

停止仰臥起坐訓測減緩官兵脊柱壓力之研究

作者/林育成 上尉



志願役預備軍官班 107 年班、步訓部正規班 369 期、國立臺南大學體育學碩士；現任任國軍運動科學推廣中心教官

提要

- 一、本文旨在分析並說明仰臥起坐動作可能因適得其反產生反效果，而造成潛在傷害風險，本篇論述方式以文件分析與文獻回顧法，綜整國內、外仰臥起坐之相關資訊，與對運動表現及可能造成運動傷害之文獻，使讀者了解仰臥起坐動作可能引起的運動傷害。
- 二、參考美軍體能測驗革新，藉專家之驗證成果，證明仰臥起坐因快節奏擠壓脊椎連帶引發潛在傷害，包含動作角度增加腰椎負荷、雙腳固定肌群代償及動作節奏過快等，將可能增加腰椎受傷發生率。
- 三、仰臥起坐動作雖能強化腹部核心肌群，但該動作有可能因訓練而引發運動傷害之疑慮，使官兵因脊柱壓力而承受可能受傷之風險，鑒於美軍體能革新啟發，為消除部隊訓練危安風險，建議國軍體能測驗能取消仰臥起坐動作，並以仰臥捲腹與平板撐體作為腹部核心肌群的主要訓測項目。

關鍵詞：仰臥起坐、運動傷害、平板撐體、仰臥捲腹

壹、前言

仰臥起坐(Sit-up)是一種強化鞏固軀幹肌耐力的動作，優劣的軀幹肌耐力與下背痛(Low back pain)具顯著關連性，¹美軍於「陸軍體適能測驗(Army Physical Fitness Test, APFT)」中，是透過仰臥起坐動作表現，預測士兵肌肉骨骼損傷發生率。²國軍也將該動作應用於體能訓練中，藉以提高腹部肌群肌耐力，³因動作簡單易於操作，也常作為評鑑個人身體健康的項目之一，故而仰臥起坐於軍隊體能訓練中廣泛應用並有著悠久的歷史。

隨者運動科學日新月異發展下，為了能提升腹部肌群的訓練效益，許多研究者以運動理論基礎檢視傳統仰臥起坐動作，嘗試找出最佳的鍛鍊效果，然近年的研究普遍指出，仰臥起坐的測驗是具有運動傷害疑慮的，在測驗實地中，常可發現受測者為了在有限的時間內取得較高的次數，往往會反覆彎曲腰椎做多快，以致錯誤施力產生肌肉代償現象，而國際知名脊椎專家 McGill,S.M.也曾對仰臥起坐動作提出示警，認為該動作會增加腰椎負荷，具有導致下背痛(LBP)的潛在風險，⁴美軍過往調查「陸軍體適能測驗(APFT)」受傷發生率中，在 1,532 名士兵中，共有 117 名因體能訓練而受傷，受傷人數中高達 56%人員是因仰臥起坐動作受傷。⁵

國軍於民國 82 年推行「基本體能測驗」迄今，尚未有相關文獻及數據揭露國軍官兵因操作仰臥起坐而受傷，但鑒於相關研究，皆以明確表示仰臥起坐動作是有受傷的潛在風險，本文將探討腹部肌群核心訓練效益與國軍現行作法，回顧美軍仰臥起坐發展歷程、仰臥起坐動作與運動傷害關聯，透過本文探討仰臥起坐對運動傷害之實質影響，並參考美軍革新作法籌謀可能之解決之道，提供更安全有效之訓練建議，以作為國軍未來體能訓練規劃之啟示。

¹ 陳牧如、林正常、林燕慧、林聯華，〈軀幹肌耐力對下背痛失能程度評估之預測效益〉《運動生理暨體能學報》(臺北市)，第 2 期，運動生理暨生理學會，西元 2005 年，頁 141-147。

² Knapik,J.,Ang,P.,Reynolds,K., & Jones,B.,,"Physical fitness,age,and injury incidence in infantry soldiers",Journal of Occupational Medicine, Vol35,NO.6(1993),p.598-603.

³ 恒準市場研究有限公司，《世界先進國家體能戰技訓項、標準、訓練作法及訓練人員培育研究期中報告》(臺北市：國防部，西元 2017)，頁 6-10。

⁴ McGill,S.M.,,"The mechanics of torso flexion:situps and standing dynamic flexion maneuvers", Clin Biomech, Vol10,NO.4(1995),p.184-192.

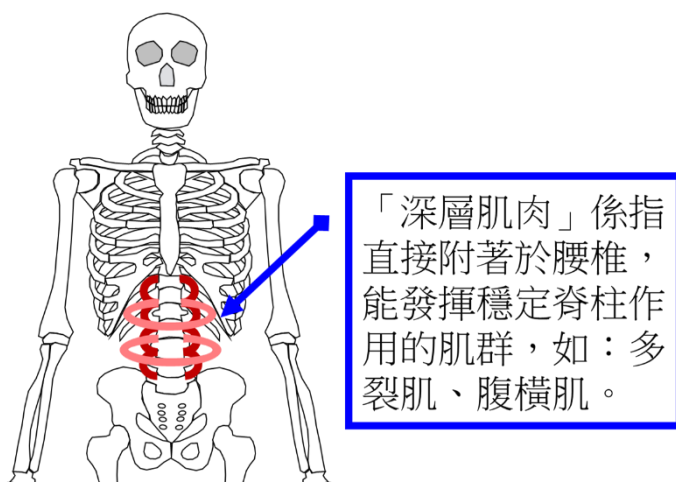
⁵ Evans,R.,Reynolds,K.,Creedon,J., & Murphy,M.,," Incidence of Acute Injury Related to Fitness Testing of U.S.Army Personnel.",Military Medicine, Vol170,NO.12(2005),p.1005-1011.

貳、腹部核心肌群

良好的肌肉能力是維持個人生活品質的重要條件之一，而多數的運動指南均指出，腹部運動是作為預防腰痛的重要部分，⁶常見患有下背部疼痛者，通常腹部肌群肌耐力較差並且低於一般健康者，⁷除此之外，在執行運動時腹部肌群可協助將力量從肢體近端傳向遠端，⁸因此，透過腹部的訓練除了有效預防下背部疼痛外，也有利於運動表現，故本節將探討何為腹部肌群，為何腹部肌群會被選為肌耐力的代表肌群，以及國軍現行腹部肌群訓練方法。

一、腹部核心肌群簡述

就人體構造而言，脊柱具備支撐身體的作用，但脊柱本身是脆弱的，僅能承受 90 牛頓(9 公斤)負荷，⁹需由圍繞著脊柱旁肌肉群提供協助對抗負荷，此肌肉群又稱為核心肌群(core muscle)。¹⁰核心肌群是環繞著軀幹和骨盆的構成，這些肌肉幫助維持脊柱和骨盆的穩定，具有穩定(stabilize)及傳導(mobilize)等兩項功能，依照肌肉附著位置的深淺可區分為深層和表層核心肌群。¹¹(如圖一、二)



圖一 深層核心(Local system)

資料來源：根據《圖解運動員必知的人體解剖學理解人體結構》作者自行繪製。¹²

⁶ Delitto, A., George, S.Z., & Van Dillen, L.R., "Low Back Pain", Sport Phy, Vol24(2012), p.1-57.

⁷ Helew, A., Goldmith, C.H., Smythe, H.A., & Gibson, E.S., "An evaluation of four different measures of abdominal muscle strength: patient, order and instrument variation", The Journal of Rheumatology, Vol17(1990), p.965-969.

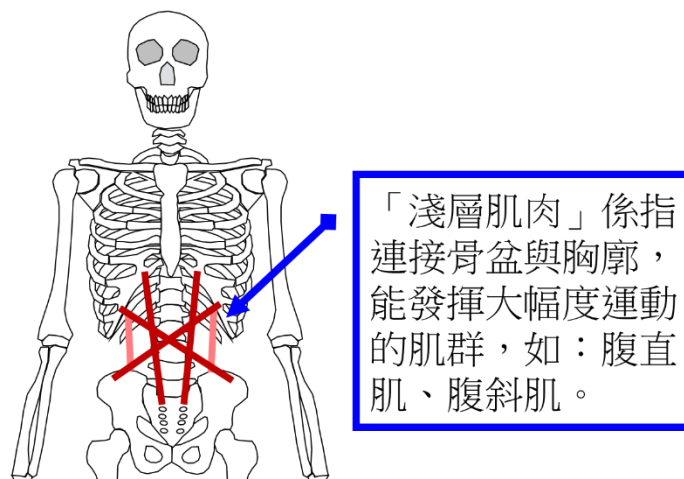
⁸ Kibler, W.B., Press, J., & Sciascia, A., "The role of core stability in athletic function", Sports medicine, Vol136(2006), p.189-198. ; Allen, B.A., Hannon, J.C., Burns, R.D., & Williams, S.M., "Effect of a core conditioning intervention on tests of trunk muscular endurance in school-aged children.", J Strenght Cond Res, Vol128, No.7(2014), p.2063-2070.

⁹ Liebenson, C., 《功能性訓練手冊》(藝軒圖書出版社：臺北市，西元 2017 年)，頁 64。

¹⁰ 邱顯貴、畢路鑾，〈脊椎核心穩定肌群之訓練原則〉《大專體育》(臺北市)，第 81 期，中華民國大專體育總會，西元 2005 年，頁 141-147。

¹¹ 郭哲宇、林威秀，〈人體核心穩定能力的評估〉《大專體育》(臺北市)，第 110 期，中華民國大專體育總會，西元 2010 年，頁 75-84。

¹² 大山圭主悟，《圖解運動員必知的人體解剖學理解人體結構，讓訓練效果最大化》(台灣東販股份有限公司：臺北市，西元 2021 年)，頁 20-25。



圖二 表層核心(Global system)

資料來源：根據《圖解運動員必知的人體解剖學理解人體結構》作者自行繪製。¹³

- (一)深層核心肌群(Local system)：位於軀幹底層，直接附著脊椎，主要包括:腹橫肌、多裂肌以及部分的腹內斜肌與腰方肌，在腹橫肌與多裂肌之間有共同收縮的情形，腹橫肌收縮時，肚臍內收而同時連接腰椎的多裂肌亦產生收縮，提供脊椎的穩定。¹⁴
- (二)表層核心肌群(Global system)：位於軀幹表層，由骨盆連接至肋骨、胸或大腿關節，包含:腹直肌、腹外斜肌、豎脊肌與臀部肌群等，這些肌群由於位於軀幹較淺層的部位，收縮時可以產生較大力矩，可以主導脊椎的動作方向。¹⁵(如表一)

表一 腹部肌群功能

肌群位置	肌肉名稱	動作	功能
深層	腹橫肌	等長收縮	穩定軀幹
	多裂肌	等長收縮、伸展、側屈	
	腹內斜肌	等長收縮、側屈	
	骨盆底肌	等長收縮	
表層	腹直肌	脊柱屈曲	彎腰
	腹外斜肌	旋轉、側屈的動作	扭轉跟旋轉
	豎脊肌	伸展	保持脊柱直立、彎腰
	腰方肌	側屈	穩定脊柱

資料來源：根據〈Core stability exercise principles〉¹⁶自行彙整

綜上整理，發現腹部肌群乃屬核心肌群之一，包括了深層腹橫肌、腹內斜肌與表層

¹³ 同註 12，頁 20-25。

¹⁴ Bergmark,A.,” Stability of the lumbar spine.A study in mechanical engineering”, Acta Orthopaedica Scandinavica, Supplementum, Vol230(1989),p.1-54.

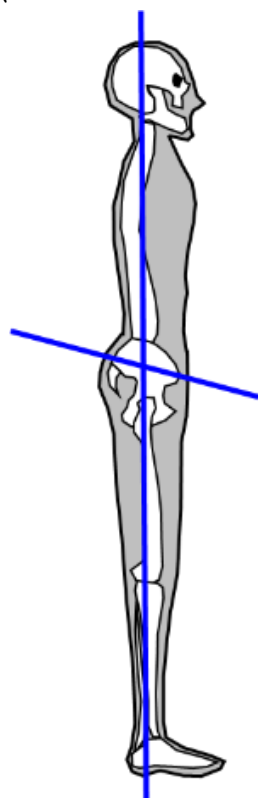
¹⁵ 同註 13，頁 20-25。

¹⁶ Akuthota,V.,Ferreiro,A.,Moore,T., & Fredericson,M.”Core stability exercise principles”, Current sports medicine reports, Vol7,NO.1(2008),p.39-44.

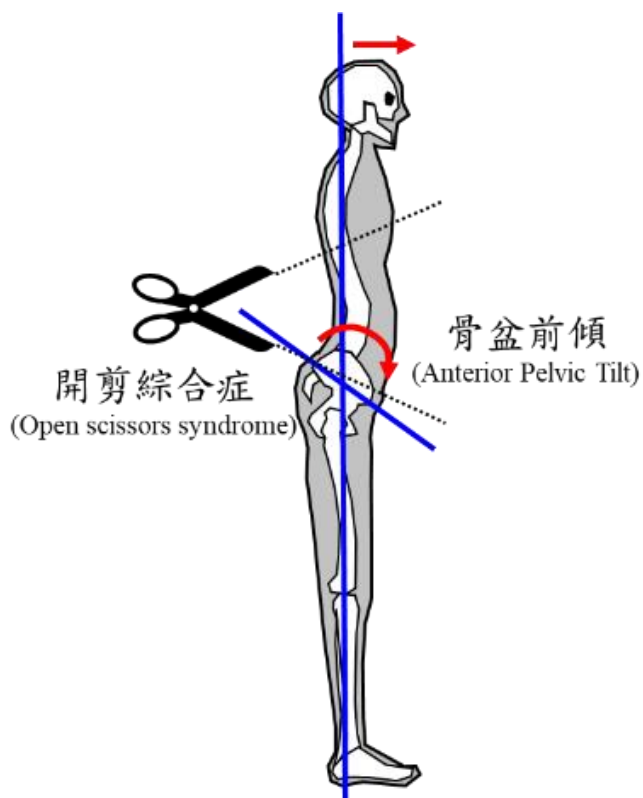
深層腹直肌、腹外斜肌等。深層腹部肌肉主要有防止腰椎滑脫或突出功能，現今研究已發現患有慢性腰痛(LBP)患者，深層肌肉是有明顯萎縮的現象。¹⁷而表層腹肌則擁有較大力矩，是能對抗人體大幅度運動的肌群，對於整體脊椎穩定至關重要。¹⁸

二、腹部核心肌群高壓預防

成年人的一生當中，有 **84%** 機率會受下背痛的困擾，根據臺灣衛福部 2019 年的統計資料顯示，國人前二十大疾病就醫門診次數中，背部疾病排名第十名，佔了 **1.97%**。¹⁹下背部疼痛可區分為過度勞累、用力不當的「急性腰痛」，以及運動不足、姿勢不良所引起的「慢性腰痛」等兩類，大多數以慢性的腰痛佔多數，²⁰下背痛的主因大多來自於脊柱不穩定所引起，正常的腰椎姿勢應該是向前微凸，(如圖三)嚴重的脊柱不穩定會使脊椎與骨盆產生明顯的 X 線位移，使腰椎與骨盆接合處產生「開剪綜合症 (Open scissors syndrome)」導致骨盆前傾體態畸形，(如圖四)從側面觀察便會明顯發現人體偏離正常體態。²¹



圖三 正常體態



圖四 不良體態

資料來源：根據〈功能性訓練手冊〉²²作者自行繪製

而影響脊柱不穩定骨盆前傾的因素可歸因為髂腰肌、豎脊肌過度緊繃，使腹直肌受

¹⁷ Hides, J.A., Richardson, C.A., & Jull, G.A. "Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain.", *Spine*, Vol21, NO.23(2008), p.2763-69.

¹⁸ McGill, S.M. "Low Back Stability: From Formal Description to Issues for Performance and Rehabilitation.", *Exercise and Sport Sciences Reviews*, Vol29, NO.1(2001), p.26-31.

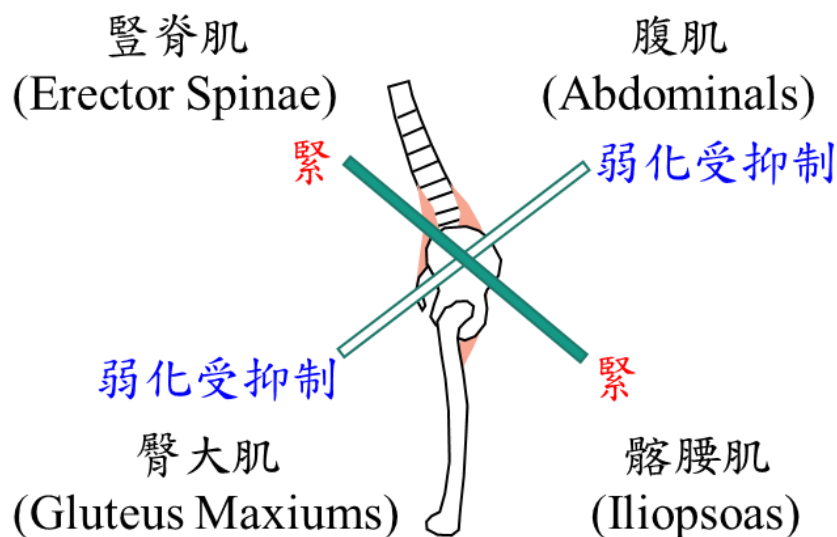
¹⁹ 林捷安、陳昭源，〈下背痛的門診評估與檢查適應症〉《家庭醫學與基層醫療》（臺北市），第 37 卷 2 期，台灣家庭醫學醫學會，西元 2022 年，頁 43-50。

²⁰ 白士修，〈核心腰力肌肉訓練：脊椎外科醫生傳授不腰痛健身操〉（新北市：世茂出版有限公司，西元 2016 年），頁 20。

²¹ 同註 9，頁 60。

²² 同註 9，頁 60。

到抑制或弱化，²³髂腰肌是屈髋的重要肌群，跑步、走路、爬樓梯及坐姿經常會使用到屈髋動作。在經常使用坐姿生活下，多數人的腹部與背部肌力是失衡的，但是通常髂腰肌都會特別強壯。髂腰肌對腰椎雖然只是微弱屈肌，但是他的緊繃會增加腰椎壓縮的負荷，致使腰椎更加前凸影響下背部感到緊繃產生壓迫風險。²⁴當脊椎面臨負荷需要維持穩定時，則須藉由強化拮抗肌與作用肌共同作用力完成。²⁵(如圖五)



圖五腹肌與背肌失衡導致「下交叉症候群」

資料來源：根據《功能性訓練手冊》²⁶作者自行繪製

患有下背痛者相較於一般健康者而言，腹部肌群肌耐力通常較差。²⁷而改善下背痛的重點，就是保持「腹肌與背肌的平衡」以建立良好的「姿態」。²⁸腹部肌力的缺乏會導致人體運動效率下降，從而引起疲勞及過度使用，透過腹部訓練針對脊椎穩定性與腹部肌肉學習控制對於預防下背傷害與提升運動效率是重要的。²⁹梁凱涵、吳鴻文(2010)研究指出慢性下背痛患者經過 6 週的腹肌肌力復健治療後，疼痛指數可明顯下降、腰椎骨盆穩定功能也能獲得進步。故而腹直肌作為背部肌群的拮抗肌，似乎成為腹部訓練首選，除可協助達到脊柱整體穩定外，亦可緩解腰椎壓力，維持正常體態。³⁰

參、腹部核心肌群訓練方式

一、腹部核心肌群與戰鬥相互關係

負重是軍人重視的能力之一，在執行任務時，須完成攻擊與防禦的戰鬥準備，身體隨時得面臨突然快速移動或改變戰鬥前進方向等，而軍人配賦的裝備重量，此時就會形

²³ 同註 9，頁 60

²⁴ 同註 16，頁 39-44。

²⁵ 同註 9，頁 60。

²⁶ 同註 9，頁 60。

²⁷ 同註 7，頁 965-969。

²⁸ 同註 20，頁 60。

²⁹ 同註 18，頁 26-31。

³⁰ 梁凱涵、吳鴻文，〈抗力球運動的效益與應用〉《大專體育》(臺北市)，第 159 期，中華民國大專體育總會，西元 2010 年，頁 93-99。

成執行戰鬥動作時的阻礙，³¹在一份研究文章中指出，軍人長期負重或頻繁舉重超過 25 公斤，可能會造成軍人腰痛傷損的發生。³²

而這些腰痛的發生，常常與負重時姿態不良有關，因軍人需長時間穿著防護背心，防護背心雖能有效提高士兵存活率，但其重量往往就超過 14 公斤以上，該負荷會增加頸部與軀幹出現前傾等不良姿勢，如果又沒有良好的核心肌群支撐，將對腰椎產生一定之影響。³³除此之外，長時間的負重作戰下，也會增加肌肉的疲勞度，導致姿態與步態的改變，產生代償現象。³⁴故而軍人於負重作戰下姿態改變，與核心肌群具有高度關聯，核心肌群較弱者，在執行負重作戰時，核心肌群較容易疲勞，進而影響骨盆穩定與步態維持。

士兵如具有強壯的身體質量，腰痛發生的機率就會降低。³⁵國外學者亦曾對 33 位美軍士兵進行 8 週的核心肌群強化訓練，結果得知透過核心肌群訓練可提升核心肌群的肌耐力，減少脊柱負荷與過度活動，並降低防護背心對身體的影響。³⁶此外，過往研究中亦將 20 名軍官分成兩組，其中一組在體能訓練中，加入了 25 分鐘的核心肌群訓練為期 9 週，研究發現核心肌群訓練組除提升軀幹肌耐力外，同時也可降低肌肉與骨骼疼痛的感受度。³⁷

綜上所述，核心肌群訓練對軍人而言是重要的，強壯的核心肌群能控制及穩定軀幹，使人體在做任何動作的時候，因有穩固的軀幹，使運動更具效益，進而強化並提升軍人負重能力，也進一步減少傷害發生，降低軍人腰椎傷害發生。

二、訓練方式

腹部肌群訓練是透過徒手與器材，針對腹部、背部與臀部等肌群給予肌力動作控制訓練，改善神經對核心肌肉的徵招及控制，以提升軀幹穩定的一種方式，一般可區分為：靜態性(等長)、動力性(等張)及動靜組合性練習(等長—等張)。³⁸仰臥起坐則屬徒手動力性的訓練方式，許多國家軍隊如英軍、美軍，都將仰臥起坐動作列為檢測士兵腹部

³¹ National Strength and Conditioning Association, 《戰術肌力與體能訓練》(臺北市：禾楓書局有限公司，西元 2019 年)，頁 19-12~19-13。

³² To,D.,Rezai,M.,Murnaghan,K., & Cancelliere,C.,” Risk factors for low back pain in active military personnel:a systematic review.”, Chiropractic & Manual Therapies, Vol29,No.1(2021),p.52.

³³ Konitzer,L.N.,Fargo,M.V.,Brininger,T.L., & Lim Reed,M.,” Association between back,neck,and upper extremity musculoskeletal pain and the individual body armor.”,Journal of hand therapy:official journal of the American Society of Hand Therapists, Vol21,No.2(2008),p. 143-149.

³⁴ Birell,S.A., & Haslam,R.A.,”The effect of load distribution within military load carriage systems on the kinetics of human gait.”, Applied ergonomics, Vol41,No.4(2010),p.585-590.

³⁵ Roy,T.C., & Lopez,H.P.,” A comparison of deployed occupational tasks performed by different types of military battalions and resulting low back pain.”, A comparison of deployed occupational tasks performed by different types of military battalions and resulting low back pain., Vol178,No.8(2013),p.937-943.

³⁶ Hoppes,C.W.,Sperier,A.D.,Hopkins,C.F.,Griffiths,B.D.,Principe,M.F.,Schnall,B.L., & Koppenhaver,S.L.,” The efficacy of an eight-week core stabilization program on core muscle function and endurance:A randomized trial.”,International journal of sports physical therapy, Vol111,No.4(2016),p.507.

³⁷ Grani,G.,Rodacki,C.D.L.N.,Lubas,H.,Resende,E.F.,Hoinatski,R.Sentone,R.G., & Paulo,A.C.,” Can training trunk musculature influence musculoskeletal pain and physical performance in military police officers?”, Ergonomics, Vol65,No.2(2022),p.265-275.

³⁸ 巫信昌、翁誌誼、陳樹屏，〈核心肌群的訓練觀念與效果〉《臺南大學體育學報》(臺南市)，第 10 期，國立臺南大學，西元 2015 年，頁 1-10。

和臀部屈肌的動作之一。而國軍體能訓練則是因應時代背景演進，逐漸引進歐美各軍身體能訓練方法，而仰臥起坐於 1993 年起便已經導入國軍作為腹部肌群訓練項目迄今。³⁹(如表二)

表二 國軍腹部核心肌群訓練動作流程

動作圖示	
動作名稱	仰臥起坐(Sit-ups)
訓練方法	動態性(等張)
預備階段	身體平躺，足背固定，雙腳屈膝角度約 90°，雙手扶耳朵，貼於臉頰。
向心階段	從平躺屈起上身，以雙肘同時觸及雙膝或大腿，雙手掌不得離開臉頰。
離心階段	雙肘碰膝後，上身快速回躺，肩頰骨須觸及地面。

資料來源：根據〈112 年體能訓練實施規定〉⁴⁰自行彙整

肆、美軍仰臥起坐發展概況

美軍作為世界上最具實戰性之軍事體系，為派兵海外駐防並投入作戰任務，對於士兵的體能訓練非常重視，其「陸軍體適能測驗(APFT)」包含：2 分鐘伏地挺身、2 分仰臥起坐和 2 英哩(3220 公尺)徒手跑步等標準化評鑑方式，以評估士兵體能素質。自 1985 年該計畫推行起，西方社會就一直對仰臥起坐持質疑態度。Axler,C.T.與 McGill,S.M.等脊椎專家都認為仰臥起坐並不是最安全的訓練項目，腰椎過度伸展可能會導致腰椎壓縮，產生腰椎永久性的損傷。⁴¹近年來，美軍也發現士兵因體能訓練上傷損多於因戰鬥傷損人數，故美軍開始啟動相關體能訓練研究與調整，⁴²仰臥起坐也是其調修項目之一，本節將透過文獻回顧與文件分析，藉以瞭解美軍仰臥起坐發展歷程。

一、美軍體能訓練計畫(TEP)

美軍採用仰臥起坐作為測驗項目，依目前文獻記載最早可追溯至 1944 年美國戰爭部出版的《21-09 號手冊》之中，美軍自 1946 年起不論體能訓練歷經幾次改革，仰臥起坐都被保留並一直使用至 2022 年。⁴³美軍為使士兵能符合仰臥起坐體能測驗要求，特別制定了一套傳統體能訓練計畫(Traditional exercise programs,TEP)，(如表三)該計

³⁹ 洪政德、黃瑞榮、張家銘，〈國軍三項基本體能與美國陸軍戰鬥體適能之初探〉《休閒運動健康評論》(嘉義縣)，第 9 卷第 2 期，嘉義縣呂山社區大學，西元 2020 年，頁 118-131。

⁴⁰ 國防部，〈112 年體能訓練實施規定〉(臺北市：國防部，西元 2022 年)，頁 1-2。

⁴¹ Axler,C.T.,McGill,S.M., "Low back loads over a variety of abdominal exercises: Searching for the safest abdominal challenge.", Med Sci Sports Exerc, Vol129(1997),p.804-811.

⁴² 同註 39，頁 118-131。

⁴³ 同註 39，頁 118-131。

畫中腹部肌群的訓練動作就包含了仰臥起坐、仰臥轉體與仰臥捲腹等三項動作。⁴⁴

表三傳統體能訓練計畫(TEP)

動作名稱	圖示動作
仰臥起坐 (sit-up)	
仰臥轉體 (sit-up with trunk rotation)	
仰臥捲腹 (crunch)	

資料來源：根據〈Effects of sit-up training versus core stabilization exercises on sit-up performance〉⁴⁵自行彙整

二、美軍核心穩定訓練計畫(CSEP)

自國際知名脊椎專家提出仰臥起坐動作會引發受傷後，仰臥起坐的訓練方式就一直飽受爭議。美軍曾針對 28 名美軍軍官進行仰臥起坐動作肌電圖實驗，研究結果指出該訓練動作是不安全的。⁴⁶為解決仰臥起坐訓練可能造成潛在受傷風險問題，相關肌力、體適能及生理專業專家均建議改以核心穩定訓練如：仰臥捲腹(crunch)、側平板撐體(side plank)、跪姿單手單腳(bird dog)替代仰臥起坐動作，以訓練學習控制腹部肌群的功能為主，而非強化單一肌群。⁴⁷該論點也被美軍所採納，並於美國陸軍體能訓練計畫中加入核心穩定訓練計畫(Core stabilization exercise programs, CSEP)，(如表四)取代過往的傳統體能訓練計畫(TEP)仰臥起坐動作(Army US,2007)。⁴⁸

⁴⁴ Army,U.S., Physical Fitness Training:Field Manual 21-20.Washington(DC):Headquarters. (U.S. : United States Army,1992).

⁴⁵ Childs,J.D.,Teyhen,D.S.,Benedict,T.M.,Morris,J.B.,Fortenberry,A.D.McQueen,R.M., & George,S.Z.,” Effects of sit-up training versus core stabilization exercises on sit-up performance.”, Med Sci Sports Exerc, Vol41,No.11(2009),p.2072-83.

⁴⁶ Szasz,A.,Zimmerman,A.,Frey,E.,Brady,D., & Spaletta,R.,” An electromyographical evaluation of the validity of the two minute sit-up section of the Army Physical Fitness Test inmeasuring abdominal strength and endurance.”, Mil Med, Vol167(2002),p.950-953.

⁴⁷ 同註 16，頁 39-44。

⁴⁸ Army,U.S., Army Physical Readiness Training:Field Manual 3-22.20.(U.S. : United States Army,2007).

表四 核心穩定訓練計劃(CSEP)

動作名稱	動作圖示	
仰臥捲腹 (crunch)		
側平板撐體 (side plank)		
仰臥抬腿 (bridge)		
跪姿單手單腳 (bird dog)		
伐木式 (woodchopper)		

資料來源：根據〈Effects of sit-up training versus core stabilization exercises on sit-up performance〉⁴⁹自行彙整

研究結果指出 542 員實施核心穩定訓練計畫(CSEP)與 599 員實施傳統訓練計畫(TEP)士兵受試者，記錄訓練 16 週過程中運動傷害數據，結果發現傳統訓練計畫(TEP)組下背痛造成執行任務受限時間高於核心穩定訓練計畫組(CSEP)約 2 倍時間(8.3 天:4.2 天)。⁵⁰士兵透過實施低負荷控制性的核心穩定訓練計畫(CSEP)能較優於高負荷快速性的傳統訓練計畫(TEP)，有利於核心肌群肌耐力增強，對有腰部痼疾的士兵，操

⁴⁹ 同註 45，頁 2072-83。

⁵⁰ Childs, J.D., Teyhen, D.S., Casey, P.R., McCoy-Singh, K.A., Feldtmann, A.W., Wright, A.C., Dugan, J.L., Wu, S.S., & George, S.Z., "Effects of traditional sit-up training versus core stabilization exercises on short-term musculoskeletal injuries in US Army soldiers: a cluster randomized trial.", Phys Ther, Vol90, No10(2010), p.1404-12.

作核心穩定訓練計畫(CSEP)能獲得更佳的恢復效果，並提前返回部隊執行任務。⁵¹

相關文獻雖皆指出核心穩定訓練計畫(CSEP)是具有良好的訓練效益，但是該計畫卻未能於美軍中廣泛推廣並受支持，可能的原因是美陸軍士兵每年度仍需參加「陸軍體適能測驗(APFT)」中 2 分鐘仰臥起坐測驗，如未通過測驗將影響其職業生涯。⁵²故美軍士兵仍以傳統訓練計畫(TEP)中仰臥起坐作為訓練首選動作。

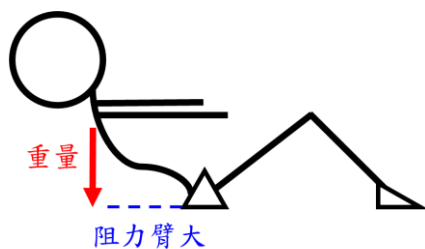
伍、仰臥起坐與脊柱壓力之關係

仰臥起坐長期以來被認定是用來預防下背痛與增強腹部肌群的主要運動。然而，在美軍的一份體能訓練受傷調查報告中指出，有高達 56%的人是因為操作仰臥起坐受傷，原為預防傷害的動作反而增加了軍人非戰鬥的傷損。⁵³將藉由相關仰臥起坐動作與傷害研究進行文獻回顧，以解析仰臥起坐動作受傷潛在風險。

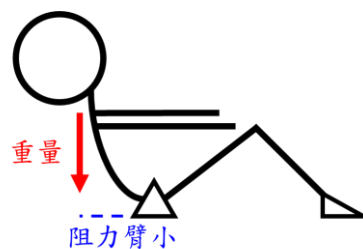
一、動作角度增加腰椎壓力

加拿大脊椎專家曾透過力學機制與數學模式等方式，評估仰臥起坐動作給予腰椎負荷可高達 3,000 牛頓力(300 公斤)的壓力，有增加受傷的風險。⁵⁴正常的人體脊椎是呈現 S 型微彎屈，當在進行仰臥起坐時，身體所對抗的阻力來自於軀幹的重量，上半身從平躺 0°至 30°力矩會逐漸大，所需對抗的阻力較大，此時作動肌由腹部肌群主導，當上半身與地面角度超過 45°時，力矩將變小，腹部肌群用力將減少，轉為由髖屈肌用力。⁵⁵

因此，根據理論推斷當仰臥起坐角度 0~30°時，如腹部肌力不足以負荷阻力，腰椎則需共同承擔的負荷，(如圖六)當角度超過 45°，腰椎則需由正常 S 型彎曲反向屈曲成 C 型，(如圖七)此時，強壯的髖屈肌拉力，會使腰椎形成較大剪力，產生類似椎間盤凸出的情形。



圖六 仰臥起坐角度 0~30°



圖七 仰臥起坐角度超過 30°

資料來源：參考〈肌動學：人體動作的科學基礎〉⁵⁶彙製

⁵¹ Teyhen,D.S.,Childs,J.D.,Dugan,J.L.,Wright,A.C.,Sorge,J.A.,Mello,J.L.,Marmolejo,M.G.,Tarlor,A.Y.,Wu,S.S., & George,S.Z.,” Effect of two different exercise regimens on trunk muscle morphometry and endurance in soldiers in training.”, Phys Ther, Vol93,No9(2013),p.1211-24.

⁵² Childs,J.D.,Teyhen,D.S.,Casey,P.R.,McCoy-Singh,K.A.,Feldtmann,A.W.,Wright,A.C.,Dugan,J.L.,Wu,S.S., & George,S.Z.,” Effects of traditional sit-up training versus core stabilization exercises on short-term musculoskeletal injuries in US Army soldiers:a cluster randomized trial.”, Phys Ther, Vol90,No10(2010),p.1404-12.

⁵³ 同註 5，頁 1005-1011。

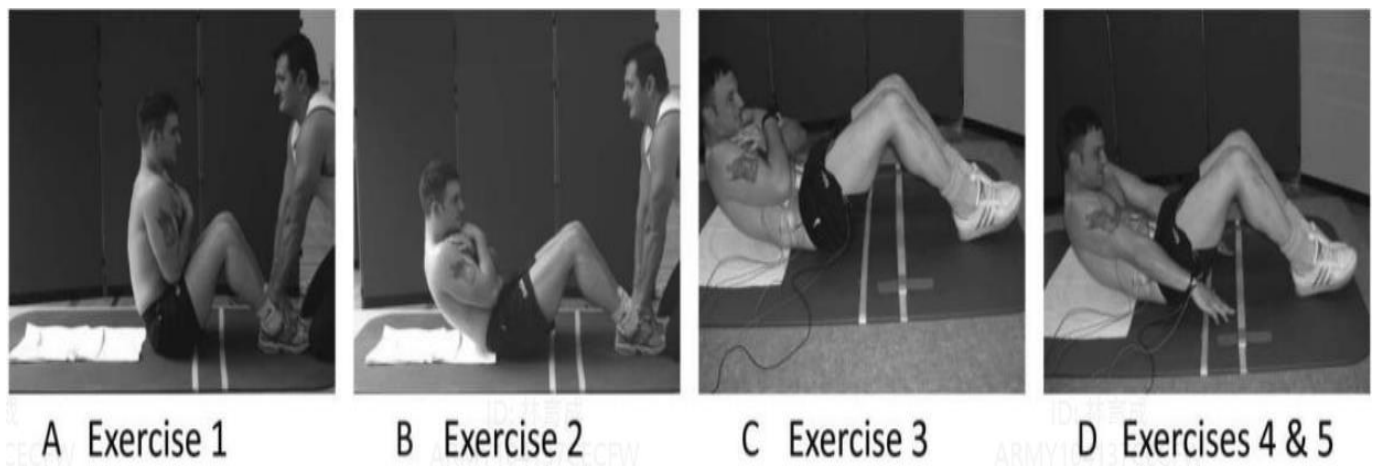
⁵⁴ 同註 46，頁 950-953。

⁵⁵ Hamilton,N.,Weimar,W., & Luttgens,K.，《肌動學：人體動作的科學基礎》(臺北市：合記圖書出版社，西元 2012 年)，頁 30。

⁵⁶ 同註 46，頁 950-953。

二、雙腳固定易造成肌群代償作用

常見的仰臥起坐訓練，需透過他人或器材固定腳踝，以確保在仰臥起坐操作期間雙腳能與地面接觸。而固定腳踝動作會使操作仰臥起坐時腿部肌群(髖屈肌、股直肌)比腹部肌群(腹外斜肌、腹直肌)更加的活化。⁵⁷相關文獻回顧也指出當仰臥起坐腰部從地板上抬起超過 30°後，髖關節的屈曲會使腹部肌群活化程度下降，反而由腿部肌群(髖屈肌、股直肌)主導該動作完成。⁵⁸英國學者以肌電圖(EMG)方式測量 23 名英國軍人，操作五種不同仰臥起坐類型動作肌肉活化程度，(如圖八)研究結果發現固定腿部的仰臥起坐類型動作，腿部肌群(股直肌)活化度較高。(如圖九)⁵⁹參考肌電圖參數分析，操作仰臥起坐時，腿部肌群活化度高可能導致腰椎產生更大的負荷，如果是以增強腹肌的肌耐力為目的，應以非固定腿部動作為主，另當仰臥起坐測驗時，腹部肌群如疲勞，將可能藉由其它肌群代償，可能無法呈現核心肌群能力的可能性，因代償引發運動傷害的發生。



圖八 五種不同的仰臥起坐類型動作最後階段高度

資料來源：〈Abdominal and hip flexor muscle activity during 2 minutes of sit-ups and curl-ups.〉⁶⁰

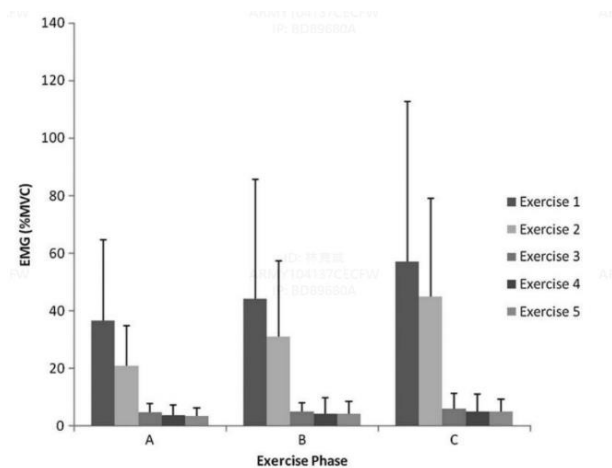
備考：**Exercise 1** 雙腳固定，雙臂交叉接觸對側肩部；**Exercise2** 雙腳固定，雙臂交叉，身體仰臥半向前屈曲約 12 公分；**Exercise3** 雙腳不固定，雙臂交叉，身體仰臥半起，向前屈曲約 12 公分；**Exercise4** 雙腳不固定，雙臂置於大腿外側，向前屈曲身體觸碰第二條標誌線；**Exercise5** 動作同 **Exercise4**，但須全程緊縮下腹部。

⁵⁷ 同註 46，頁 950-953。

⁵⁸ Monfort-Panego,M.,Vera-Garcia,F.J.,Sanchez-Zuriaga,D., & Sarti-Martínez,M.A.,” Electromyographic studies in abdominal exercises:a literature synthesis.”, Journal of manipulative and physiological therapeutics, Vol32,No3 (2009),p.232-244.

⁵⁹ Burden,A.M., & Redmond,C.G.,” Abdominal and hip flexor muscle activity during 2 minutes of sit-ups and curl-ups.”, The Journal of Strength & Conditioning Research, Vol27,No8(2013),p.2119-2128.

⁶⁰ 同註 58，頁 232-244。



圖九 腿部肌群(股直肌)活化程度

資料來源：〈Abdominal and hip flexor muscle activity during 2 minutes of sit-ups and curl-ups.〉⁶¹

備考：柱狀體代表 5 種不同動作操作開始(A)、過程(B)和結束(C)股直肌活化程度，柱狀體越高表示活化度越高，圖示中可發現 **Exercise 1** 與 **Exercise 2** 雙腳固定下，腿部肌群活化度高於其他雙腳不固定的動作，將可能使操作仰臥起坐時發生代償現象。

三、動作節奏過快

仰臥起坐測驗時，需在限時內完成最大反復次數，觀察國軍官兵仰臥起坐鑑測實際情況，發現官兵在操作仰臥起坐測驗時，會透過快速回彈上半身的方式完成動作，藉以獲得更多的次數，在平時訓練時，也常見官兵以這種方式操作仰臥起坐。操作仰臥起坐時，應緩慢、穩定的控制動作，如使用上半身產生快速向下慣性，會對地面形成一股反作用力，該反作用力將會提供給身體更好的回彈向上的力量，形成借力使力的方式完成仰臥起坐，這樣快速回彈的方式，會使動作節奏變快，身體將產生動量(momentum)，並借力於下背部。⁶²快速回彈的仰臥起坐除減少腹部肌群參與度外，快速大幅度的折彎脊椎也遠比慢速操作來的更加危險，該方式也會使背部與腰椎大力的撞擊地面，是否會額外造成脊椎的挫傷，目前尚未有相關研究，有待後續觀察。

陸、官兵降低脊柱壓力作法

一、美軍仰臥起坐測項的革新

西元 2018 年，美陸軍推出「陸軍戰鬥體適能測驗(Army Combat Fitness Test, ACFT)」取代舊有的「陸軍體適能測驗(APFT)」，其中仰臥起坐被平板撐體所取代，改以控制核心作為檢測腹肌肌耐力動作，並於 2022 年起全陸軍正式施行「陸軍戰鬥體適能測驗(ACFT)」，為使測驗周延，美軍曾針對 1,000 位美軍士兵運用核心穩定訓練計畫(CSEP)與傳統訓練計畫(TEP)做比較，結果得知核心穩定訓練計畫(CSEP)的平板撐體(Plank)效果與仰臥起坐訓練相同，因此，核心肌肉的能力亦可以平板撐體來檢測。鑑於美陸軍的改革，美國海、空軍也陸續跟進，將仰臥起坐由測驗中移除，並強調仰臥起坐重複屈曲脊椎運動與戰場動作關聯性較低，反而提高背部受傷機率。盱衡美軍仰臥

⁶¹ 同註 58，頁 232-244。

⁶² 林政東，〈仰臥起坐對下背痛的潛在風險〉《台灣衛誌》(台北市)，第 35 卷 1 期，台灣公共衛生學會，西元 2016 年，頁 31-38。

起坐革新，彰明較著重指向該動作有訓練傷害風險，使美軍將其徹底從體能訓練中排除，並以相對安全的平板撐體作為訓測項目。(如表五)

表五 美軍陸、海、空三軍體能測項

軍種 分類	美陸軍	美海軍		美空軍
項目	3 下硬舉	上肢 肌群	伏地挺身	伏地挺身
	站姿力量投擲			T 型伏地挺身
	T 型伏地挺身	核心 肌群	平板撐體	反向仰臥起坐
	負重拖曳衝刺			
	平板撐體			平板撐體
	3200 公尺 徒手跑步	心肺 適能	1600 公尺 徒手跑步	1500 公尺徒手跑步
				20 公尺漸進式折返跑

資料來源：作者自行彙整

二、國軍停止仰臥起坐體測評鑑

民國 111 年國軍考量戰備演訓任務，分析官兵日常身體所需肌力，並參考美軍與教育部體育署等體能測驗方式，將「仰臥捲腹(curl-up)」及「平板撐體」等兩項動作納入民國 112 年國軍體能訓測實施規定之中，國軍官兵可從此 3 項擇 1 項作為檢測腹部肌耐力的年度鑑測項目，另國防部考量「仰臥起坐」具有一定運動傷害風險，於民國 112 年 6 月 1 日下令起全軍鑑測站與駐地測驗停止「仰臥起坐」施測。⁶³因此，現行的國軍腹部核心肌群訓練方式共計有仰臥捲腹與平板撐體等二項。(如表六)仰臥捲腹為動態性訓練，即完成上、下動作計算 1 次，完成個人最大反復次數是為檢測成績，與過往仰臥起坐最大差別在於仰臥捲腹需搭配 40BPM 節奏速度操作，平板撐體則為靜態性訓練，維持秒數越久，成績越高。

⁶³ 同註 40，頁 1-2。

表六 國軍腹部核心肌群訓練動作流程

動作圖示		
動作名稱	仰臥捲腹(Curl-up)	平板撐體(Plank)
訓練方法	動靜組合性練習(等長—等張)	靜態性(等長)
預備階段	身體平躺，雙腳屈膝 90°，抬頭收下顎，以雙手指尖輕觸第一條標誌線。	俯臥姿勢，雙手肘撐地，雙手平貼地面，雙手肘，雙腳併攏或打開一腳掌寬。
向心階段	依提示音響起，屈腹以雙手指尖前滑觸及第二條標示線，並維持該動作。	雙手、腳協力將身體撐起，收緊肩胛、臀部及腹部，使身體保持一直線。
離心階段	依提示音響時，上身快速回躺，指尖後滑第一條標誌線。	無

資料來源：根據〈112 年體能訓測實施規定〉⁶⁴自行彙整

柒、結語

理論上，體能測驗目的是在增強官兵整體性基礎戰力，評估官兵個別性體能狀態，驗證訓練成效，適切的訓練動作規劃，能促進人體整體肌力、肌耐力的效能，然而運動要重視科學理論與證據，應避免適得其反的動作而造成運動傷害，降低因鑑測制度而有官兵受傷。檢視美軍體能訓練作法，仰臥起坐動作雖能訓練到腹部核心肌群，但因其潛藏諸多訓練危險因子，動作安全疑慮日增，形成士兵體能訓練上窒礙與困擾，美軍經多年精研最終將仰臥起坐從體能訓練中刪除，實足對國軍體能訓練產生啟發與警示，衡酌國軍體能訓練研改雖能審時度勢但仍欠缺完善。仰臥起坐動作雖能用以強化腹肌，但其潛在因壓力易造成傷損之風險：動作角度、雙腳固定、動作節奏等，都可能使國軍官兵暴露於受傷風險中。因此，國軍體能鑑測應刪除「仰臥起坐」項目之訓測動作，可以「仰臥捲腹」與「平板撐體」作為訓測動作，藉以消除部隊訓練危安風險，達強化單兵整體戰鬥表現。

⁶⁴ 同註 40，頁 1-2。

參考文獻

- 1.Army,U.S.(1992).Physical Fitness Training:Field Manual 21-20.Washington(DC): Headquarters.United States Army.
- 2.Army,U.S.(2007).Army Physical Readiness Training:Field Manual 3-22.20.United States Army.
- 3.Department of the Army(2020).Holistic health and fitness testing(ATP 7-22.0 1). Army Publishing Directorate.
- 4.Hamilton,N.,Weimar,W., & Luttgens,K.(2012)。肌動學：人體動作的科學基礎(林文心、洪承鋼、徐中盈、陳韻茹、趙遠宏、蔡佩真等譯)。合記圖書出版社。
- 5.Liebenson,C.(2017)。功能性訓練手冊(林瀛洲、林正常譯)。藝軒圖書出版社。
- 6.National Strength and Conditioning Association(2019).戰術肌力與體能訓練(林貴福等譯)。禾楓書局有限公司。
- 7.大山 卞 圭悟(2021)。圖解運動員必知的人體解剖學理解人體結構，讓訓練效果最大化(童小芳譯)。台灣東販股份有限公司。
- 8.白士修(2016)。核心腰力肌肉訓練：脊椎外科醫生傳授不腰痛健身操(蔡麗蓉譯)。世茂出版有限公司。
- 9.恒準市場研究有限公司(2017)。世界先進國家體能戰技訓練、標準、訓練作法及訓練人員培育研究期中報告。國防部：訓練參謀次長室。
- 10.國防部(2022)。112 年體能訓練實施規定。國防部。
- 11.巫信昌、翁誌誼、陳樹屏(2015)。核心肌群的訓練觀念與效果。臺南大學體育學報，(10)，1-10。
- 12.林政東(2016)。仰臥起坐對下背痛的潛在風險。台灣衛誌，35(1)，31-38。
- 13.林捷安、陳昭源(2022)。下背痛的門診評估與檢查適應症。家庭醫學與基層醫療，37(2)，43-50。
- 14.邱顯貴、畢路鑾(2005)。脊椎核心穩定肌群之訓練原則。大專體育，(81)，20-25。
- 15.洪政德、黃瑞榮、張家銘(2020)。國軍三項基本體能與美國陸軍戰鬥體適能之初探。休閒運動健康評論，9(2)，118-131。
- 16.梁凱涵、吳鴻文(2010)。抗力球運動的效益與應用。大專體育，(159)，93-99。
- 17.郭哲宇、林威秀(2010)。人體核心穩定能力的評估。大專體育，(110)，75-84。
- 18.陳牧如、林正常、林燕慧、林聯華(2005)。軀幹肌耐力對下背痛失能程度評估之預測效益。運動生理暨體能學報，(2)，141-147。
- 19.Akuthota,V.,Ferreiro,A.,Moore,T., & Fredericson,M.(2008).Core stability exercise principles.Current sports medicine reports,7(1),39-44.
- 20.Allen,B.A.,Hannon,J.C.,Burns,R.D., & Williams,S.M.(2014).Effect of a core co

nditioning intervention on tests of trunk muscular endurance in school-aged children. *J Strength Cond Res*, 28(7), 2063-2070.

21. Axler, C.T., McGill, S.M. (1997). Low back loads over a variety of abdominal exercises: Searching for the safest abdominal challenge. *Med Sci Sports Exerc*, 29, 804–811.
22. Bergmark, A. (1989). Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta Orthopaedica Scandinavica, Supplementum*, 230, 1-54.
23. Birell, S.A., & Haslam, R.A. (2010). The effect of load distribution within military load carriage systems on the kinetics of human gait. *Applied ergonomics*, 41(4), 585-590.
24. Burden, A.M., & Redmond, C.G. (2013). Abdominal and hip flexor muscle activity during 2 minutes of sit-ups and curl-ups. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(8), 2119-2128.
25. Childs, J.D., Teyhen, D.S., Benedict, T.M., Morris, J.B., Fortenberry, A.D., McQueen, R.M., & George, S.Z. (2009). Effects of sit-up training versus core stabilization exercises on sit-up performance. *Med Sci Sports Exerc*, 41(11), 2072-83.
26. Childs, J.D., Teyhen, D.S., Casey, P.R., McCoy-Singh, K.A., Feldtmann, A.W., Wright, A.C., Dugan, J.L., Wu, S.S., & George, S.Z. (2010). Effects of traditional sit-up training versus core stabilization exercises on short-term musculoskeletal injuries in US Army soldiers: a cluster randomized trial. *Phys Ther*, 90(10), 1404-12.