

熱相關疾病的處置與預防

馬偕紀念醫院 家庭醫學科 鄭巧暄 林信惠

前言

隨著氣候變遷及全球平均氣溫上升，Lancet Countdown報告過去十年的平均氣溫較工業化前上升了 1.14°C ¹。研究顯示，全球平均溫度每上升 1°C ，北半球遭受熱浪的高風險區域將增加約16%²。2022年各大洲都打破高溫紀錄，2023年全球更創下十萬年來的最高溫。目前遭受熱浪的天數與1986至2005年相比，是過去的兩倍¹。由於缺乏統一的診斷標準，熱相關疾病的發生率與死亡率難以統計，曾有文獻指出熱相關疾病在歐洲的發生率每年約七萬起，美國則約每年一千三百起³。日本一篇研究指出熱相關疾病住院的患者，其在院死亡率為4.6%⁴。極端高溫氣候事件增加^{5,6}，帶來了全球健康與經濟的負擔，因此，熱相關疾病的認識、處理以及預防是相當重要的議題。

熱調節的生理機轉

人體與環境進行複雜的熱量交換，透過體溫調節系統維持核心體溫在安全範圍內⁶。平常休息時體溫維持在 36 至 38°C ，在運動或環境熱壓力下上升到 38 至 40°C 屬於正常範圍，但超過 40°C 則增加熱損傷和熱中暑的風險。當核心體溫達到 40 至 45°C 時，細胞中的蛋白質變性可能導致細胞損傷和死亡⁷。

熱壓力的形成主要受到身體代謝活動產生的內在熱源、天氣條件（包含溫度、輻射溫度、環境蒸氣壓和風速）以及衣物的影響⁷。當熱壓力產生時，體溫調節主要透過血流重新

分布與流汗兩個機制達成，包括透過血管擴張增加皮膚的血流量以加強散熱，以及流汗後透過蒸發來降低體溫。體溫調節由下視丘控制，亦受到細胞激素或生理狀態如脫水等其他因子影響²。熱壓力越大，生理壓力也越大，超過心輸出量負荷時，可能導致心臟失去代償，引發缺血、梗塞甚至心跳停止。大量流汗造成脫水則可能導致體液容積不足，增加心血管負擔，甚至引發急性腎損傷或衰竭。患有慢性心肺疾病者循環衰竭的風險較高，心血管事件更是長者死亡於熱相關疾病的主要原因²。在生理調控範疇內，反覆的熱壓力可以改變熱休克蛋白(heat shock protein)表現，進而刺激熱適應並提高熱耐受性，保護器官與組織，改善高溫及高強度活動下的身體表現⁵。當熱壓力超過生理負荷時，則可能產生病理性變化，引發熱相關疾病。

熱相關疾病的種類

(一) 輕度的熱疾病⁶

熱暈厥(heat syncope)：高熱環境下，血管擴張、血流灌注於四肢，生理所需灌流不足，造成意識喪失。通常將病人移至陰涼環境，等待降溫並補充水份即可改善，若意識改變持續，則建議就診排除心臟或其他問題。

熱水腫(heat edema)：周邊血管擴張造成間質水腫，可以透過抬腳來改善，不須使用利尿劑。

熱痙攣(heat cramps)：流汗使大量體液流失，鹽分流失造成電解質不平衡，肌肉收縮造

成疼痛，可能發生於活動中的腹壁或四肢肌肉，建議休息並經口補充電解質與水分。

熱疹(heat rash)：汗腺阻塞後造成表皮(epidermis)發炎形成，可能引發繼發性的軟組織細菌感染。建議病人穿著寬鬆通風的衣物並避免高熱環境，發生時移除衣物，使用蒸發冷卻法(evaporative cooling)降溫，噴灑冷水或冰水於身上，並搭配風扇。可以使用含皮質醇與抗生素的藥膏並留意後續是否進展為蜂窩性組織炎。

(二) 中度的熱疾病

熱衰竭(heat exhaustion)

當熱壓力上升時，身體增加心輸出量以支持皮膚散熱和肌肉代謝，腹腔、腎臟等器官的血流因而減少，同時合併流汗造成的體液下降^{5, 8}。患者可能出現嚴重疲勞、虛弱、噁心、頭痛或頭暈等症狀，但體溫通常不超過40°C。常見的症狀如表一。通常熱衰竭經過降溫、經口或是經靜脈補充體液與電解質校正，不會對健康造成長期影響，大多可在1-2天內恢復活動，然而延遲治療可能惡化為嚴重熱疾病⁶。

(三) 嚴重的熱疾病

熱中暑(heat stroke)

熱中暑是可致命的疾病，由高體溫(hyperthermia，核心體溫大於40°C)、中樞神經系統症狀、以及高熱環境或(和)高強度身體活動三要素組成⁶，與熱壓力超出生理負荷、循環失能影響組織代謝和熱交換、散熱失能引發高體溫有關⁵。單純體溫高於40°C，未

表一 熱衰竭與熱疾病常見的症狀與徵兆

熱衰竭常見的症狀與徵兆	可能為熱中暑的危險徵兆
頭暈	意識狀態改變
頭痛	汗溼的皮膚
噁心	皮膚過於冰冷或溫暖
疲倦	皮膚蒼白或漲紅
全身虛弱	心搏過快
畏寒	脈搏微弱
步態不穩	收縮性低血壓
肌肉痙攣	
閉眼	

參考資料：美國運動醫學會

合併其他症狀時，並不足以診斷熱中暑，同時也不一定對健康造成危害。

高體溫造成的病理性反應與細胞毒性、內臟血流代償性減少造成缺血以及一連串系統性發炎反應相關⁸。其中發炎反應的機轉尚未完全清楚，已知與熱休克蛋白表現、發炎性細胞激素(cytokine)分泌改變相關，會影響到細胞，如上皮細胞、白血球與內皮細胞等對組織保護與修復的表現^{5, 8}。腸道細胞在高溫合併循環衰竭腸道缺血的情況下，氧化壓力和亞硝化(nitrosative)壓力增加，破壞細胞間隙，腸道通透性增加，內毒素和病原體滲漏引發內毒素血症(endotoxemia)。內毒素可能造成肝臟損傷，來自腸道的細菌感染則導致全身炎症反應綜合症(systemic inflammatory response syndrome, SIRS)^{5, 8, 9}。血管內皮細胞損傷則造成瀰漫性血管內凝血(disseminated intravascular



圖一 熱中暑臨床表現的三個階段⁸

coagulation, DIC), 凝血功能異常可能伴隨微血管血栓及出血的反應, 進而造成多重器官損傷。中樞神經症狀則與腦部血流下降、局部代謝異常相關, 此外腦部高溫亦可能導致血腦屏障通透性增加, 蛋白質或病原體的滲漏引發腦水腫甚至感染⁹。

熱中暑可分為非運動性(又稱傳統性熱中暑)(non-exertional; classic heat stroke)以及運動性熱中暑(exertional heat stroke)。前者多發生於高溫環境合併散熱不良, 較常發生於對熱環境代償較差的年長者; 後者則與體育或身體活動使代謝產生的熱超出負荷相關。兩種類型均源於無法散熱, 然而運動性熱中暑不一定發生在高溫環境下⁸。

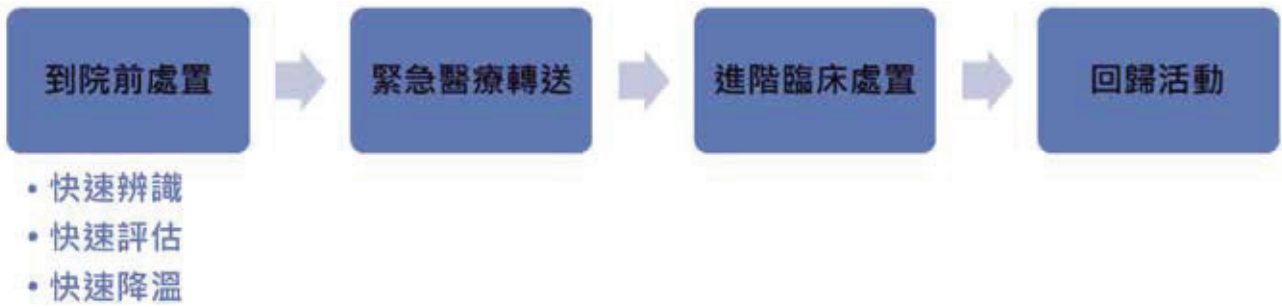
熱中暑的中樞神經症狀可能從輕微的人格變化到混亂、譫妄、木僵甚至昏迷, 失去定向感、焦慮合併精神病症狀皆可能出現, 亦有患者出現攻擊性的言語或行為, 可能危害到照顧者。癲癇、括約肌失禁則多發生在嚴重的運動性熱中暑^{5,8}。熱中暑的臨床表現可以大致被分為三個階段(圖一)⁸, 快速且正確的治療處置有機會減輕後續症狀。除了心臟、腎臟與肝

臟功能障礙或衰竭外, 其他可能的併發症包含了持續的意識改變、瀰漫性血管內凝血功能障礙、急性呼吸道窘迫症候群(acute respiratory distress syndrome, ARDS)等。另外橫紋肌溶解症(rhabdomyolysis)在運動性熱中暑個案中也常合併發生⁶。

研究證據顯示, 從熱中暑康復後的數月和數年內死亡風險高於一般人, 尤其發生肝腎功能異常的個案風險更高¹⁰。一篇台灣的回溯性世代研究中, 顯示熱中暑患者有較高的心肌梗塞、心房顫動的機遇, 總體主要心血管事件提高3.9倍、缺血性中風發生率則為5.5倍¹¹。

熱疾病的診斷與處置

熱疾病的臨床表現與其他疾病相像, 診斷主要仰賴臨床症狀以及對熱浪的警覺。詳細的病史詢問很重要, 包含症狀、熱環境接觸史、事發從事的活動、職業、環境、共病症、藥物和過去熱疾病史等。一旦懷疑熱疾病, 建議進行全身性的身體檢查、檢測生命徵象、評估意識狀態, 盡快利用定點照護檢驗(point of care testing, POCT)監測血糖與血鈉以進行鑑別診斷^{5,6}。



圖二 美國運動醫學會運動性熱中暑的生命鍊

懷疑熱疾病時必須快速降溫，同時盡速測量體溫。研究顯示應採用核心體溫如肛溫，其他常見體溫測量方式如耳溫或額溫並不能實際反映核心溫度，不建議做為處置的依據¹²。延誤體溫量測可能會低估疾病嚴重程度，但不建議為測量體溫而拖延降溫的進行⁵。

對於突然倒下的運動員，除了熱疾病之外，也應將心臟停止、腦部外傷、低血糖、運動後低血鈉、低體溫納入考量⁵。除了以上疾病，運動員特別是長跑運動員，在突然結束運動時可能因為血液仍大量集中在下肢，造成暫時性姿勢性低血壓，引起感壓反射(baroreflex)異常而昏厥，稱為運動相關姿勢性低血壓(exercise-associated postural hypotension, EAPH)又稱為exercise-associated collapse, EAC)，可能表現為頭重腳輕、昏厥等¹³。

若未得到妥善處理，傳統性熱中暑的死亡率高達80%；運動性熱中暑亦高達33%，因此了解急性處理很重要⁶。美國運動醫學會提出了運動性熱疾病的生命鍊（圖二），除了急重症醫療系統外，也強調到院前的處理以及回歸

活動(return to activity)計畫的重要性，其中到院前處理是降低併發症與死亡最重要的步驟⁵。

熱中暑發生第一時間應先維持個案的氣道、呼吸與循環，緊接著就地進行快速降溫，理想的降溫是在30至60分鐘內將核心體溫降至38-39°C，建議達到每分鐘降溫超過0.15°C⁶，也有文獻指出每分鐘下降0.2-0.35°C的快速降溫可以得到較好的預後⁸。美國運動醫學會建議採用連續性核心溫度測量，若情況不允許時則每十分鐘測量一次，並在病人恢復意識時再次測量。

降溫方式有許多，水的傳導是空氣的32倍，因此浸泡冰水或冷水是高效率的降溫方式，但仍需考量現場環境與資源來做選擇⁵。在緊急情況下可先行在大血管區域，包含頸部、腋下及鼠蹊部置放冰袋，後續也可以合併噴灑冷水與風扇（蒸發冷卻法）等其他方式降溫⁵。對傳統性熱中暑的長者來說，合併使用冰袋、濕紗布及風扇，甚至冷水靜脈輸注，是較溫和的降溫方法¹⁴。

目前沒有藥物可以幫助降溫。發燒與

高體溫的機轉並不相同，因此不應使用退燒藥物包含阿斯匹林(Aspirin)與乙醯胺酚(Acetaminophen)，不僅無效更可能加劇熱中暑病人的凝血功能異常與肝損傷^{6, 8}。過去有部分研究指出治療惡性高熱的單挫林(Dantrolene)可能和加速降溫有關，或能改善神經學症狀，但目前證據尚不明確，因此並未常規用於臨床^{15, 16}。

現場開始降溫後應盡快轉送至有急重症照護的醫療院所⁵。到院後可進行氣道處理，必要時可使用鎮靜藥物於躁動的病人，苯二氮平類藥物(Benzodiazepine)可用於癲癇發作⁸。常見實驗室檢測項目包含全血球計數、電解質(鈉、鉀、氯、碳酸氫鹽、鈣、磷)、血糖、肌酸酐和尿素氮、尿酸、肝功能、乳酸脫氫酶(Lactate dehydrogenase, LDH)、鹼性磷酸酶(Alkaline phosphatase)和總膽紅素、肌酸激酶(Creatinine kinase)、血液和尿液肌紅蛋白、凝血功能、纖維蛋白原、纖維蛋白原降解物、乳酸與動脈血氧等。應持續追蹤、留意後續可能的併發症，通常需要於加護病房進行後續治療並監測器官損傷，文獻建議針對已知器官損傷，進行每周一次的理學、實驗室或影像學檢查⁵。

熱中暑的病人通常建議等到各器官的生物標記皆恢復正常後再開始回歸活動⁵。對於傳統性熱中暑的患者，應衛教其生活方式的調整，幫助適應熱環境⁶。運動性熱中暑的患者如工人、運動員甚至軍人，則建議在醫師、教練的團隊計畫下，逐步增加活動量與熱適應。

對於回歸活動計畫，並沒有標準做法，通常1-2周才會開始日常活動，2-4周開始嘗試在熱環境下活動。若經過4至6周仍然無法耐受熱，應考慮就診進行檢查⁵。

熱相關疾病的預防

運動性或傳統性熱中暑的風險因子相似，通常伴隨多重危險因子¹⁴。與個體相關的危險因子如年齡，包含嬰幼兒、孕婦、老人、肥胖、多重共病症，例如糖尿病、心臟疾病等。另外從事高活動工作者或運動員亦須留意不適當的工作與休息比例、缺乏熱適應及脫水。近期有發燒、感染、腹瀉以及大面積燒燙傷等皮膚疾病亦可能提高熱疾病發生的風險。環境相關因子包含高熱天氣，尤其是異常高溫、濕度高的悶熱環境，以及過多衣物、繁重的裝備。藥物亦可能影響體液、排汗或身體對脫水與高溫的調節，而提高熱疾病的發生，例如：利尿劑、抗膽鹼藥物、乙型腎上腺素阻斷劑、抗組織胺、抗憂鬱藥物與興奮劑(安非他命、古柯鹼、搖頭丸、麻黃)等。運動性熱中暑的發生亦可能和一些行為因子相關，例如個人表現追求、組織規範或同儕教練壓力，而沒有及時暫停活動進行降溫^{5, 17}。

傳統性熱中暑的預防包含維持涼爽的環境，例如風扇、冷氣或噴霧機，並補充足夠的水分，穿著輕薄透氣的衣物、減少體力活動，並監測症狀⁶。

降低運動性熱中暑風險的方式包含水分補充、熱適應以及策略改變⁵。脫水的症狀包

含頭暈、頭痛、疲倦或心跳加快，可以透過口渴、尿液量與體重變化來自我監測，可以同時補充食物與水分，或使用市售的口服電解水。文獻建議在運動前一小時攝取約500毫升的水分，在運動期間每15至20分鐘補充約100-200毫升，並避免體重減少超過運動前的2%¹⁴。除了水分補充外，適當的熱適應也很重要，例如在2周間逐步提高在熱環境的時間與活動強度，可以參考美國運動醫學會提出的建議指引表格，根據地域與活動種類安排熱適應計畫⁵。選擇較涼爽的時間活動，在高風險環境下增加休息的時間與頻率可以將運動性熱中暑的死亡率降低五倍¹⁴。在體育訓練過程與從事戶外工作時，建議視環境的溫度與濕度調整運動強度與裝備，以及工作與休息時間的比率與頻率，例如綜合溫度熱指數(wet bulb globe temperature, WBGT)、熱疾病風險評估表、熱指數表等工具評估環境風險，在台灣亦可以利用職業安全衛生署的「熱危害風險等級查詢計算」，利用所在地的相對濕度與溫度估算當日的熱指數並給予活動建議。除了因應環境風險調整外，大型體育賽事或是高風險工作環境也應配有緊急降溫的工具，並衛教運動員、教練以及高風險工作者警覺相關症狀與緊急處理方式^{5, 14}。

結論

氣候變遷已被世界衛生組織列為十大健康威脅之一，熱疾病也因全球暖化愈趨重要，目前雖有針對熱中暑的藥物、預後預測工具進行研究⁴，大眾對於熱疾病的認知卻未隨之提

升，尤其熱中暑可對健康造成長期影響，未來應更重視熱疾病預防策略的宣導及加強臨床醫師對熱相關疾病的警覺與緊急處理。

參考文獻

1. Romanello M, Napoli CD, Green C, et al: The 2023 report of the Lancet Countdown on health and climate change: the imperative for a health-centred response in a world facing irreversible harms. *Lancet* 2023; 402(10419): 2346-94.
2. Ebi KL, Capon A, Berry P, et al: Hot weather and heat extremes: health risks. *Lancet* 2021; 398(10301): 698-708.
3. Khan AA: Heat related illnesses. Review of an ongoing challenge. *Saudi Med J* 2019; 40(12): 1195-201.
4. Shimazaki J, Hifumi T, Shimizu K, et al: Clinical characteristics, prognostic factors, and outcomes of heat-related illness (Heatstroke Study 2017-2018). *Acute Med Surg* 2020; 7(1): e516.
5. Roberts WO, Armstrong LE, Sawka MN, et al: ACSM expert consensus statement on exertional heat illness: recognition, management, and return to activity. *Curr Sports Med Rep* 2021; 20(9): 470-84.
6. Sorensen C, Hess J: Treatment and prevention of heat-related illness. *N Engl J Med* 2022; 387(15): 1404-13.

7. Cramer MN, Gagnon D, Laitano O, et al: Human temperature regulation under heat stress in health, disease, and injury. *Physiol Rev* 2022; 102(4): 1907-89.
8. Epstein Y, Yanovich R: Heatstroke. *N Engl J Med* 2019; 380(25): 2449-59.
9. Leon LR, Helwig BG: Heat stroke: Role of the systemic inflammatory response. *J Appl Physiol* (1985) 2010; 109(6):1980-8.
10. Wallace RF, Kriebel D, Punnett L, et al: Prior heat illness hospitalization and risk of early death. *Environ Res* 2007; 104(2): 290-5.
11. Wang JC, Chien WC, Chu P, et al: The association between heat stroke and subsequent cardiovascular diseases. *PLoS One* 2019; 14(2): e0211386.
12. Ganio MS, Brown CM, Casa DJ, et al: Validity and reliability of devices that assess body temperature during indoor exercise in the heat. *J Athl Train* 2009; 44(2): 124-35.
13. Asplund CA, O'Connor FG, Noakes TD: Exercise-associated collapse: an evidence-based review and primer for clinicians. *Br J Sports Med* 2011; 45(14): 1157-62.
14. 謝昌成，蕭雅尤：運動型中暑。家庭醫學與基層醫療 2011; 26: 502-6.
15. Hadad E, Cohen-Sivan Y, Heled Y, et al.: Clinical review: treatment of heat stroke: should dantrolene be considered? *Crit Care* 2005; 9(1): 86-91.
16. Greenberg M, Narurkar M, Hepner A: 117 Update: Dantrolene sodium suspension (250 Mg/5mL) in patients with exertional heat stroke. *Annals of Emergency Medicine* 2020; 76(4): S46.
17. Gauer R, Meyers BK: Heat-related illnesses. *Am Fam Physician* 2019; 99(8): 482-9. 🇺🇸

