



健康體適能社區期刊

HEALTH & FITNESS COMMUNITY PAGE

1

編者的話

中華人民共和國第十五屆全運會的競技項目將於十一月隆重舉行，目前於廣東省各地展開的群眾賽事活動亦備受矚目。隨著運動科學不斷推進，相關設施與裝備持續革新，頂尖科技不再僅應用於精英運動員，更逐漸融入大眾，推動全民功能及健康發展。本期非常榮幸邀請到本地大學體育及運動科學的學者共同執筆，從多角度探討運動科技之應用。郭韻茹博士分析穿戴式科技於游泳項目中的即時數據回饋與動機強化機制。何卓諺先生則透過測力板解釋立定跳高的生物力學，並於普及化、精英化、專業化三大層面上提出應用建議。梁健忠博士及其團隊聚焦長者健康，針對肥胖型肌少症提出篩查方法、功能診斷指標，並提出彈力帶阻力訓練的效益。期盼讀者能從跨學科視角，整合測試評估、標準化測量與個人化訓練策略，將科技應用於不同群體，促進更全面及更科學的健康促進模式。

蔡紹明博士

中國香港體適能總會 機構傳訊委員會專責委員

健康體適能社區期刊 聯席主編

澳門大學教育學院 助理教授

編輯委員會：

聯席主編：潘梓竣博士、蔡紹明博士

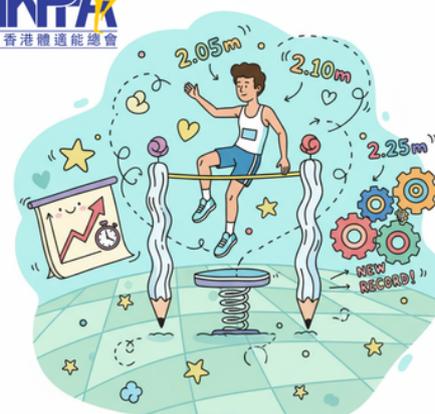
成員：陳嘉威博士、黃雅君教授、陸子聰博士、
焦姣 博士、林伏波博士、吳兆權博士、
孫風華博士、譚子敬博士、蕭明輝教授、
茹柏鴻博士、鄭晨 博士

顧問：周碧珠教授、黎培榮先生 MH、

李本利先生、魏開義先生、王香生教授



專題文章



《跳高測試大躍進？》輕輕跳出過千數據？

肥胖型肌少症 (Sarcopenic obesity): 篩查、診斷與彈力帶阻力訓練的成效

東華學院護理學院
香港中文大學體育運動科學系
東華學院管理學院學生

梁健忠 博士、孫桂萍 教授、林清教授
沈劍威 教授、楊澤健教授
周雅琳 小姐、陳靖霖 小姐、黃悅英小姐

要點:

- 年齡在70歲以上且超重或肥胖的長者應視為肥胖型肌少症高風險群組，並應定期進行肌肉功能測試（例如：手握力及椅子坐站測試）及進行身體成分檢查，以排除肥胖型肌少症的可能性。
- 彈力帶阻力訓練不單有效改善肥胖型肌少症長者的活動能力（包括膝關節伸展力量、步行速度、平衡力和敏捷性），還可改善長者的社交能力和精神健康，對緩解抑鬱症狀有一定成效。

1. 簡介

肌少症與肥胖是全球備受關注的問題，不僅常見於長者群體，亦都是多種不良健康後果的先決因素。根據最新的系統綜述與荟萃分析（systematic review and meta-analysis）顯示，全球約有十分之一（11—14%）的長者患有肥胖型肌少症，其風險因子包括75歲或以上、功能障礙、兩種或以上慢性疾病、骨質疏鬆症或沒有運動習慣等^{1,2}。根據2022年歐洲臨床營養與代謝學會（ESPEN）與歐洲肥胖研究學會（EASO）發布的《肌肉減少性肥胖的定義與診斷標準共識》，肥胖型肌少症被視為一種肌少症（即肌肉質量和功能下降）和肥胖（即脂肪過多）並存的臨床前狀態，而診斷標準則按性別和種族作出調整³。

2. 篩查、診斷和分期（Screening, Diagnosis, and Staging）

根據2022年歐洲臨床營養與代謝學會（ESPEN）與歐洲肥胖研究學會（EASO）發布的《肌肉減少性肥胖的定義與診斷標準共識》，肥胖型肌少症的篩查和診斷可分為三個步驟³：

第一步：篩查（Screening）

篩查的主要目的是針對肥胖而同時患有肌少症臨床症狀或懷疑症狀的患者進行篩查，而肌少症篩查工具的敏感度及實用性（例如：時間或成本）是主要的考慮。肥胖型肌少症的篩查工具應在各種臨床環境（例如：門診、醫院和安老院）廣泛採用，而其簡易性亦應考慮到即使醫護人員在沒有相關的訓練下亦能輕鬆使用。基於信度、效度和敏感度的考慮，SARC-F和SARC-CalF量表被一致認為是肌少症篩查的理想工具（表1）。

對於肥胖症的篩查，我們較常採用體重指數（BMI）和腰圍（WC），亦有研究人員採用體脂百分比最高的五分之一為標準。值得注意的是，年齡在70歲以上且超重或肥胖的長者應視為肥胖型肌少症高風險群組，並應定期進行肌肉功能測試（例如：手握力及椅子坐站測試），以排除肌少性肥胖的可能性。

組成	問題	SARC-F評分	SARC-CalF評分
肌肉力量	提起5公斤(約10磅)的東西對於你來說會感到困難嗎？		
	沒有困難	0	0
	有些困難	1	1
	非常困難或無法做到	2	2
步行	從一間房間步行到另一間房間對於你來說會感到困難嗎？		
	沒有困難	0	0
	有些困難	1	1
	非常困難、無法做到或需使用輔助工具	2	2
從椅子上站起	在座椅或床上起身對於你來說會感到困難嗎？		
	沒有困難	0	0
	有些困難	1	1
	非常困難或沒有幫助下無法做到	2	2
行上樓梯	行上10級樓梯對於你來說會感到困難嗎？		
	沒有困難	0	0
	有些困難	1	1
	非常困難或無法做到	2	2
跌倒	過去一年你跌倒過多少次？		
	沒有跌倒	0	0
	1-3次	1	1
	4次或以上	2	2
小腿圍	女性: ≤33厘米= 10 男性: ≤34厘米= 10		10
肌少症高風險		≥4	≥11

表1. 肌少症風險評估問卷 (SARC-F) 及小腿圍測量 (SARC-CalF)

第二步：診斷 (Diagnosis)

在診斷肥胖型肌少症時，應先評估肌肉功能，後進行身體成分檢查。原因是肌肉功能受損有可能會影響患者的生活質量和治療方案，同時身體成分檢查（例如：雙能量X光骨質密度吸收測量儀 [DXA] 及生物阻抗分析 [BIA]）的實用性較低，在一般臨床情況下無法提供。歐洲臨床營養與代謝學會（ESPEN）與歐洲肥胖研究學會（EASO）的專家建議應先測量手握力（handgrip strength）或膝關節伸展肌力（knee extensor strength）以評估肌肉功能的方案，因為其他身體功能測試（例如：平常步速）可能會因下肢關節問題導致結果不夠準確。

對於身體成分檢查，為確保準確性，專家們主張使用雙能量X光骨質密度吸收測量儀（DXA），而生物阻抗分析（BIA）則是次選，原因是生物阻抗分析（BIA）易受個人因素影響（包括體力活動水平、月經和身體液態水平等）。專家亦建議將四肢肌肉質量與體重進行標準化（kg/kg），用作主要參考指標，但在各種肌少症的定義和診斷標準中，根據體重調整的四肢肌肉量作為參考指標並不常見。根據2025年發布的《亞洲大洋洲肌肉減少性肥胖的定義與診斷標準共識》（The Asia-Oceania Consensus）報告中補充，我們應根據亞洲肌少症診斷標準（AWGS2019）採納四肢肌肉質量指數（ASMI, kg/m^2 ）作為參考指標（圖1）⁴。

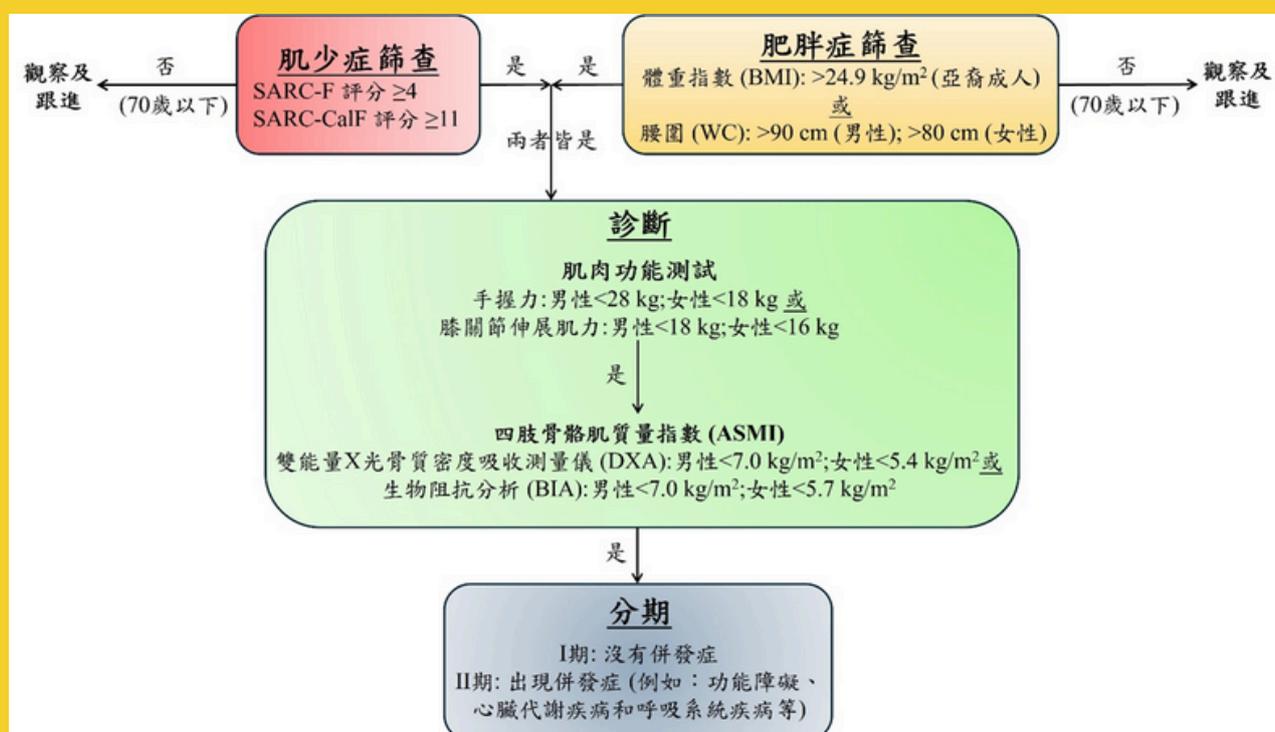


圖 1. 肥胖型肌少症的篩查、診斷和分期^{3,4}

BIA, bioelectrical impedance analysis (生物阻抗分析);
DXA, dual-energy X-ray absorptiometry (雙能量X光骨質密度吸收測量儀)

第三步：分期 (Staging)

肥胖型肌少症的分期取決於患者是否出現了肌少性肥胖引起的不良反應，主要分為I到II期，I期代表沒有出現併發症，而II期則表示已經出現併發症（例如：功能障礙、心臟代謝疾病和呼吸系統疾病等）。根據風險分層，可以及時對患者進行分類，以便接受更積極的治療。圖 1總結了肥胖型肌少症的篩查、診斷和分期的三個步驟。

3.肥胖型肌少症與精神健康

根據世界衛生組織的定義，精神健康不僅指沒有精神疾病，也指是一種精神安康的狀態，這種狀態使人能應對正常生活壓力，同時能好好工作及學習，並對社會作出貢獻⁵。

研究指出，患有肥胖型肌少症的長者，抑鬱症的發病率比沒有肌少症或肥胖症的長者高出 79%⁶。一項系統綜述的研究報告亦證實了肌少性肥胖與精神健康有明顯的相關性，顯示了肌少症和肥胖症的共存對精神健康存在不良的影響⁷。在肌少性肥胖的長者中，抑鬱症更嚴重影響患者的生活質素^{8,9}。相反，體力活動能有效紓緩肌少性肥胖所引起的抑鬱症狀¹⁰。

4.彈力帶阻力訓練 (elastic resistance training) 對長者身體功能及精神健康的成效

改變生活方式 (lifestyle modification)，尤其是經常做運動，是治療肥胖型肌少症最有效的方法。有系統綜述研究指出，運動可顯著改善肌少症長者的肌肉力量（例如：手握力和膝關節伸展力）和不同的身體功能（例如：步行速度）¹¹⁻¹⁴。對於超重或肥胖的人士來說，阻力訓練配合帶氧訓練比單獨的帶氧訓練更能有效管理體重¹⁵。有研究更指出，阻力訓練相對於多元運動訓練（阻力訓練、平衡訓練和帶氧運動）(multicomponent exercise training) 或全身振動訓練 (whole-body vibration training) 對改善肌少症長者的活動能力（包括膝關節伸展力量、步行速度、平衡力和敏捷性），有著明顯的優勢¹³。

最近的系統綜述與荟萃分析顯示，在不同的人群（包括冠心病和慢性阻塞性肺病的長者）中，彈力帶阻力訓練可媲美傳統的阻力訓練（例如：機器式 [weight machine] 和自由式阻力訓練 [free weights]），能有效提升肌肉力量¹⁶。在肌少症的長者中，彈力帶阻力訓練可增加肌肉量、提升肌肉力量（手握力和膝關節伸展力）及改善身體功能（步行速度、平衡力和敏捷性）¹⁷⁻²¹。

對於精神健康方面，一項針對患有失智症的肌少症長者的隨機對照試驗 (randomized controlled trials) 指出，為期 12 星期的彈力帶阻力訓練不但有效提升肌肉力量，還可緩解抑鬱症狀²²。有研究更指出，彈力帶阻力訓練可以促進長者的社交能力和改善情緒健康（例如：減少憤怒、減少緊張焦慮和增加活力）²³。彈力帶阻力訓練的其他好處如下：

- 高安全性 (extremely safe)：在過去的研究中未有發生任何不良事故，所以彈力帶阻力訓練適合健康或體弱的長者參與^{18,19}。
- 高運動依從性 (high adherence)：研究指出，長者的參與度極高，在每次訓練中達到的規定重複次數 (repetitions per set) 接近 100%²⁴。
- 高靈活性和適應性 (high flexibility and adaptability)：透過選擇不同顏色的彈力帶 (黃色、紅色、綠色、藍色、黑色、銀色和金色) 或調整彈力帶伸長的程度 (圖 2)，可調整阻力帶訓練的強度，而強度介乎 1 公斤 (黃色) 到 9 公斤 (金色) 不等，能有效實現個人化訓練的目的。

Thera-Band® Color Progression					
Thera-Band® Band/Tubing Color	Increase from Preceding Color at 100% Elongation	Resistance in Pounds at:		Resistance in Kilograms at:	
		100% Elongation	200% Elongation	100% Elongation	200% Elongation
Thera-Band Tan	-	2.4	3.4	1.1	1.5
Thera-Band Yellow	25%	3.0	4.3	1.3	2.0
Thera-Band Red	25%	3.7	5.5	1.7	2.5
Thera-Band Green	25%	4.6	6.7	2.1	3.0
Thera-Band Blue	25%	5.8	8.6	2.6	3.9
Thera-Band Black	25%	7.3	10.2	3.3	4.6
Thera-Band Silver	40%	10.2	15.3	4.6	6.9
Thera-Band Gold	40%	14.2	21.3	6.5	9.5

Represents typical values. All products not available in all colors.

圖 2. 不同阻力的彈力帶 (黃色、紅色、綠色、藍色、黑色、銀色和金色)

圖片來源：<https://www.prohealthcareproducts.com/blog/theraband-colors-sequence-resistance-levels/>

5. 彈力帶阻力訓練處方

根據近期針對肌少症長者的隨機對照試驗^{17-22,25,26}及ACSM長者阻力訓練的指引¹⁵，我們得出以下彈力帶阻力訓練的運動處方 (表2)

表2. 彈力帶阻力訓練處方

頻率 (Frequency)	每星期3次，兩次訓練之間應相隔48小時
強度 (Intensity)	以0至10自覺竭力程度評分表 (RPE) 作為參考，4至7為理想訓練強度範圍 (屬中高強度訓練水平)
時間 (Time)	為期12星期，每次訓練約40分鐘 (不包括熱身和緩和運動)
模式 (Type)	彈力帶 (Theraband) - 最初使用黃色彈力帶 - 按個人的進展，彈力帶的阻力可從黃色調整到紅色再到黑色，逐漸增加訓練強度 - 針對主要肌肉群 (胸、肩、上下背、腹、臀及腿) - 以多關節運動為主

RPE, rate of perceived exertion (自覺竭力程度)



圖 3. 彈力帶阻力訓練動作

短片來源: <https://www.youtube.com/watch?v=iCNHJtI7ZQ>

6. 結語

筆者認為「年紀大機器壞」並非必然的事。研究已證實有效的阻力訓練不單能改善長者的活動能力，還可改善長者的精神健康和社交能力，對緩解抑鬱症狀有一定成效。專家亦建議盡早介入長者的健康狀況，可從身邊的長者入手，先進行簡單的肌肉功能評估（例如：手握力或椅子坐站測試），如有需要，可進行詳細的身體成分檢查。

參考資料:

- Gao Q, Mei F, Shang Y, et al. Global prevalence of sarcopenic obesity in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Clin Nutr.* Jul 2021;40(7):4633-4641. doi:10.1016/j.clnu.2021.06.009
- Luo Y, Wang Y, Tang S, et al. Prevalence of sarcopenic obesity in the older non-hospitalized population: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatr.* Apr 22 2024;24(1):357. doi:10.1186/s12877-024-04952-z
- Donini LM, Busetto L, Bischoff SC, et al. Definition and Diagnostic Criteria for Sarcopenic Obesity: ESPEN and EASO Consensus Statement. *Obes Facts.* 2022;15(3):321-335. doi:10.1159/000521241
- Chen TP, Kao HH, Ogawa W, et al. The Asia-Oceania consensus: Definitions and diagnostic criteria for sarcopenic obesity. *Obes Res Clin Pract.* May-Jun 2025;19(3):185-192. doi:10.1016/j.orcp.2025.05.001
- WHO. Mental health. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response>
- Hamer M, Batty GD, Kivimaki M. Sarcopenic obesity and risk of new onset depressive symptoms in older adults: English Longitudinal Study of Ageing. *Int J Obes (Lond).* Dec 2015;39(12):1717-20. doi:10.1038/ijo.2015.124
- Pilati I, Slee A, Frost R. Sarcopenic Obesity and Depression: A Systematic Review. *J Frailty Aging.* 2022;11(1):51-58. doi:10.14283/jfa.2021.39
- Ye C, Chen G, Huang W, Liu Y. Association between skeletal muscle mass to visceral fat area ratio and depression: A cross-sectional study based on the National Health and Nutrition Examination Survey. *J Affect Disord.* Mar 1 2025;372:314-323. doi:10.1016/j.jad.2024.12.041
- Fonfria-Vivas R, Perez-Ros P, Barrachina-Igual J, Pablos-Monzo A, Martinez-Arnau FM. Assessing quality of life with SarQol is useful in screening for sarcopenia and sarcopenic obesity in older women. *Aging Clin Exp Res.* Oct 2023;35(10):2069-2079. doi:10.1007/s40520-023-02488-7
- Osugi Y, Imai A, Kurihara T, Kishigami K, Higashida K, Sanada K. Interaction Between Sarcopenic Obesity and Nonlocomotive Physical Activity on the Risk of Depressive Symptoms in Community-Dwelling Older Adult Japanese Women. *J Aging Phys Act.* Aug 1 2023;31(4):541-547. doi:10.1123/japa.2022-0142
- Bao W, Sun Y, Zhang T, et al. Exercise Programs for Muscle Mass, Muscle Strength and Physical Performance in Older Adults with Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Aging Dis.* Jul 2020;11(4):863-873. doi:10.14336/AD.2019.1012
- Escriche-Escuder A, Fuentes-Abolafio IJ, Roldan-Jimenez C, Cuesta-Vargas AI. Effects of exercise on muscle mass, strength, and physical performance in older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis according to the EWGSOP criteria. *Exp Gerontol.* Aug 2021;151:111420. doi:10.1016/j.exger.2021.111420
- Lu L, Mao L, Feng Y, Ainsworth BE, Liu Y, Chen N. Effects of different exercise training modes on muscle strength and physical performance in older people with sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatr.* Dec 15 2021;21(1):708. doi:10.1186/s12877-021-02642-8
- Zhang Y, Zou L, Chen ST, et al. Effects and Moderators of Exercise on Sarcopenic Components in Sarcopenic Elderly: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Med (Lausanne).* 2021;8:649748. doi:10.3389/fmed.2021.649748
- Liguori G. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription: Exercise Prescription for Healthy Populations with Special Considerations: Older Adults. 11th ed. Wolters Kluwer; 2021.
- Lopes JSS, Machado AF, Micheletti JK, de Almeida AC, Cavina AP, Pastre CM. Effects of training with elastic resistance versus conventional resistance on muscular strength: A systematic review and meta-analysis. *SAGE Open Med.* 2019;7:2050312119831116. doi:10.1177/2050312119831116
- Chen N, He X, Feng Y, Ainsworth BE, Liu Y. Effects of resistance training in healthy older people with sarcopenia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur Rev Aging Phys Act.* Nov 11 2021;18(1):23. doi:10.1186/s11556-021-00277-7
- Lee YH, Lee PH, Lin LF, Liao CD, Liou TH, Huang SW. Effects of progressive elastic band resistance exercise for aged osteosarcopenic adiposity women. *Exp Gerontol.* May 2021;147:111272. doi:10.1016/j.exger.2021.111272
- Seo MW, Jung SW, Kim SW, Lee JM, Jung HC, Song JK. Effects of 16 Weeks of Resistance Training on Muscle Quality and Muscle Growth Factors in Older Adult Women with Sarcopenia: A Randomized Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health.* Jun 23 2021;18(13)doi:10.3390/ijerph18136762
- Banitalebi E, Ghahfarrokhi MM, Dehghan M. Effect of 12-weeks elastic band resistance training on MyomiRs and osteoporosis markers in elderly women with Osteosarcopenic obesity: a randomized controlled trial. *BMC Geriatr.* Jul 20 2021;21(1):433. doi:10.1186/s12877-021-02374-9

參考資料：

- Valdes-Badilla P, Guzman-Munoz E, Hernandez-Martinez J, et al. Effectiveness of elastic band training and group-based dance on physical-functional performance in older women with sarcopenia: a pilot study. *BMC Public Health*. Oct 27 2023;23(1):2113. doi:10.1186/s12889-023-17014-7
- Chang MC, Lee AY, Kwak S, Kwak SG. Effect of Resistance Exercise on Depression in Mild Alzheimer Disease Patients With Sarcopenia. *Am J Geriatr Psychiatry*. May 2020;28(5):587-589. doi:10.1016/j.jagp.2019.07.013
- Li A, Sun Y, Li M, Wang D, Ma X. Effects of elastic band resistance training on the physical and mental health of elderly individuals: A mixed methods systematic review. *PLoS One*. 2024;19(5):e0303372. doi:10.1371/journal.pone.0303372
- Bieler T, Magnusson SP, Kjaer M, Eriksen CS. Low adherence to prescribed time under tension in elastic band resistance training in older adults. An observational study. *J Bodyw Mov Ther*. Oct 2024;40:1181-1188. doi:10.1016/j.jbmt.2024.07.004
- Liao CD, Tsauo JY, Huang SW, Ku JW, Hsiao DJ, Liou TH. Effects of elastic band exercise on lean mass and physical capacity in older women with sarcopenic obesity: A randomized controlled trial. *Sci Rep*. Feb 2 2018;8(1):2317. doi:10.1038/s41598-018-20677-7
- Liao CD, Tsauo JY, Lin LF, et al. Effects of elastic resistance exercise on body composition and physical capacity in older women with sarcopenic obesity: A CONSORT-compliant prospective randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*. Jun 2017;96(23):e7115. doi:10.1097/MD.00000000000007115

穿戴式科技對普羅大眾體能活動及 游泳運動員表現的助益初探

郭韻茹 博士

香港理工大學香港專上學院兼職講師

香港浸會大學國際學院兼職講師

要點:

- 穿戴式科技提供游泳即時數據回饋，提升訓練效率與技巧。
- 穿戴式科技亦能協助普羅大眾作健康監控並激發持續運動動機。
- 智能泳鏡準確可靠，能促進游泳技術的提升及健康管理。

穿戴式科技指的是能夠佩戴或貼附在使用者身上的裝置。隨著科技日益進步，此類裝置可與智能手機或平板電腦連結，提供即時資訊與回饋給使用者及教練等相關人士。常見的穿戴裝置包括智能手錶、心率胸帶/臂帶（heart rate monitors）、運動背心等。根據美國運動醫學學院（American College of Sports Medicine, ACSM）2025年全球體適能趨勢調查報告，穿戴式科技連續第二年成為體適能領域的首要趨勢。該報告指出，穿戴設備憑藉不斷增強的功能與精確的數據追蹤能力，已成為專業健身人士及運動愛好者提升健康管理與運動表現的關鍵工具¹。

經過多年研發，穿戴式科技亦廣泛應用於水上運動。這些具備防水功能的科技工具對普羅大眾了解自身及提升游泳表現具有重要意義。游泳者可佩戴專為水中設計的智能手環、游泳眼鏡或心率監測器，即時獲得距離、划水次數、速度、心率等多項數據，從而更精準掌握訓練成果與進步狀況。

1. 即時數據反饋提升訓練效率

穿戴式游泳裝置能實時提供游泳節奏、技術細節及身體狀態的回饋，幫助游泳者在水中或訓練後檢視表現。此類即時回饋有助游泳者針對性調整划水技巧與呼吸節奏，提高游泳效率，減少能量消耗。例如，智能游泳眼鏡可同步顯示划水次數與每圈時間，使游泳者能即刻掌握節奏，提升訓練成效。

這些裝置主要透過配戴於泳者身上的感測器（如加速度計、慣性感測器等）結合專門演算法，實現動作的即時監測。裝置可精準量測划手次數、划水頻率、圈數及心率，甚至分析動作流暢度及效率等關鍵指標，並直接向使用者反饋該次運動表現。

多數裝置能透過藍牙傳輸數據至池邊教練設備或用戶手機程式，提供聲音或視覺回饋，協助游泳者調整節奏與技巧。例如，有些裝置設計配戴於後腦位置，避免影響划水動作或增加水阻。部分裝置結合骨傳導耳機，於水中語音報告游泳速度、圈數及手頻數據，實現即時優化訓練效果。...

研究證實穿戴式感測器對不同游泳動作的辨識準確率高達90%以上，且即時回饋能顯著提升技術訓練的效率與效果。部分高階裝置可佩戴於腰部，量測游泳速度、划水節奏、力量及距離等參數^{2,3,4}，使游泳者和教練獲取更細緻全面的技術數據，進一步優化訓練計劃。



來源：Google Gemini生成圖像

2. 強化個人健康監控與動機

穿戴式科技也能監測心率、消耗熱量及疲勞指標，有助使用者評估身體狀態與恢復情況，降低受傷風險。對非競技性游泳愛好者或一般使用者而言，這些數據使其更清晰了解運動負荷，有助建立持續運動的習慣與動機，提升健康水平和自我效能。

穿戴式科技在強化個人健康監控與提升運動動機方面具有顯著成效。研究顯示，穿戴式裝置不僅能提供心率、運動量等即時生理數據，使用者可透過這些具體數據清楚了解自身健康狀況，提升自我監控能力，進而促進積極健康行為的養成^{5,6}。此外，系統性回顧的研究指出，穿戴裝置的使用能提升運動依從性（exercise adherence）及持續參與體力活動的意願。這些裝置透過實時提醒、目標設定和反饋機制，引發使用者的內在動機和承諾感，使鍛鍊行為更易持久⁷。資訊透明化與目標具體化是促進持續運動的關鍵因素⁸；若結合個人化行為介入（如動機性訪談或定期訊息回饋），則能進一步強化鍛鍊承諾並促進行為改變。

簡言之，穿戴式科技不只是監測健康的工具，更為使用者創造了一種動態及個性化的健康管理體驗，透過即時數據和行為回饋強化健康監控同時激發持久的運動動機，有助提升整體健康與生活品質。因此穿戴式科技的普及，並不是只應用在運動員身上，對普羅大眾去維持運動的動機及習慣亦有正面之效^{9,10}。

3. 智能泳鏡

在游泳運動中，智能泳鏡等穿戴式科技的效度已有科學研究支持。一項研究比較智能泳鏡與專業錄影分析（video analysis）數據，顯示該泳鏡對泳池圈數時間、總圈數、划水速率及泳姿辨識等指標準確率極高，其中泳池圈數識別達99.8%、泳姿辨識正確率高達99.7%。研究同時報告此泳鏡的信度良好，代表不同測試日具高度一致性¹¹。與市面上其他手腕或頭戴式穿戴裝置比較，智能泳鏡在泳姿辨識及技術數據監控方面表現更優異，尤其在自由式和蛙泳等主流泳姿均有準確的辨識能力。

智能泳鏡還具備特別顯示功能，能在戴泳鏡的游泳者視野中即時顯示速度、配速、距離、熱量消耗等多項訓練數據，非常方便使用者即時收到回饋。此外，該泳鏡配合專屬手機應用程式同步數據與訓練分析，持續追蹤數據有助教練和游泳者系統性優化技術參數，提升游泳技能及賽事策略制定。近期版本更內建心率監測器，心率測量準確率達97%，對使用者提供重要參考。



來源：FORM Athletica Inc. (Vancouver, Canada)

4. 結語

總體而言，穿戴式游泳技術即時回饋裝置依靠先進感測器及智能演算法，實現對游泳動作的即時且精準監控，為普羅大眾帶來更客觀、量化及個人化的訓練與健康監測體驗。這些技術不僅提升個人自我認知與運動管理能力，也為運動員訓練效果的科學評估提供強有力的支援，協助游泳者及教練掌握並優化游泳技術。未來在普及游泳健康與提升整體游泳運動水平方面，穿戴式科技將扮演更重要的推動角色。

免責聲明

筆者沒有任何潛在的利益衝突。

參考資料：

1. A'Naja, M. N., Batrakoulis, A., Camhi, S. M., McAvoy, C., Sansone, J. S., & Reed, R. (2024). 2025 ACSM worldwide fitness trends: future directions of the health and fitness industry. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 28(6), 11-25.
2. Morais, J. E., Oliveira, J. P., Sampaio, T., & Barbosa, T. M. (2022). Wearables in swimming for real-time feedback: A systematic review. *Sensors*, 22(10), 3677.
3. Lopes, T. J., Sampaio, T., Oliveira, J. P., Pinto, M. P., Marinho, D. A., & Morais, J. E. (2023). Using wearables to monitor swimmers' propulsive force to get real-time feedback and understand its relationship to swimming velocity. *Applied Sciences*, 13(6), 4027. (10)
4. Magalhaes, F. A. D., Vannozzi, G., Gatta, G., & Fantozzi, S. (2015). Wearable inertial sensors in swimming motion analysis: A systematic review. *Journal of sports sciences*, 33(7), 732-745. (11)
5. Rha, J. Y., Nam, Y., Ahn, S. Y., Kim, J., Chang, Y., Jang, J., ... & Choo, H. (2022). What drives the use of wearable healthcare devices? A cross-country comparison between the US and Korea. *Digital Health*, 8, 20552076221120319.
6. Kang, H. S., & Exworthy, M. (2022). Wearing the future—wearables to empower users to take greater responsibility for their health and care: scoping review. *JMIR mHealth and uHealth*, 10(7), e35684.
7. Alam, S., Zhang, M., Harris, K., Fletcher, L. M., & Reneker, J. C. (2023). The impact of consumer wearable devices on physical activity and adherence to physical activity in patients with cardiovascular disease: a systematic review of systematic reviews and meta-analyses. *Telemedicine and e-Health*, 29(7), 986-1000. (4)
8. Ho, C. F., Lin, Y. S., Lin, C. T., Yang, C. C., & Shen, C. C. (2022). The effect of the motivation of wearable fitness devices use on exercise engagement: the mediating effect of exercise commitment. *Annals of Applied Sport Science*, 10(2), 0-0. (3)
9. Kononova, A., Li, L., Kamp, K., Bowen, M., Rikard, R. V., Cotten, S., & Peng, W. (2019). The use of wearable activity trackers among older adults: focus group study of tracker perceptions, motivators, and barriers in the maintenance stage of behavior change. *JMIR mHealth and uHealth*, 7(4), e9832.
10. Shei, R. J., Holder, I. G., Oumsang, A. S., Paris, B. A., & Paris, H. L. (2022). Wearable activity trackers—advanced technology or advanced marketing?. *European journal of applied physiology*, 122(9), 1975-1990.
11. Eisenhardt, D., Kits, A., Madeleine, P., Samani, A., Clarke, D. C., & Kristiansen, M. (2023). Augmented-reality swim goggles accurately and reliably measure swim performance metrics in recreational swimmers. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 1188102.

《跳高測試大躍進？輕輕跳出過千數據？》

何卓諺 先生

香港中文大學體育運動科學系博士研究生

美國國家肌力與體能協會 (NSCA) 認證肌力與體能訓練專家

要點：

- 通過測力板，我們可以追蹤立定跳高時垂直力與重心速度的變化，並分階段分析數據。
- 除了傳統的體適能指標，立定跳高測試可以提供客觀力學指標，輔助監測訓練或復康進度。
- 商用測力板日趨普及，跨學科學習與合作對體適能領域專業化發展尤為重要。

跳，是人類與生俱來的移動技能之一。根據香港警務處入職體能測試網頁，立定跳高是一項腿力的測驗，對應健康體適能 (health-related fitness) 之中的肌力指標。常見的立定跳高測試透過牆上的刻度或摸高架 (Vertec device) 將測試者觸及的最高點減去其立定高度，以得出立定跳高的成績。立定跳高同時是NBA選秀測試會 (draft combine) 的測試項目之一。聰明的讀者們，你們又能聯想到哪些與立定跳高測試相關的競技體適能 (skill-related fitness) 指標？這裡先賣個關子，讀者可先寫下心中的答案，我們容後揭盅。

什麼是測力板？

筆者參考了NBA Draft Combine的跳高測試生成了以下圖像：橙色牙刷狀的是常見的摸高架，而地上兩塊長方形狀的就是本文的主角——測力板 (force platforms)。顧名思義，測力板如電子磅一樣可以測量其承受的力量 (一般是體重)，但比電子磅厲害的地方是它的採樣率 (sampling rate) 高達1000赫茲 (Hertz)，即每秒能採集1000個數據點。相比之下，電子磅或摸高架每次只能收集單一數據點，為運動員、體適能測試員或運動專項教練提供的數據量相當有限。部分測力板更能提供水平面 (前後左右) 的摩擦力數據，可見其於動態動作測試的潛力。

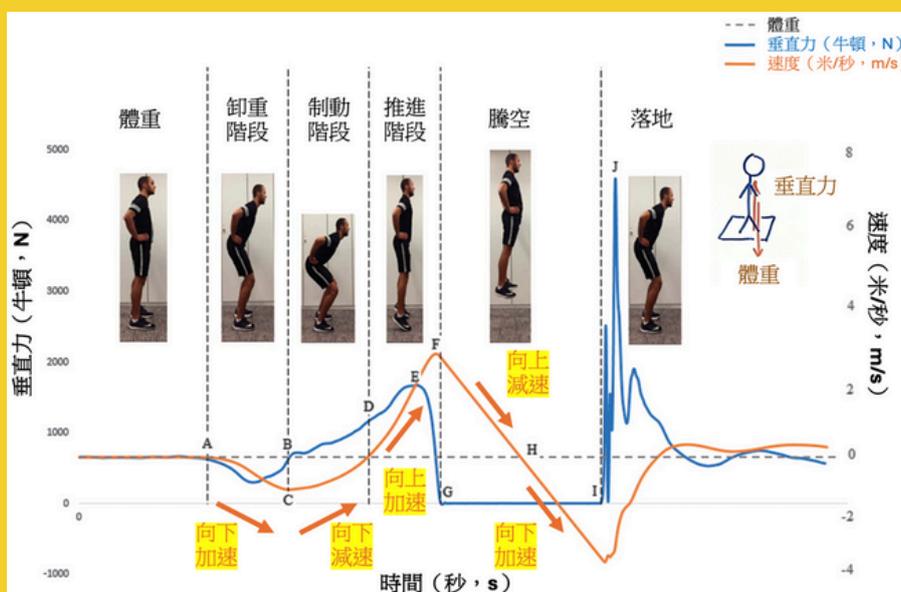


來源：Perplexity生成圖像

跳躍階段、垂直力和速度

運動員在測力板上進行立定跳高測試，過程中的垂直力數據點可以連成一條曲線（下圖藍線），或進一步透過電腦程式運算出速度曲線（下圖橙線）。相對單一數據點，這些曲線容許我們將跳躍動作分成不同階段（phases）分析，以下讓我們一邊重溫牛頓力學知識，一邊解讀這些曲線：

- 「動者恆動，靜者恆靜」：根據牛頓第一定律，靜止站立的時候，作用在身上的體重和垂直力互相抵銷，因此力量曲線最左邊的部分直接反映運動員的體重（bodyweight）。
- 根據牛頓第二定律，淨力（net force）與加速度（acceleration）而且方向相同。在卸重階段（unweighing phase），垂直力小於體重，因此重心向下加速，情況有如升降機往下起動時身體輕飄飄的感覺。
- 在制動階段（braking phase），下肢肌肉離心收縮（eccentric contraction）抵抗身體下跌，此時垂直力大於體重，因此重心下跌速度持續減少直至在最低點瞬間靜止，情況有如下行的升降機減速時身體沉甸甸的感覺。
- 在推進階段（propulsive phase）下肢肌肉向心收縮（concentric contraction），重心向上加速，垂直力持續大於體重，情況有如升降機往上起動時身體沉甸甸的感覺。
- 值得注意的是制動至推進階段的轉換與立定跳高的表現密切：下蹲時離心收縮拉伸下肢肌肉並儲存彈性能量；隨後快速向上的向心收縮釋放這些能量，結合反射性神經激活，顯著增強跳躍高度和力量。我們可以透過力學數據反映牽張收縮循環（stretch-shortening cycle, SSC）這生理機制的效能。
- 若運動員制動至推進階段的轉換過慢，上述的彈性能量會消散為熱能，而反射性神經激活的效率也會隨時間下降，大大影響跳躍表現。
- 在騰空階段，垂直力歸零，重心呈拋物運動，先向上減速再向下加速，直至落地。



來源：改編自Chavda等人（2018）[1]

普及化、精英化、專業化？

隨著科技進步和製作成本下跌，測力板不再是大學實驗室的獨有設施，不少本地球隊、健身中心甚至物理治療中心都備有商用測力板，可供運動員進行不同測試，而且配備快捷易用的數據分析程式，跳躍結束後數十秒就可呈現各項力學數據。回應文首，配合測力板的數據，立定跳高測試可以反映以下競技體適能指標：

- 爆發力 (Power)：垂直力乘以速度可以得出機械功率 (mechanical power)，反映爆發力
- 平衡 (Balance)：雙側測力板可以偵測雙腳發力不平均的情況，反映動態平衡
- 協調 (Coordination)：摸高測試需要考驗手腳伸展的時機配合，我們可以透過比對擺手和叉腰立定跳高反映擺手跳躍動作的協調性。

通過持續的數據收集，立定跳高測試能更省時地監測運動員的訓練進度或神經肌肉疲勞，方便教練準確調整訓練計劃，提高運動訓練效能。從運動復康的角度，測力板同樣可以追蹤運動員的復康進度，尤其是雙側對稱性，為運動醫學團隊判斷運動員復出時機提供寶貴的數據。今年初，在NBA球員工會的推動下，NBA聯盟會陸續於30支球隊設立生物力學實驗室，旨在透過恆常評估球員的動作模式以減低受傷機率，而測力板正是眾多儀器之中的重要一員[2]。運動科技日新月異，跨學科學習與合作亦日趨重要，筆者希望透過輕鬆分享運動生物力學知識與諸位體適能同好連結，為相關領域專業化共同努力！



來源：香港中文大學傳訊及公共關係處



參考資料：

1. Chavda, S., Bromley, T., Jarvis, P., Williams, S., Bishop, C., Turner, A. N., ... & Mundy, P. D. (2018). Force-time characteristics of the countermovement jump: Analyzing the curve in Excel. *Strength & Conditioning Journal*, 40(2), 67-77.
2. Lemire, J. (2025, Jan 8). NBA launching league-wide biomechanics program. *Sports Business Journal*. <https://www.sportsbusinessjournal.com/Articles/2025/01/08/nba-biomechanics-program/>