抑制發炎反應、誘導缺氧誘導因子及增加抗氧化活性¹⁰。

2. 血栓溶解治療：對於重度凍傷，48小時內使用組織胞漿素原活化劑(tPA)或iloprost可顯著改善預後⁹。

結論與建議

極端溫度環境旅遊醫學需要綜合性的預防與治療策略。醫療專業人員應：

◎加強教育：提高對極端溫度疾病的認識。

◎風險評估：針對個別旅客進行客製化建議。

◎及時治療：掌握最新的治療指引與藥物。

◎持續學習：關注氣候變遷對旅遊醫學的影響¹⁰。

隨著全球暖化加劇，預期高溫相關疾病將更加常見。同時，極地旅遊的興起也增加了酷寒傷害的風險。建立完善的預防體系與治療協議，對保障旅客健康至關重要。

參考文獻

1. Matsee W, Charoensakulchai S, Khatib AN. Heat-related illnesses are an increasing threat for travellers to hot climate destinations. *J Travel Med.* 2023;30(4):1-5.
2. Eifling KP, Gaudio FG, Dumke C, et al. Wilderness Medical Society Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Treatment of Heat Illness: 2024 Update. *Wilderness Environ Med.* 2024;35(1_suppl):112S-127S.
3. McIntosh SE, Freer L, Grissom CK, et al. Wilderness Medical Society Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Treatment of Frostbite: 2024 Update. *Wilderness Environ Med.* 2024;35(2):183-197.
4. Epstein Y, Charkoudian N, DeGroot DW, et al. Exercise in the heat: a comprehensive approach for sports medicine practitioners. *Front Physiol.* 2025;16:1456984.
5. Lipman GS, Gaudio FG, Eifling KP, et al. Wilderness Medical Society Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Treatment of Heat Illness: 2019 Update. *Wilderness Environ Med.* 2019;30(4S):S33-S46.
6. Cooper MC. The elderly travellers. *Travel Med Infect Dis.* 2006;4:218-22.
7. Clements JM, Casa DJ, Knight J, et al. Ice-water immersion and cold-water immersion provide similar cooling rates in runners with exercise-induced hyperthermia. *J Athl Train.* 2002;37:146-150.
8. Fudge J. Preventing and Managing Hypothermia and Frostbite Injury. *Sports Health.* 2016;8(2):133-9.
9. Castellani JW, Young AJ, Ducharme MB, et al. American College of Sports Medicine Position Stand: prevention of cold injuries during exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38:2012-2029.
10. 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. *Wilderness Environ Med.* 2019;30(4S):S47-S69.
11. Luks AM, Beidleman BA, Freer L, et al. Wilderness Medical Society clinical practice guidelines for the prevention, diagnosis, and treatment of acute altitude illness: 2024 update. *Wilderness Environ Med.* 2024;35(1_suppl):2S-19S.
12. CDC Yellow Book. Heat and Cold Illness in Travelers. Centers for Disease Control and Prevention. 2024.
13. Yezli S, Khan A, Bouchama A. Summer hajj pilgrimage in the era of global warming: a call for vigilance and better understanding of the risks. *J Travel Med.* 2019;26:taz069.
14. Gonzaga T, Jenabzadeh K, Anderson CP, et al. Use of Intra-arterial Thrombolytic Therapy for Acute Treatment of Frostbite in 62 Patients with Review of Thrombolytic Therapy in Frostbite. *J Burn Care Res.* 2016;37(4):e323-34.
15. Brown DJ, Brugger H, Boyd J, Paal P. Accidental hypothermia. *N Engl J Med.* 2012;367:1930-1938.
16. Wibbenmeyer L, Lacey AM, Endorf FW, et al. American Burn Association Clinical Practice Guidelines on the Treatment of Severe Frostbite. *J Burn Care Res.* 2024;45(3):541-556.
17. Gaudio FG, Eifling KP, Lipman GS, et al. Wilderness Medical Society Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Treatment of Heat Illness: 2024 Update. *Wilderness Environ Med.* 2024;35(1_suppl):112S-127S.
18. Périard JD, Racinais S, Sawka MN. Pathophysiology of exertional heat stroke. *BMJ Med.* 2022;1(1):e000239.
19. Flaherty G, Kennedy KM. Preparing patients for travel to high altitude: advice on travel health and chemoprophylaxis. *Br J Gen Pract.* 2016;66(642):e62-e64.
20. U.S. Food and Drug Administration. FDA approves first medication to treat severe frostbite. February 2024.



林冠宏 醫師

國軍左營總醫院潛水醫學暨生理訓練中心主治醫師
 國軍左營總醫院家庭醫學科主治醫師
 奧地利潛水暨高壓氧醫學學會研究員(ÖGTH)
 德國潛水暨高壓氧醫學學會研究員(GTÜM)
 中華民國高壓暨海底醫學會理事

邀稿 | 蔡佳祝