

Hi-Tech「動」起來 抗熱監測篇

體育運動的競爭性往往讓人熱血沸騰，惟對運動員來說，因身體過熱而生的熱疾病（heat illness）卻是一項嚴峻挑戰，甚至國際奧委會亦將預防熱疾病列為優先事項。香港浸會大學團隊

近年開展了運動安全與表現的即時數據監測研究項目，包括在巴黎奧運和世界鐵人三項系列賽等重大賽事中，對逾450名運動精英作實時生物識別和環境監測。負責人近日接受香港文匯報專訪分享指，團隊利用先進的無線輕巧傳感器，實時監測每名運動員的心率、核心體溫、皮膚溫度、出汗率、步履情況等生理指標，再整合現場日照情況、風速等多項氣象數據，提供了一目了然的實時數據給醫療人員。這項技術生態系統，提升了診斷速度並指導了醫療資源的分配，從而為高風險運動提供了一種減少和緩解運動性熱疾病的可行解決方案。

●香港文匯報記者 姜嘉軒



●劉永松介紹浸大全新安裝、在亞洲數一數二的环境試驗箱。 香港文匯報記者曾興偉 攝

「運動期間面對炎熱和疲倦，一般人多會量力而為，但精英運動員會不斷前進，直至身體完全支持不住。然而，當人身體過熱或中暑時，嚴重者是有機會導致腦損傷，甚至死亡。」負責項目的浸大體育、運動及健康學系研究助理教授 Carl JAMES 表示，中暑存活率約七成，意味着約三成人或因此死亡，問題不容忽視。

科學化告知「身體幾時要停」

浸大體育、運動及健康學系教授劉永松表示，運動員具備永不放棄的意志當然是好事，風險卻同時伴隨而來。項目正是希望從中取得平衡，「通過血壓、心跳、體溫、缺水情況等眾多生理信號，有一套完整的信息提供給運動員、主辦方和醫療團隊，科學化地告知幾時要停。而不是讓運動員眼見只差400米，即使身體已發出了極度危險的信號，仍任由他死頂下去。」

Carl 介紹，項目現時採用的傳感器包括可吞服的遙感測溫「藥丸」、用以監測心率的胸帶、繫於鞋上的步履感測器等，另亦有用於記錄速度、位置和傳輸數據的智能手錶，會發送並顯示在主辦單位的儀錶板上，「畫面就有如一個地圖般顯示比賽路線，實時顯示每名運動員的位置，旁邊則會有如心率、速度、核心體溫等資訊」，系統並會以綠黃紅等顏色代表運動員體溫狀況，工作人員可一目了然。

劉永松續指，系統還兼顧了比賽環境情況，「哪怕只是在400公尺運動場，向陽和背陽溫度可相差兩度，而這對運動員制定策略時就很重要。」若是42.195公里的馬拉

松，各項環境變化因素自然更大，因此項目亦設有可放置於運動比賽場地的氣象站裝置。Carl 補充，在今年巴黎奧運上，團隊在多個運動場地設置共35台氣象站裝置，「無論是在馬賽的帆船比賽，或是圖盧茲的足球場，只需在儀錶板按一按，就能準確地知悉當地實時溫度及相關風險。」

浸大技術獲國際應用

浸大研發的技術，目前已獲世界帆船和世界鐵人三項等體育聯合會採用，前者並在浸大委託為期四年的項目，進一步開發水域環境中的應用，及嚴格測試現有熱應力規範，計劃在2028洛杉磯奧運會的帆船賽全面應用該技術。

至於後者的三項鐵人賽事，Carl 指有關監測情況可讓團隊知悉技術系統在水中、在自行車上、在跑步期間能否順利運作，若成功可更輕易轉化至其他運動。此外，三鐵有業餘運動員和殘疾運動員參與，讓項目覆蓋面更廣。他特別提到，脊髓損傷會影響部分人的排汗功能，他們更是需要高度關注熱疾病的群體。

料明年港馬拉松監測200跑手

全球氣候變化，極端天氣對包括熱疾病在內的運動安全帶來更大衝擊。劉永松指，除了精英運動員，一般市民的運動安全亦同樣重要。團隊預計在明年2月舉行、數萬人參與的香港馬拉松賽上，對200名浸大師生校友跑手進行監測預防，並期望在2026年進一步擴大受眾，讓科研成果轉化落地，惠及大眾。此外，浸大在今年創科嘉年華展出該項目，向公眾展示最新發展和成果。



●遙感測溫「藥丸」。



●多種不同的測溫傳感器。



●繫於鞋上的步履感測器。

研測汗液乳酸傳感貼片 反映肌肉疲勞程度

精英運動員的勝負往往只在毫釐之差，為此 Carl 強調，項目採用的傳感器均必須具備無線、輕巧、可提供實時信息三項基本要求，水上項目更需具備潛水功能。因此浸大的團隊積極與不同科創公司合作，改良儀器並引入新功能，以不斷完善系統，例如研發可測量汗液乳酸的傳感貼片。另有項目專研在無需吞服測溫「藥丸」下，仍可準確評估核心體溫的新型傳感器，讓系統更貼合所需。

在數據顯示上，Carl 表示，項目目前已實現透過儀錶板呈現一系列實時數據，供負責團隊監測，未來期望能再進一步，讓每一名運動員，都能各自通過智能手錶實時取得自身相關資訊。

另外，浸大團隊有跟不同科創公司和海外大學合作，研發新型傳感器，以檢測更多具有價值的生物標記。Carl 舉例，有些運動項目對查看即時血糖數據特別感興趣，「因為這可以告訴你的營養狀況，你在活動期間喝的飲料的成分該是什麼，應該放多少葡萄糖等。」

至於乳酸也是一個非常有趣的生物標記，可以反映肌肉疲勞程度，有運動科技公司正以此研發供運動員使用的汗水感應貼片。

盼為業界提供生理指標黃金標準

劉永松補充，這些工作涉及眾多跨學科知識，作為大學團隊希望透過不同研究為業界提供不同生理指標的黃金標準，「並通過一系列不同條件驗證這些原型產品，而相關公司和企業則可提供科技解決方案」，共同合力讓運動員和市民大眾受惠。

劉永松認為，香港近年有意推動體育盛事化、專業化和產業化，而運動科學必然能夠作出重要貢獻，「運動科學能夠提供客觀科學標準和指引，而且它們不是硬標準。例如在何種溫度下，要在多少距離內設補水站，用作飲用和降溫，運動科學正可以不斷產出更多與產業發展相關的專業知識。」這將有助進一步提升本港舉辦運動項目的專業性，長遠亦可培育更多專業人才，支持本港運動產業發展。

整合現場氣象數據 向醫療人員提供運動員實時數據

無線輕巧傳感器 監測生理防熱疾病

各類熱疾病症狀和特徵

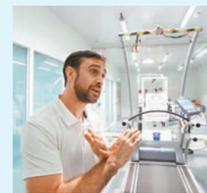
類型	症狀	特徵
熱痙攣	腹部、手臂和腿部出現肌肉疼痛和痙攣	大量出汗後肌肉疲累和電解質流失而引起；在酷熱環境下持續進行劇烈運動後的休息期間發生；患者體溫可能屬正常
熱暈厥	頭暈或昏厥	皮膚血流量上升和血液在腿部滯留，導致腦部血流量下降；通常在從臥或坐著的姿勢突然坐或站起來時發生；患者體溫可能屬正常
熱衰竭	核心體溫上升（高於攝氏37度但低於40度），但部分患者核心體溫屬正常；面色蒼白、大量出汗、嚴重口渴；脈搏急、呼吸淺；肌肉痙攣和全身軟弱無力；頭痛、噁心、嘔吐、頭暈、昏厥	因暴露於酷熱環境下或劇烈運動後產生的水分及/或電解質流失所致；可形成中暑高熱的嚴重病症
中暑高熱	核心體溫極高（攝氏40度或以上）；皮膚變紅、發熱及乾燥，但沒有流汗；舌頭腫脹乾燥、脈搏急、呼吸淺；頭痛、噁心、腦痛發作；神志不清或喪失定向力；失去知覺或昏迷	核心體溫極高，而身體內部機能開始停止運作；可致命，須即時診治

資料來源：衛生防護中心

設環境試驗箱助備戰 適應高海拔極端溫度



●環境試驗箱能夠模擬多項極端氣候環境，並可讓運動員進行模擬高原訓練。 香港文匯報記者曾興偉 攝



●Carl 香港文匯報記者曾興偉 攝

實時監測運動員數據，除能保障安全亦有助提升其表現。Carl 表示，項目可透過收集各項生理指標，為精英運動員度身訂做訓練課程，確保他們能以最佳狀態迎接比賽。劉永松則提到，浸大全新安裝、在亞洲數一數二的环境試驗箱，能夠模擬6,000米高度的環境條件，並在-20°C至50°C之間調節溫度，結合生理數據分析，有助運動員早作調節準備，適應高海拔、極端高低溫等不同比賽環境。

掌握汗水流失量 確保正確補水

「精英運動員們每天所做的些微差異，有時會決定是否獲得獎牌，這正是科技能夠融入的地方，確保運動員正確補水，並為其訓練提供適當指示，在比賽現場展示最佳狀態。」Carl 舉例說，通過傳感器可知道運動員流失多少汗水，以得知該喝多少水保持水分。而了解汗水中鹽分含量，亦能作不同準備，「這位運動員也許流失很多鹽分；另一位也許不那麼多，他們的飲料需要就各有不同。」

Carl 強調，科學化地了解運動員於訓練期間的身體變化，有助掌握其訓練取得了哪些成果，並讓教練更系統地規劃其後的訓練，「像我們去健身房一樣，為獲得想要的效果，舉重的重量應該是多少，這些感測器得來的一系列數據，可告訴我們是否處於正確水平的訓練」。當這些資訊更易理解和系統化，更將有助運動員確保每次訓練都能達到目標，發揮最大潛能，同時避免過勞所帶來的反效果。

Carl 又說，在一些耐力項目中，當溫度超過35°C時，運動員表現或會下降三四成。「因此在炎熱天氣之下，勝負並不一定取決於誰身體狀況最好，而是誰衰退得比較少。」他提到，結合大學新設的環境試驗箱及各項傳感器，正可有效協助運動員制定和進行熱適應訓練方案，「訓練身體更有效地出汗，以便更好的調節體溫，應對那種不舒服的感覺，如此那人就更有機會贏得比賽。」

可擴至職場應用 保障建築工健康

目前浸大團隊的研究工作主要面向運動項目，但 Carl 指出，其中採用的整套監測技術，其實亦可轉化至眾多面對體溫過熱挑戰的職業和場景，例如建築工人、穿着大量裝備消防員、甚至軍人等。若能適當應用，可望讓建築工程進度與工人安全間取得更好平衡，亦有助更科學化訓練消防員和軍人適應酷熱環境，幫助其應對任務。

科學化訓練消防員等適應酷熱

「對精英運動員進行的好處之一是，他們許多反應都是相當極限的，而這也意味着，當我們的技術和知識適用於精英運動員時，也將可以應用至其他環境中。」Carl 舉例，如建築行業，現時香港設有工作暑熱警告，提醒僱主及僱員於不同情況下採取相應的預防中暑措施，

「但建築公司畢竟是希望提高生產力的，在需要停工之前，如果有系統能夠全程監察員工的暑熱情況，並且科學化地告知，工作節奏放慢多少仍可處於安全範圍。在較慢而安全的節奏下維持施工，也有助工程項目按時交付。」他相信，不少建築業界均會對於類似的監測技術特別感興趣。

回到運動項目，Carl 分享團隊亦會跟醫療人員和管理機構合作，幫助識別不同運動項目的潛在風險，並制訂應對措施。「當然每名參賽者能佩戴整套傳感器是很好，但當中亦難免涉及成本、大量數據傳輸等挑戰。因此我們可以在不同運動、不同群體中各挑選小部分人參與，取得數據後用作測試現行的安全指引或規定，了解它能否提供足夠保護和安全。」