

編輯委員會成員

主編：魏開義先生
委員：陳嘉威博士
周碧珠教授
黎培榮先生 MH
李本利先生
林伏波博士
陸子聰博士
吳兆權博士
潘梓竣博士
蕭明輝博士
孫風華博士
王香生教授
黃雅君博士

編者的話

生命在於運動，人們對健康體適能的追求，從體力活動、體能、身體素質、體適能…等，對人體參與運動鍛煉有着不同的解讀和名稱，今期嘗試以身體素養與健康茁壯成長為主題，給讀者們從另一角度探索從事身體鍛煉的源流和含意。研究報告包括：身體素養在香港的現狀與展望；身體素養與學校體育；和探討不同運動狀態下語音特徵的變化規律等，是另一番的體會。

感謝定期閱讀

魏開義 謹啟

身體素養在香港的現狀與展望

沈劍威教授
中國香港體適能總會主席 香港中文大學教育學院副院長（本科課程）香港中文大學體育運動科學系副教授兼課程主任
李明慧博士
香港中文大學體育運動科學系副研究員
蔡紹明博士
香港中文大學體育部副講師
黃炎小姐
香港中文大學體育運動科學系博士候選人
馬睿思先生
香港中文大學體育運動科學系博士生

摘要

本文首先簡介何謂身體素養及回顧其在國際社會的發展現狀，通過介紹身體素養的概念、起源、哲學基礎與要素，闡述身體素養已逐漸成為國際體育界具有重大影響的理念。本文會詳細介紹身體素養在香港的現況與實踐進展，並將體育教育現狀與身體素養發展相結合，概述其延伸至公共衛生領域中遇到的挑戰。最後，簡略以中國傳統的哲學觀點看西方的身體素養概念，闡釋身體素養正是隱而無形地植根於香港地區的中國文化之中。

前言

身體素養 (physical literacy) 這一概念最初於 1884 年由美國陸軍工程兵團的工程師提出^[1]。1938 年，《健康與體育雜誌》對其進一步解釋並闡明這一概念，表明公立學校應肩負起培養學生身體素養和心理素養的責任，這是該術語首次出現在教育研究文獻中 (National Physical



Photo by Kenny Eliason on Unsplash

Education Service of the National Recreation Association, 1938)。從哲學和教育的角度來看，我們經常使用以作描述具身維度的相關術語包括體力活動、強壯、體能、身體機能和體育教育等。但是，這些術語都用作把身體作為運動與體力勞動的載體，從而引起身體和心理二元論的誤解，並忽視個人的內在能力^[2]。因此，Whitehead (2001) 基於一元論的哲學觀對身體素養概念展開了一場辯論，此後，身體素養這一概念再次在學術界引

起了廣泛關注，受到了全世界研究人員的擁護並得到了快速發展^[3]。對於個人而言，身體素養可以廣泛被描述為重視並承擔終身參與體力活動之責任的動機、信心、身體能力及知識與理解^[4]。身體素養的內涵包括身體、認知和情感領域，可以表述為一個隨著成長所塑造、形成的狀態、性格或態度。也可以說，不論年齡的大小和身材稟賦的高低，身體素養均與每個個體都息息相關。

身體素養的研究主要集中於適齡兒童與青少年，這是因為培養年輕人的身體素養至關重要，且關乎到他們未來會否保持參與體力活動^[4]。英格蘭、威爾士和加拿大是早期採用身體素養作為指導概念及制定並為實施相關政策的國家，其年輕一代的身體素養，因此得到了顯著的提升（例如：英格蘭的頂級運動力（Top Sportsability 計劃、威爾士的基礎階段（Foundation Phase）課程和加拿大的生命護照 Passport for Life）專案^[5]。隨著 2014 年國際身體素養協會的成立，身體素養已成為全球體育教育和體育休閒領域的焦點，也有越來越多的國家和地區（如香港）積極參與身體素養的推廣活動。

因此，本文將探討近年來身體素養在香港的發展。文章還將探討身體素養的影響力延伸到香港公共衛生領域的過程中遇到的挑戰。

香港身體素養的發展

以往在香港，身體素養「這一術語很少在教育體系或體育教育課程中使用。與其他國家一樣，

素養一詞在香港被狹義地定義為讀、寫和計算等能力，僅在語言、數學等科目中廣泛使用。2015 年，香港體育老師通過一項持續的專業發展計劃首先接觸到身體素養的概念。此後，大學開展了具規模的研究活動，社區、大學、中學和小學也都相繼組織了身體素養的實踐活動。儘管 Cairney 等人（2019）構建了一個循證概念模型，引證體力活動對健康與福祉產生的積極作用引起了廣泛的社會關注但與此形成劇烈反差的是，在體育教育中提倡身體素養還沒有引起香港相關領域的重視（如公共衛生領域）^[6]。

為了應對全球趨勢，Sum 等人（2016）構建並驗證了身體素養感知量表 Perceived Physical Literacy Instrument），供中小學體育教師使用，並強調身體素養在指導學生參與體力活動中的重要性^[7]。經過進一步驗證，該工具也可應用於青少年人群^[8]。並且，Sum 等人 2018 使用經過驗證的身體素養感知量表來調查身體素養的自我感知，及中小學體育教師的自我效能感，並發現它們是體育教育中的主要決定因素，影響著學生的身體素養^[8]。

身體素養的感知在青少年中得到了進一步驗證^[8]。Choi 等人（2018）指出，香港中學生的自感身體素養與身體活動水平之間存在著正相關關係^[8]。此外，Li 等人（2019）還提出，實踐身體素養這一概念為訓練學生運動員時帶來了新的視角^[9]。

針對小學生，研究人員翻譯並

採用了中文版的《加拿大體育素養評估 2》（CAPL 2 來衡量他們的實際身體素養水準。與此同時，中國香港體適能總會於 2019 年成功舉辦了兒童身體素養測試領袖證書課程，以培訓合格的兒童身體素養測試領袖^[10]。近期的一項研究發現，通過使用身體素養感知量表和加拿大體育素養評估-2，兒童的自感身體素養和實際身體素養水平之間存在顯著的關聯^[11]。在一項大學生體育教育干預措施中也採用了身體素養感知量表。而身體素養所蘊含的身體領域在往後的研究亦應受到重視^[12]。

為加強大中華地區身體素養概念、實施計劃和評估工作的發展，在國際身體素養協會的支援下，大中華區身體素養研討會於 2019 年 12 月在香港中文大學舉行。此次會議邀請了來自中國大陸、香港、澳門以及臺灣的 19 名研究人員進行了主題演講、口頭報告和圓桌討論，出席嘉賓共計有 66 人。研討會還設置了學校參觀，參會者訪問了一所香港小學設有旨在提高身體素養水準的活躍教室。此外，也開設了兩個針對香港身體素養的研究工作坊：中國小學生身體素養能力測試（介紹了《加拿大體育素養評估-2》及其在香港的應用）以及於大學必修體育課中，應用競技運動教育模式及相關教學法的流程和操作。此次會議參會者就身體素養的概念及其操作和實施，在兩岸四地的發展狀況進行了深入的交流，對身體素養發展中遇到的難題與未來的發展方向也做了探討，並致力於為區域內的身體素養教育提供資

訊、指導以及方案的制定。

以上對香港身體素養發展的描述主要集中在學校和體育教育方法上。參照運動員長期發展（Long Term Athletic Development, LTAD）模型，在運動員體制中身體素養沒有得到明顯的發展或提高^[13]。然而，身體素養的提高不僅與學校相關，也是一個人一生努力的結果^[2]。對於其他年齡組或有特殊需要的人群（例如：老年、殘疾）來說，發展身體素養不僅有價值，更是必要的，這樣才有助於促進人類的茁壯成長^[4]。

香港身體素養的研究展望

體育教育是否會被身體素養這個名字所取代，這可能會使體育教育者感到困惑。他們主要的擔憂是傳統的體育教育會否導致身體活動水準和身體素質的明顯下降^[14]。實際上，在 1920 世紀期間，體育教育（Physical 由專門研究健康和運動的醫生（主導，這表明體力活動和定期鍛煉對公共衛生更為重要^[15]。從歷史角度來看，體力活動一直是預防醫學、慢性病等公共衛生領域的熱點話題。隨著有氧運動、騎自行車和跑步等生活方式的興起，人們對體力活動甚至身體素養在健康方面的作用重新產生了興趣。儘管目前的研究證明了體力活動對健康的重要性（Centers for Disease Control and Prevention 2010），以及身體素養與身體活動水平息息相關，迄今為止身體素養這一公共衛生領域的決定性因素仍未列入香港的公共衛生議程^[8]。



Photo by Kenny Eliason on Unsplash

身體素養這一概念應向開展及研究與兒童早期發育有關的專家，照顧殘疾人和老人的護理人士，以及醫療專業人士作推廣^[4]。這樣做十分合理，因為身體素養這一概念有在公共衛生領域發展的潛能。自從 Cairney 等人（2019）提出了「以循證為基礎的身體素養、體力活動和健康概念模型」，相比於將身體素養定位為健康決定因素，其在促進積極的健康行為方面起著更大的作用^[6]。

關於身體素養的推廣和政策，英格蘭、威爾士、加拿大（蒙特利爾）、加拿大（多倫多）、美國、紐西蘭和澳大利亞等七個地區對身體素養進行了定義，而以華人身體素養作出文化的定義也即將面世，這意味著身體素養的重要性正在向公眾傳播^[16]。與此相符，針對香港兒童和青少年的研究表明，客觀測量出的身體素養水平較低，這與過去十年的數據整合得出的兒童和青少年體育鍛煉參與情況的報告相一致^[17]。研究結果強烈建議將體育課程和身體素養正式納入公共衛生政策

措施。

沿著這條思路，布萊爾認為有證據表明，缺乏體力活動是 21 世紀最重要的公共衛生問題之一^[18]。在這方面，身體素養可以為政策制訂者和公共衛生研究人員提供一個途徑或另一種觀點，以探討身體素養對香港乃至世界各地的影響。Topping 等人（2019）指出，蘇格蘭政府正在努力發展健康校園^[19]。通過健康和幸福促進學習，以培養信心和理解力，從而發展心理、情感、社會和身體健康的課程（第 182 頁）目前正在蘇格蘭進行中。這種發展公共衛生的方法非常符合身體素養的哲學，也值得香港的公共衛生領域參考借鑒。

本文最後想指出，香港文化深深紮根於中國哲學，儘管沒有正式的課程和政策來促進身體素養的普及，但以儒家和道家的觀點，香港教育體制一直在含蓄地培育身體素養這一概念。孔子曰：“修身，齊家，治國，平天下”^[20]。孔子的這句話與發展身體素養不謀而合，這句話也得到廣泛教

授，並逐漸滲透於香港的學校系統之中。道家所講的「修養」（一種提高整體素養的方法）也是一個養護身心健康的概念，這一概念貫通中國文化，自然也包括香港在內^[11]。因此，香港人可以無形中對身體素養有所瞭解。本文以其他身體素養發達的國家或地區為參考，希望能夠為香港的政策制定者、教育者和研究人員提供參考，以幫助他們作出有見地、有見識、且因地制宜的具體判斷，從而促進身體素養的發展。

參考文獻

1. Dudley, D. (2018). Physical literacy: When the sum of the parts is greater than the whole. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 89(3), 7-8.
2. Whitehead, M. (2010). *Physical literacy: Throughout the Lifecourse* (1st ed.). London; New York: Routledge.
3. Whitehead, M. (2001). The concept of physical literacy. *European Journal of Physical Education*, 6(2), 127-138.
4. Whitehead, M. (2019). *Physical Literacy across the World*. UK: Routledge.
5. Farrey, T., & Isard, R. (2015). *Physical literacy in the United States: A model, strategic plan, and call to action*. Washington, DC: The Aspen Institute.
6. Cairney, J., Dudley, D., Kwan, M., Bulten, R., & Kriellaars, D. (2019). Physical literacy, physical activity and health: Toward an evidence-informed conceptual model. *Sports Medicine*, 49(3), 371-383.
7. Sum, R. K. W., Ha, A. S. C., Cheng, C. F., Chung, P. K., Yiu, K. T. C., Kuo, C. C., ... & Wang, F. J. (2016). Construction and validation of a perceived physical literacy instrument for physical education teachers. *PLoS One*, 11(5), e0155610.
8. Choi, S. M., Sum, R. K. W., Leung, E. F. L., & Ng, R. S. K. (2018). Relationship between perceived physical literacy and physical activity levels among Hong Kong adolescents. *PLoS One*, 13(8), e0203105.
9. Li, M. H., Sum, R. K. W., Wallhead, T., Ha, A. S. C., Sit, C. H. P., & Li, R. (2019). Influence of perceived physical literacy on coaching efficacy and leadership behavior: A cross-sectional study. *Journal of Sports Science & Medicine*, 18(1), 82.
10. Longmuir, P. E., Boyer, C., Lloyd, M., Yang, Y., Boiarskaia, E., Zhu, W., & Tremblay, M. S. (2015). The Canadian assessment of physical literacy: methods for children in grades 4 to 6 (8 to 12 years). *BMC Public Health*, 15(1), 1-11.
11. Li, M. H., Sum, R. K. W., Sit, C. H. P., Wong, S. H. S., & Ha, A. S. C. (2020). Associations between perceived and actual physical literacy level in Chinese primary school children. *BMC Public Health*, 20(1), 1-9.
12. Choi, S. M., Sum, K. W. R., Leung, F. L. E., Wallhead, T., Morgan, K., Milton, D., ... & Sit, H. P. C. (2021). Effect of sport education on students' perceived physical literacy, motivation, and physical activity levels in university required physical education: a cluster-randomized trial. *Higher Education*, 81(6), 1137-1155.
13. Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Faigenbaum, A. D., Howard, R., Croix, M. B. D. S., Williams, C. A., ... & Myer, G. D. (2015). Long-term athletic development-part 1: a pathway for all youth. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(5), 1439-1450.
14. Lounsbery, M. A., & McKenzie, T. L. (2015). Physically literate and physically educated: A rose by any other name? *Journal of Sport and Health Science*, 4(2), 139-144.
15. Berryman, J. W. (2010).

- Exercise is medicine: a historical perspective. *Current Sports Medicine Reports*, 9(4), 195-201.
16. Li, M. H., Whitehead, M., Green, N., Ren, H., Cheng, C. F., Lin, L. L. C., Lin, C. P., Liu, Y., Wen, X., Lei, S. M., Li, H., Shy, D. Y., Tang, Y., Choi, S. M., Huang, Y., Ma, R., Wang, F. J., Chen, S. Sum, R. K. W. (in press). Operationally defining physical literacy in Chinese culture: Results of a meta-narrative synthesis and the panel's recommendations. *Journal of Exercise Science & Fitness*.
17. Huang, W. Y., Wong, S. H., Sit, C. H., Wong, M. C., Sum, R. K., Wong, S. W., & Jane, J. Y. (2019). Results from the Hong Kong's 2018 report card on physical activity for children and youth. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 17(1), 14-19.
18. Blair, S. N. (2009). Physical inactivity: The biggest public health problem of the 21st century. *British Journal of Sports Medicine*, 43(1), 1-2.
19. Topping, C., Kopela, J., Gibson, I., & Whitelaw, S. (2019). Physical and food literacy: A holistic approach to public health in Scotland. In *Physical Literacy across the World* (pp. 181-199). Routledge.
20. Shen, V. (2014). Wisdom and hermeneutics of poetry in classical Confucianism. In *Dao Companion to Classical Confucian Philosophy* (pp. 245-262). Springer, Dordrecht.
21. Centers for Disease Control and Prevention. (2014). State indicator report on physical activity. Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services.
22. Sum, K. W. R., Wallhead, T., Ha, S. C. A., & Sit, H. P. C. (2018). Effects of physical education continuing professional development on teachers' physical literacy and self-efficacy and students' learning outcomes. *International Journal of Educational Research*, 88, 1-8.
23. Sum, R. K. W., & Whitehead, M. (2021). Getting up close with Taoist: Chinese perspectives on physical literacy. *Prospects*, 50(1), 141-150.

身體素養與學校體育

摘要

近年來，身體素養的議題在國際上受到高度的關注，其基礎哲學立場與終身旅程的觀點，對於挑戰日趨嚴峻的學校體育課程與教學的價值與意義，提供一個新的契機。本文通過介紹身體素養的概念與要素，闡述身體素養已逐漸成為香港學校體育課程具有重大影響的理念。本文詳細介紹了身體素養在香港的教育領域的實踐進展，並

將學校體育現狀與身體素養發展相結合，概述其現狀以及啟示。

前言

根據 Whitehead 的定義，身體素養是指個體能具備動機、信心、身體活動能力、知識和理解，致力於重視與承擔終身體力活動旅程的責任^[1]。此定義被各國家和組織所接納，例如國際體育科

蔡紹明博士
香港中文大學體育部副講師

李明慧博士
香港中文大學體育運動科學系副研究員

學和教育理事會在《體育教育的國際立場聲明》中指出身體素養是學校體育的結果，是兒童及青少年全能發展的基礎^[2]。聯合國教科文組織在《國際體育教育、體育活動和體育運動憲章》中修訂身體素養為其中一個參與體力活動的目的^[3]。美國修訂《K-12 國家體育教育標準》的目標是培養有知識、技能和信心，從而具備身體素養的個體^[4]。英國也制定《小學身體素養框架》並指出身體素養和體育與健康學科素養有四點相同之處^[5]：

- 一) 參與者要在體力活動中有積極的情感體驗；
- 二) 對參與者身體活動能力的培養；
- 三) 著重參與者對體力活動價值觀的培養及其重要性的認識；
- 四) 參與者體力活動行為習慣的培養，並將此作為健康生活方式的重要組成部分及視為個體促進社會進步的一種責任。

實際上，身體素養的哲學背景是協助設計學校體育課程的重要基礎。本文將闡述身體素養與學校體育，以及兩者在香港的發展現狀與啟示。



身體素養啟發香港小學體育

香港課程發展議會指出小學教育七大學習目標之一是建立健康的生活方式，培養對審美和體力活動的興趣和能力^[6]。這意味著身體素養對於獲得參與體力活動的動機、信心和身體活動能力具有一定的作用^[1]，但筆者必須指出的是，身體素養這一概念雖然隱含在香港課程相關政策中，但尚未得到充分重視，故此身體素養的發展迫在眉睫。

鑒於個人身體素養的早期發展已經對整個生命歷程中參與體力活動產生重要影響^[7]。因此，香港身體素養水平的評估主要在小學生中進行。《加拿大身體素養評估 - 第二版 (CAPL-2)》是首個有效及可靠多維度評估兒童身體素養實際水平的工具，此工具亦被香港研究團隊採用來評估小學生的水平^[8]。根據其水平分數的分佈，團隊發現幾乎所有的香港兒童 (98.8%) 都處於發展的初期或發展階段^[9]；同時，利用已驗證的自感身體素養問卷 (PPLI) 發現兒童的自感和實際身體素養及體力活動水平之間有顯著關係^[10, 11]。使用中文版的 CAPL-2 測試實際身體素養時，在日常行為領域中存在性別差異，男生的得分明顯高於女生。此研究結果與加拿大、希臘以及南非相比^[8, 12, 13]，香港兒童的水平似乎不盡如人意。政府應積極採取行動及制定課程政策，以便將身體素養這一概念正式納入學校體育。

身體素養引領香港中學體育的發展方向

香港中學體育課程缺乏發展身體素養的內容，更側重於動作和運動技能的學習，以及通過體力活動提高學生體適能的目的。教師應在課程中納入與運動相關的價值觀與態度、安全知識、運動知識、以及審美觀等學習目標^[6]。為了在中學體育教學中培養身體素養概念，PPLI 在青少年群組已進行驗證^[14]。雖然此問卷在信心、溝通和知識的特質上仍有限制，但結果顯示香港青少年的自感身體素養與體力活動水平之間呈正向關係^[15]。

為促進學校體育課程的改革，研究團隊開展了一項持續專業發展的隨機對照試驗。該計劃除了能發展體育老師的自我效能及身體素養，亦能提高學生的學習成果，例如動機、自信心、自我報告及客觀測量的體力活動水平^[16, 17]。此外，課程應令學生參加不同體育總會的課外活動。在沒有學校限制的情況下，學生可以更自由地選擇課餘體力活動。另一研究亦發現教練的訓練效能在香港中學生運動員自感身體素養與領導行為存在中介作用，教練亦可以將身體素養的概念融入訓練以提升運動員表現^[18]。

香港高等教育與身體素養的發展促進學生持續參與體力活動

遵從擴闊 PPLI 使用範圍的建議，該問卷可進一步應用於大學生群組，因為他們正從強制



性學校體育轉變為自主參與體力活動。在香港的高等體育教育中，體育課的設計是基於各院校的自主決策。其中三所大學提供師資培訓，只有一所需要學生通過兩個體育課作為畢業要求，讓他們的講師應用競技運動教育模式來促進身體素養的發展。一項經過十周的干預研究結果顯示在跟進階段時，干預組的自我報告體力活動水平比對照組有更顯著的進步，兩組在情感和社交領域都有所提高^[19, 20]。未來研究需要關注其他身體素養領域，並了解老師提供這種教學法的實踐視角^[21]。此研究也為其他院校提供借鑒，培養學生主動自發地參與終生運動及體力活動，令他們描繪個人身體素養歷程。

結合優質學校體育指引，師資培訓院校不僅應該在專業發展中強調身體素養，也應該在職前體育老師中強調此概念。師資培訓導師可以通過展示自感身體素養與教學效能之間的正向關係，持續強調身體素養的重要性，鼓勵職前體育老師反思他們過去的體力活動經驗，並在有監督的教學實習中運用相關教學方法^[22]。未來的研究方向也可以與記錄身體素養的實際方法相結合，以重申兩者之間的關係，例如使用質性研究方法來瞭解希望從事教育工

作的原因及在師資培訓課程的體驗。

結語

根據近期在世界各地及香港進行的研究，筆者建議將學校體育課程與身體素養結合起來。儘管教育局提出的課程指引以技能為導向，並不包含身體素養這一概念，但它提及了身體素養知識方面的內容以及終身體力活動的重要性。誠然，用務實的方法培養身體素養能夠提升學生體驗，未來的學校課程應加強以遊戲為主的課堂設計，也能讓學生更好地理解身體素養這一概念，特別是提高在情感領域的動機和信心；亦需確立休閒體力活動計劃的價值，這些計劃可提高小童及青少年的身體素養，鼓勵他們積極參與終生體力活動。

參考文獻

1. Whitehead ME. Physical Literacy across the World. London, England: Routledge; 2019.
2. International Council of Sport Science and Physical Education. International Position Statement on Physical Education. Berlin, Germany: International Council of Sport Science and Physical Education; 2010.
3. The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. International Charter of Physical Education,

Physical Activity and Sport. Paris, France: The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization; 2015.

4. SHAPE America. K-12 National Physical Education Standards. Annapolis Junction, MD: SHAPE America; 2016.
5. Youth Sport Trust. Primary School Physical Literacy Framework. Loughborough, England: Youth Sport Trust; 2013.
6. Curriculum Development Council. Physical Education: Key Learning Area Curriculum Guide (Primary 1 - Secondary 6). In: Council CD, editor. Hong Kong: Curriculum Development Council; 2017.
7. Cairney J, Clark H, Dudley D, Kriellaars D. Physical literacy in children and youth - a construct validation study. *Journal of Teaching in Physical Education*. 2019;38(2):84-90.
8. Longmuir PE, Boyer C, Lloyd M, Yang Y, Boiarskaia E, Zhu W, et al. The Canadian assessment of physical literacy: methods for children in grades 4 to 6 (8 to 12 years). *BMC Public Health*. 2015;15(1):767.
9. Li MH, Sum KWR, Tremblay M, Sit CHP, Ha ASC, Wong SHS. Cross-validation of the Canadian assessment

- of physical literacy second edition (CAPL-2): The case of a Chinese population. *Journal of Sports Sciences*. 2020;38(24):2850-7.
10. Li MH, Sum KWR, Sit CHP, Wong SHS, Ha ASC. Associations between perceived and actual physical literacy level in Chinese primary school children. *BMC Public Health*. 2020;20(1):207.
 11. Li MH, Sum RKW, Sit CHP, Liu Y, Li R. Perceived and actual physical literacy and physical activity: a test of reverse pathway among Hong Kong children. *Journal of Exercise Science & Fitness*. 2021;19(3):171-7.
 12. Dania A, Kaioglou V, Venetsanou F. Validation of the Canadian assessment of physical literacy for Greek children: understanding assessment in response to culture and pedagogy. *European Physical Education Review*. 2020;26(4):909-19.
 13. Uys M, Grobler MN, Naidoo N, Tremblay MS, Lambert E, editors. Validation of key components of the Canadian assessment of physical literacy (CAPL) in 10 year-old South African children. *Journal of Physical Activity and Health*. 2014;14:S205-6.
 14. Sum KWR, Cheng CF, Wallhead T, Kuo CC, Wang FJ, Choi SM. Perceived physical literacy instrument for adolescents: a further validation of PPLI. *Journal of Exercise Science & Fitness*. 2018;16(1):26-31.
 15. Choi SM, Sum KWR, Leung EFL, Ng RSK. Relationship between perceived physical literacy and physical activity levels among Hong Kong adolescents. *PLOS ONE*. 2018;13(8):e0203105.
 16. Sum KWR, Wallhead T, Ha SC, Sit HPC. Effects of physical education continuing professional development on teachers' physical literacy and self-efficacy and students' learning outcomes. *International Journal of Educational Research*. 2018;88:1-8.
 17. Sum RK, Wallhead T, Wang FJ, Choi SM, Li MH, Liu Y. Effects of teachers' participation in continuing professional development on students' perceived physical literacy, motivation and enjoyment of physical activity. *Revista de Psicodidáctica*. In press.
 18. Li MH, Sum KWR, Wallhead T, Ha ASC, Sit CHP, Li R. Influence of perceived physical literacy on coaching efficacy and leadership behavior: a cross-sectional study. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2019;18(1):82-90.
 19. Choi SM, Sum KWR, Leung FLE, Wallhead T, Morgan K, Milton D, et al. Effect of sport education on students' perceived physical literacy, motivation, and physical activity levels in university required physical education: a cluster-randomized trial. *Higher Education*. 2021;81(6):1137-55.
 20. Choi SM, Sum KWR, Leung FLE, Ha SCA, Sit C, Yeung KH. Predictors of physical activity levels in university physical education implementing sport education. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2021;20(3):516-24.
 21. Choi SM, Sum KWR, Wallhead TL, Leung FLE, Ha SCA, Sit HPC. Operationalizing physical literacy through sport education in a university physical education program. *Physical Education and Sport Pedagogy*. 2021:1-17.
 22. Choi SM, Sum RKW, Wallhead T, Ha ASC, Sit CHP, Shy DY, et al. Preservice physical education teachers' perceived physical literacy and teaching efficacy. *Journal of Teaching in Physical Education*. 2021;40(1):146-56.

探討不同運動狀態下 語音特徵的變化規律

馬睿思先生
香港中文大學體育運動科學系博士生

沈劍威教授
中國香港體適能總會主席
香港中文大學教育學院副院長（本科課程）
香港中文大學體育運動科學系副教授兼課程主任

摘要

本研究旨在探索不同運動強度下語音特徵的變化。所有參與者均來自香港中文大學，採用方便抽樣的橫斷面研究設計。本研究共招募了 31 名參與者，參與者被要求佩戴心率檢測器完成三個不同的練習，然後在每個練習結束時大聲朗讀一段話。從語音數據中提取基頻，採用單因素重複方差分析來研究每種運動狀態下的語音特徵差異。基頻及其範圍與其他狀態有明顯的不同，整個段落的語音持續時間也隨著運動強度的增加而增加，停頓的次數和持續時間在不同的運動狀態下更具有辨別力，與只有在劇烈運動下才有差異的基頻相比，停頓的特徵也可以區分中等強度和靜止狀態。綜上，本研究探索了不同運動狀態下語音特徵的變化模式，為進一步探討語音特徵與運動狀態之間的聯繫提供了可靠的參數選擇。

前言

語音是人類交流的最自然、最有效的方式之一^[1]。人類的聲音不僅包含有意義的資訊，而且還包含可識別的特徵，如性別、年齡、口音和情緒狀態。一些副語言資訊帶有說話者的心理和身體健康情況。這表明，以聲學信號的形式捕捉自然語音，並通過信號處理技術和統計建模提取有關說話人的各種資訊是可行的^[2,3]。因此，語音技術的研

究人員正在努力開發能夠理解語言資訊並能與人交流的系統^[1,4-14]。近年來，自然語言處理領域的學者已經開始利用語言學特徵對高低運動強度進行自動分類^[8-10,15]。本研究採用加拿大身體素養評估工具第二版（CAPL2）作為設定運動強度標準的方案^[16-19]。這種戶外運動提供的聲學數據更接近於現實生活中的運動場景。因此，本研究利用這個資料庫來探索不同運動強度之間的語音特徵的變化。

方法

研究設計

所有運動都是在中大的戶外運動場進行的。在運動測試前，我們收集了 31 名參與者的人口統計資料和其他問卷。參與者被要求佩戴心率測試儀。然後，參與者開始大聲地朗讀閱讀材料。同時，訓練有素的幫助者記錄下講話和心率。訓練有素的幫助者指導參與者閱讀記錄講話 在休息時大聲朗讀一次閱讀材料並記錄心率。然後，受試者開始進行 CAPL2 身體能力測試，在每次運動后，都要大聲朗讀相同的閱讀材料。同時還記錄了說話和心率數據。說話時的平均心率被當作運動強度的客觀指標^[20]。

測量和閱讀材料

作為最常用的語音特徵，基頻（F0）承載著一個

有一日，北風同太陽睇到嗰交究竟邊個犀利啲。
呢個時候，咁啱有個著住件大褸嘅人經過。
於是，佢哋決定邊個可以令到嗰個人剝咗佢件褸嘅話，邊個就贏。
北風出盡力咁吹，但係越吹得大力，路人反而將件褸包得越緊。
但係太陽出馬曬咗一陣，嗰個人就流晒大汗，即刻將件褸剝咗落嚟。
北風唯有承認太陽比佢更加犀利。

（閱讀材料：北風和太陽）

人的語言學、副語言學和生理學資訊。在這項研究中，所有參與者的 F0 都是用 openSMILE3.0 提取的^[21]。我們還在錄音中標記了說話者停頓的次數和時間，以直觀地反映運動壓力對說話的影響。閱讀材料為著名的語音研究文本《北風與太陽》（粵語版）^[22]。該故事內容被廣泛用於廣東人對語音和語速的感知評價研究中^[23, 24]。

研究結果

本研究採用 IBM SPSS 26 進行單因素重複方差分析 (RM-ANOVA) 來研究各運動狀態下的語音特徵差異。共有 31 名母語人士 (24 名男性和 7 名女性) 參加了研究。學生的年齡在 18 至 21 歲之間 (總年齡: $M=18.97$, $SD=.91$; 男性年齡: $M=19.04$, $SD=0.96$; 女性年齡: $M=18.71$, $SD=.76$)。

RM-ANOVA 在語音持續時間的平均值之間有統計學上的顯著差異, $F(3, 90) = 7.89$, $p=.001$, $\eta^2=.21$ 。經 Bonferroni 調整的多重檢驗的配對比較進一步顯示, 休息狀態下的語言持續時間 ($M=19.82$, $SD=3.21$) 明顯長於加速器狀態 ($M=17.35$, $SD=2.32$), $p=.003$, 95%CI [.68, 4.26], $d=.70$ 。折返跑的講話時間也明顯短於 CAMSA 狀態 ($M=18.56$, $SD=3.13$), $p=.014$, 95%CI [-2.26, -.18], $d=.60$ 。和平板支撐狀態 ($M=18.23$, $SD=2.74$), $p=.049$, 95%CI [-1.76, -.01], $d=.51$ 。除平板支撐外, 其他三個運動狀態的言語持續時間沒有明顯差異 (圖 2)。同時, 每個狀態下的 F0 平均值, F0 的 25% 至 75% 區間, 停頓時長與停頓次數也用 RM- 方差分析進行了檢驗 (如圖 2)。

討論

本研究的結果表明, 特定的語音特徵在不同的運動狀態下有一定的模式變化。目前的研究設計包括兩個中等強度的運動和一個高強度的運動。結果顯示, 這兩種運動之間以及與靜止狀態下的語音特徵存在著明顯的差異。此外, 它們之間存在著內在的線性聯繫。劇烈的強度鍛煉會對說話的持續時間造成更明顯的影響。在逐漸達到身體極限的過程中, 人們需要吸入更多的氧氣來保持身體的運轉。然而, 由於說話和呼吸有著共同的系統, 在急需呼吸的情況下, 身體會本能地縮短說話的時間, 以便順利地進行呼吸。不同運動強度下說話的停頓時間也有明顯差異。如前所述, 在身體壓力下說話, 由於呼吸頻率高, 會增加停頓的次數。不僅如此, 呼吸的時

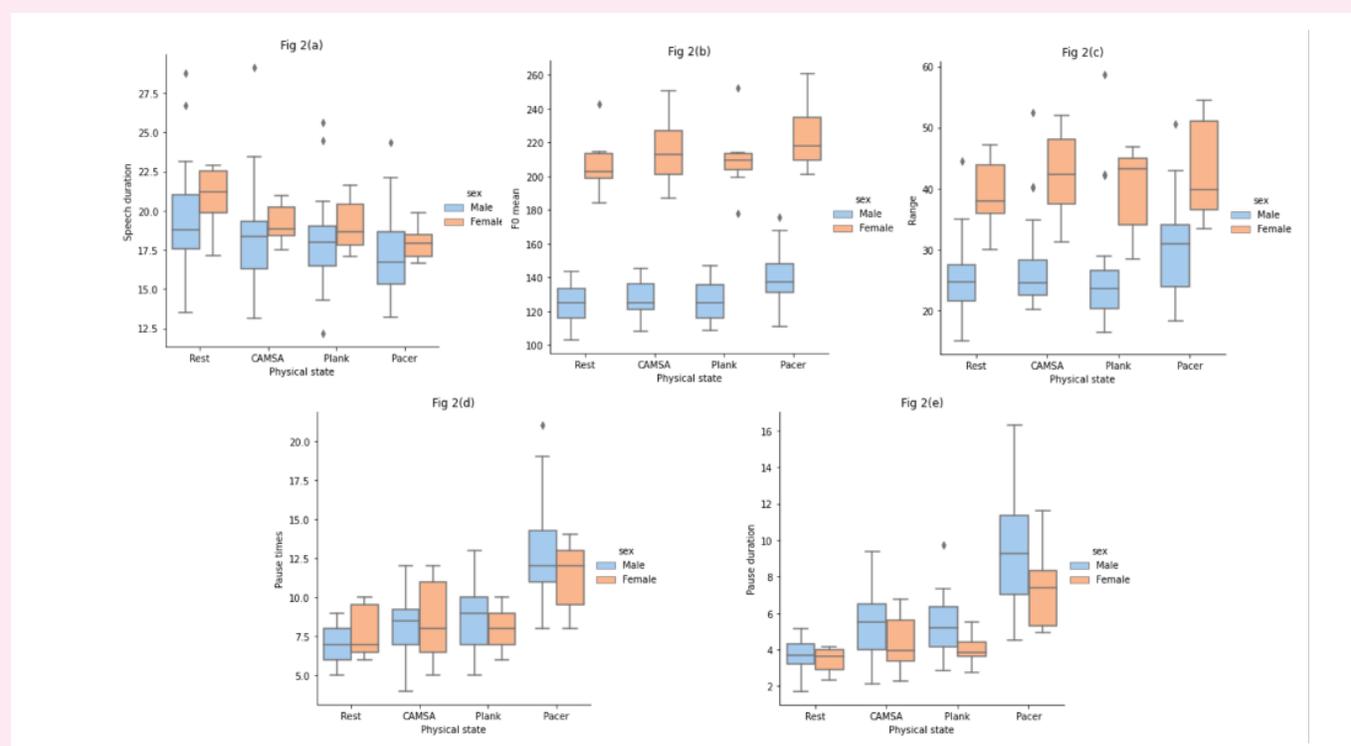


圖 2, 不同運動強度下的語音特徵比較

間也增加了。這也意味著，隨著運動強度的不斷增加，鍛煉者在說話時需要更多的時間來呼吸。換句話說，需要更多的氧氣攝入來繼續維持發音。停頓時間可以補充停頓次數，作為未來研究的一個參數選擇。因為停頓的時間因人而異，無論停頓選擇在句子的中間還是結尾，總的停頓長度都沒有太大變化。然而，與停頓次數相同，講話中的停頓時間雖然能很好地區分不同強度的練習狀態，但仍不能區分相同強度的不同練習。

參考文獻

1. Docio-Fernandez L, García Mateo C. Speech Production. In: Li SZ, Jain AK, eds. Encyclopedia of Biometrics. Boston, MA: Springer US; 2015:1493-1498. doi:10.1007/978-1-4899-7488-4_199
2. Dehak N, Kenny PJ, Dehak R, Dumouchel P, Ouellet P. Front-end factor analysis for speaker verification. IEEE Trans Audio, Speech Lang Process. 2011;19(4):788-798. doi:10.1109/TASL.2010.2064307
3. Mohammadi G, Vinciarelli A, Mortillaro M. Mapping nonverbal vocal behavior into trait attributions. Proc 2nd Int Work Soc signal Process. 2010:17-20.
4. B C, Schoenle P. Speech and respiration. Arch Psychiatr Nervenkr. 1979;226(4):251-268.
5. Amélie R-C, Fuchs S. The interplay of linguistic structure and breathing in German spontaneous speech. Interspeech 2013-14th Annu Conf Int Speech Commun Assoc. 2013:1228.
6. Jürgen T, Truong KP. Prosodic characteristics of read speech before and after treadmill running. Sixt Annu Conf Int Speech Commun Assoc. 2015.
7. World Health Organization. Physical activity.
8. Truong KP, Nieuwenhuys A, Beek P, Evers V. A database for analysis of speech under physical stress: Detection of exercise intensity while running and talking. Proc Annu Conf Int Speech Commun Assoc INTERSPEECH. 2015; 2015-Janua:3705-3709.
9. Godin KW, Hasan T, Hansen JHL. Glottal waveform analysis of physical task stress speech. Heal Fit J Canada. 2008;1(1):5-8.
10. Schuller B, Friedmann F, Eyben F. Automatic recognition of physiological parameters in the human voice: Heart rate and skin conductance. ICASSP, IEEE Int Conf Acoust Speech Signal Process - Proc. 2013:7219-7223. doi:10.1109/ICASSP.2013.6639064
11. Godin KW, Hansen JHL. Analysis and perception of speech under physical task stress. Proc Annu Conf Int Speech Commun Assoc INTERSPEECH. 2008:1674-1677.
12. Godin KW, Hansen JHL. Analysis of the effects of physical task stress on the speech signal. J Acoust Soc Am. 2011;130(6):3992-3998. doi:10.1121/1.3647301
13. Johannes B, Wittels P, Enne R, et al. Non-linear function model of voice pitch dependency on physical and mental load. Eur J Appl Physiol. 2007;101(3):267-276. doi:10.1007/s00421-007-0496-6
14. Baker SE. Ventilation and Speech Characteristics During Submaximal Aerobic Exercise. 2008;51(October):1203-1215.
15. Schuller B, Friedmann F, Eyben F. The munich biovoice corpus: Effects of physical exercising, heart rate, and skin conductance on human speech production. Proc 9th Int Conf Lang Resour Eval Lr 2014. 2014:1506-1510.
16. Longmuir PE, Gunnell KE, Barnes JD, et al. Canadian Assessment of Physical Literacy Second Edition: A streamlined assessment of the capacity for physical activity among children 8 to 12 years of age 11 Medical and Health Sciences 1117 Public Health and Health Services. BMC Public Health. 2018;18(Suppl 2). doi:10.1186/s12889-018-5902-y
17. Longmuir PE, Boyer C, Lloyd M, et al. Canadian Agility and Movement Skill Assessment (CAMSA): Validity, objectivity, and reliability evidence for children 8??2 years of age. J Sport Heal Sci.

2017;6(2):231-240. doi:10.1016/j.jshs.2015.11.004

18. Schellenberg KL, Lang JM, Chan KM, Burnham RS. A clinical tool for office assessment of lumbar spine stabilization endurance: Prone and supine bridge maneuvers. *Am J Phys Med Rehabil.* 2007;86(5):380-386. doi:10.1097/PHM.0b013e318032156a
19. Scott SN, Thompson DL, Coe DP. The ability of the PACER to elicit peak exercise response in the youth. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45(6):1139-1143. doi:10.1249/MSS.0b013e318281e4a8
20. Karvonen J, Vuorimaa T. Heart rate and exercise intensity during sports activities. *Sport Med.* 1988;5(5):303-311.
21. Eyben F, W 繹 Ilmer M, Schuller B. OpenSMILE - The Munich versatile and fast open-source audio feature extractor. *MM??0 - Proc ACM Multimed 2010 Int Conf.* 2010:1459-1462. doi: 0.1145/1873951.1874246
22. E Z. Chinese (Hong Kong Cantonese). *J Int Phon Assoc.* 1991;21(1):46-48.
23. Law T, Lee K, Lam JH, van Hasselt AC, Tong MCF. The construction of the Cantonese perceptual evaluation of voice (CanPEV): the content validation process. in *Proc of VOICE.* 2010:159.
24. Mok P, Dellwo V. Comparing native and non-native speech rhythm using acoustic rhythmic measures: Cantonese, Beijing Mandarin and English. *Proc Speech Prosody 2008.* 2008.
25. Rockwood NJ, Hayes AF, Pj M, et al. MLmed: An SPSS Macro for Multilevel Mediation and Conditional Process Analysis. 2017:19. www.afhayes.com.
26. Li SZ, Jain A, eds. Fundamental Frequency, Pitch, F0. In: *Encyclopedia of Biometrics.* Boston, MA: Springer US; 2009:592. doi:10.1007/978-0-387-73003-5_775