



應用「高強度間歇訓練」 建構部隊實戰化體能之初探

作者簡介



蘇明仁教師，屏東科技大學休閒運動健康研究所研究生；NSCA-CSCS肌力與體能訓練專家、XPORTS運動表現專家(Level.1)、肌力與體能訓練乙級教練；曾任海軍陸戰隊學校戰術體能教官、消防署戰術體能研究案專委，現任職陸軍步兵訓練指揮部運動科學推廣中心雇員教師。

提要

- 一、士兵在戰鬥上欲維持主動權，「高強度間歇訓練」是以具全盤思考且果斷的戰技運動為關鍵，而這類實戰下情境多屬暴露於地表，吸引敵人猛烈準確火力之下的高強度、短時間衝刺、高速移動戰鬥體能型態。
- 二、現代戰爭(鬥)型態，已完全不同於二戰時期，一位士兵實戰狀況下，須負重包括抗彈戰術背心、武器彈藥、食物飲水與兵科等裝備，總負重範圍落在28~36公斤，所須具備平均實戰負重約31公斤的肌力與體能。
- 三、如何建構部隊符合實戰體能需求，精準訓練階段強度依循，科學化應用「高強度間歇訓練」之「長間歇」、「短間歇」、「反覆衝刺」、「衝刺間歇」與「模擬競賽」等間歇訓練模式於部隊，將士兵實戰體能最佳化，值得探討研究。

關鍵詞：國軍體能、運動訓練法、高強度間歇訓練、實戰化

前言

近年因俄羅斯與烏克蘭兩國爆發戰爭，加上共軍機、艦對我軍事威懾手段日趨多元，更於我東部海域從事「聯合軍事行動」進行海、空域實戰演訓，¹明顯更具威脅我國土整體防衛作戰。²基此嚴峻敵情威脅，國軍近年戮力於軍事運動科學教育發展，並著眼於體能戰技訓練與測驗之改革，主要目的是，建構高效能實戰化訓練系統，將其訓練效益最大化，遷移至士兵於未來衝突場景上，所需體能戰技，以鍛造部隊得以預應「高強度」且「耗能」之實戰型態。

實際戰鬥型態中，士兵主要以間歇性且高強度的戰鬥運動表現，例如：近戰格鬥、就戰鬥位置、彈藥裝填及運送、工事構築；後勤裝卸、戰傷撤離、穿越障礙

物等間歇運動型態。這類戰鬥行動的能量狀態需求，皆需高度無氧與有氧系統供能與體能回復能力。而近年在國際軍事體能運動科學研討會上，戮力於軍事人員實戰時所需體能與運動訓練法實務中的研析指標，就是優化戰士實際作戰體能之「運動訓練法」與「生理狀況監控」精準訓練強度為探究。³

符合運動科學的 「實戰化」體能訓練

因士兵們實際臨戰情況為「未知情境」、「未知任務持續時間」，⁴及生命威脅下的「高張壓力」敵情，同時須在「高負重」、「高心率」狀態下，呈現暴露於敵人火力下的加速與減速；並不斷改變方向與衝刺折返的間歇「快速移動」能力。⁵故所謂的「實戰化」體能訓練或「戰

- 1 Ben Lewis, 〈中共近期在防空識別區的侵擾行為，改變了臺海現狀—研析〉《美智庫：外交關係學會》(臺北市)，民國112年2月10日，頁4。
- 2 同註1，頁5。英國皇家三軍聯合國防研究所在112年2月，於美國海軍學會Proceedings Magazine發表〈贏得在臺灣的城鎮戰〉(Win the Urban War in Taiwan)專文中指出，臺灣防衛戰略應是以贏得一場西部沿海城市的長期高耗能之戰，可能須以贏得城鎮戰為總體目標，來制訂作戰計畫。
- 3 陸軍軍官學校於111年度所舉辦「國軍推動運動科學化」學術研討會中，國立屏東科技大學—吳柏翰教授(此篇論文撰寫之際，時任國家運動訓練中心—運動科學處處長)，提出「強度與時間在週期性的融合下，將激發蘊藏在士兵體內之潛能。」運動科學訓練概念。
- 4 Mala Jesse MS、Szivak Tunde K MA, "Improving Performance of Heavy Load Carriage During High-Intensity Combat-Related Tasks", Strength and Conditioning Journal, August 2015, Vol.37, Issue4, p.43~52.(優化在高強度相關戰鬥任務中的負重移動能力)
- 5 許智翔，〈國軍城鎮戰能力發展研析〉《洞見與攻略》(臺北市：國防部整合評估司)，第十七期，民國112年3月，頁39~50。此期季刊編輯序文中指出，烏、俄戰爭迄今已逾一年多，在烏克蘭各地城鎮戰正持續消耗著交戰雙方，城鎮戰不僅是距離近、時間短、壓力大且節奏快。



術體能，可能是須具備在「生死」高壓力下的「未知情境」、「未知任務持續時間」、「高負重且高心率」、「快速移動」等關鍵戰術體能指標，似乎才符合運動科學實戰化的體能訓練模組。

一、應用運動科學原則建構實戰化體能訓練基礎

欲採符合運動科學原則的運動訓練法，將其部隊實戰體能訓練效益最佳化，應可依循「檢測」(Testing)士兵的身體素質狀況與實戰所需各式運動機能能力評估，作為「訓練」(Training)生理機制原理與運動訓練法選用；從而「追蹤」(Tracking)其相關訓練成效與疲勞監控。使整體訓練計畫內容因時制宜地修正，猶如運用共同認知與言語「翻譯」給予上級與接受訓練者，對於訓練機制與預期效益之「解釋」(Translating)，使其整體訓練具運動科學系統性(如圖1)。⁶

二、應用生物力學機制精準於訓練應用

人體運動的動作基礎是源自於，「如何面對日常周遭環境的反應」，部隊平時訓練可依動力學(Kinetics)全身(或肢

段)移動重心的速度、加速度、線性、角位移的相互依附關係，應用運動分析(Kinematic analysis)以影像攝影紀錄客觀分析戰技運動型態，協助評估部隊群體，有利精準訓練效益與評估傷險因子，優化戰鬥運動表現。

三、以「位置」、「模式」、「功率」作為體能戰技訓練依循

愛爾蘭橄欖球國家隊，運動表現總監——溫克爾曼(Winkelmann)，在他所著「教練的語言學」一書中指出，對競技運動員執行訓練時，應以「位置」(Position)、「模式」(Pattern)、「功率」(Power)訓練，⁷作為提升運動表現的依循。此概念應也適用於，同為軍事「戰術運動員」之群體，⁸藉以提升部隊，整體實戰體能戰技表現(如圖2)。

(一)位置：在執行體能戰技運動時，須看作動型態在每階段發力角度、觸地等要素，是否在正確的位置上。

(二)模式：產生戰鬥表現動作的形成過程中，是否有在某個環節錯誤或不流暢(例：不協調、技術熟練程度、受傷

6 國立體育大學—技擊運動技術系暨運動表現團隊負責人—江杰穎副教授於「XPORTS運動表現專家培訓系統」提出「4T運動科學原則」。江杰穎，〈XPORTS運動表現專家認證Level.1〉，官方網站，https://www.facebook.com/XPORTS.TW/?locale=zh_TW，檢索日期：2023年7月27日。

7 Nick Winkelmann編著／吳妍儀譯，《教練的語言學》(臺北市：臉譜出版社，2023年3月)，頁27。

8 Scofield Dennis E、Kardouni Joseph R, "The Tactical Athlete: A Product of 21st Century Strength and Conditioning", Strength and Conditioning Journal, August 2015, Vol.37, Issue4, p.2~7.(21世紀肌力與體能的產物—戰術運動員)



圖1 運動科學系統4T原則示意圖

資料來源：1.Duncan N.French、Lorena Ronda著／林貴福等譯，《NSCA運動科學—原文序》(臺北市：禾楓書局有限公司，2022年2月初版)，頁3～6，檢索日期：2023年7月18日。
2.作者彙整製圖。



圖2 體能戰技運動表現訓練3P原則

資料來源：1.Nick Winkelman編著／吳妍儀譯，《教練的語言學》(臺北市：臉譜出版社，2023年3月)，頁27，檢索日期：2023年7月18日。
2.作者彙整製圖。

等)？

(三)功率：戰技(鬥)動作的輸出功率(動力)與產生力量的速度(發力率，

Rate of Force Development, RFD)是否達標？

例：一名士兵可以負重自身體重1倍重量的俯地挺身1下與自身體重2倍重的深蹲1下；500公尺障礙測驗滿百級分能力。顯示具備有較佳的上、下肢肌力(功率)與速度協調水準(模式)，但在手榴彈基本投擲項目，卻無法投進合格標準。若採「位置」、「模式」、「功率」訓練原則，剔除能力表現變項後，得到該名士兵可能不必針對提升力量、體能與協調性之訓練，而須在投擲動力學的出手與發力角度上(位置)，投入準確的調整訓練。以此科學化原則依循，應可精準訓練體能戰技指標，強化部隊戰技(鬥)運動表現。

高強度間歇訓練(HIIT) 與部隊實戰體能關係探討

2021年一篇以美國海軍陸戰隊隊員，在「高階特種戰術訓練後—身體生理變化呈現」研究顯示，⁹士兵在實戰高壓的生理負荷下，將導致特定運動機能下滑。其中，以無氧作功能力呈現巨幅下降與高度需求的最大攝氧量，導致作戰時，有氧恢復能力與戰鬥敏捷性降低具高度相關性

9 WintersJoshua.et al,"Altered Physical Performance Following Advanced Special Operations Tactical Training", Journal of Strength and Conditioning Research, July 2021 , p.1809～1816.(高階特種戰術訓練後—身體生理變化呈現)



，間接影響了「任務成功率」與「生死存活」。明確指出，提升士兵無氧作功能力與最大攝氧量，可視為將實戰體能最佳化之關鍵。

2022年西班牙軍事研析報告更指出，部隊透過「高強度間歇訓練後，對近距離戰鬥的生理與心理效益影響」，¹⁰結果表明，士兵在高強度間歇訓練後(High intensity interval training, HIIT)，士兵的無氧作功能力提升、安靜心律明顯平均下降與心理焦慮反應降低。對應在近距離戰鬥任務模擬中的生理與心理反應，呈現具高度相關性。在當前以「為用而訓」為主軸的國軍部隊，應可運用高強度間歇訓練(HIIT)，優化部隊實戰體能，將其「供能」訓練效益最大化，建構部隊實戰化體能，以達「為戰而訓」之目

標。

一、HIIT的運動生理機制

HIIT係指執行反覆性運動的運動強度必須高於乳酸閾值(Lactate Threshold, LT)，或高於臨界速度(Critical Velocity, CV)、臨界功率(Critical Power, CP)，¹¹並穿插著低強度恢復或完全休息的運動型態。¹²若沒高於這幾項生理指標，可能就不能稱作HIIT，而HIIT生理適應是為讓人體必須在「高於」臨界速度與臨界功率下的運動強度持續運動，以提升乳酸閾值(Lactate Threshold, LT)耐受能力。¹³

每個人最大氧攝取量皆有其限度，此限度抵達時，運動強度就算持續增加，攝氧量並不會隨之增加，進而達到個人「最大攝氧量」($VO_2\max$)水準，¹⁴當 $VO_2\max$ 出現在平台位置時，就算強度

- 10 Tornero Aguilera, Jose F.et al,"Ready for Combat, Psychophysiological Modifications in a Close Quarter Combat Intervention After an Experimental Operative High Intensity Interval Training ", Journal of Strength and Conditioning Research, March 2022 , p.732~737.(高強度間歇訓練後，對近距離戰鬥的生理與心理效益影響)
- 11 Succì Pasquale J.et al,"Application of VO_2 to the Critical Power Model to Derive the Critical VO_2 ", Journal of Strength and Conditioning Research, December 2022 , p.74~80.(運用攝氧量程度於臨界功率模組，驗證臨界攝氧量值)
- 12 乳酸閾值LT：(閾：門檻之意)以分析血中乳酸(濃度達 $\geq 4\text{mmol/L}$)鑑別是否達無氧閾值。臨界速度CV：能夠長時間持續運動，不致疲勞的最高速度(或稱Critical Speed,CS)。
臨界功率CP：能夠長時間持續運動，不致疲勞的最大作功(未超過乳酸濃度 4mmol/L)。
- 13 林正常，《運動生理學—第十章—運動訓練的生理學基礎》(臺北市：師大書苑有限公司，2022年9月第五版)，頁213。
- 14 最大攝氧量 $vVO_2\max$ ：v為抵達最大攝氧量的速度。運動生理文獻上指出攝氧量(oxygen intake)為外呼吸進入血液的氧攝取量、耗氧量(oxygen consumpition)為內呼吸過程由血液進入組織內氧量、需氧量(oxygen requirement)為執行運動所需氧量，本文以「攝氧量」稱之。

再提高，身體所能夠使用的氧氣能力，已不會再增加，這位置稱最大有氧速度(Maximal Aerobic Speed, MAS)或最大有氧功率(Maximal Aerobic Power, MAP)(如圖3)，就可對應當時的運動強度及輸出功率。¹⁵

二、高強度間歇訓練對部隊實戰體能預期效益

早在2015年時，就已有「優化在高強度相關戰鬥任務中的負重移動能力」軍事文獻指出，現代化戰爭下，士兵所承受的情境為「無氧閾值戰場」的身體生理適應。¹⁶「無氧閾值」是一種運動強度，此運動強度須高於CV或CP，人體須採無氧或有氧代謝提供能量供應，維持高強度運動，以達到運動經濟性。¹⁷而這種實戰場上的體能特質，正是接近HIIT的運動生理機制，故若能應用HIIT，使士兵生理適應同期化於實戰體能強度區域。並依戰鬥(

技)的「無氧作功能力」(W')持續時間與速度／輸出功率比值乘積，1～4號之面積，可代表不同的戰鬥型態的 W' (如圖4)，設計個別化HIIT模組，就可能精準建構部隊高動力的實戰體能。¹⁸

執行戰鬥(技)運動時的最大攝氧量百分比(Maximal Oxygen Intake, VO_{2max} %)，¹⁹此百分比也稱為運動表現氧攝取量(Performance Oxygen Uptake)可能為「肆應」，²⁰現代無氧戰場型態之實戰體能關鍵預測指標。戰鬥表現時士兵的氧攝取量，可視為乳酸形成與緩衝達平衡狀態時的最大運動強度，此種平衡狀態也稱為最大乳酸穩定狀態(Maximal Lactate Steady State, MLSS)，²¹所以HIIT時的強度劑量，亦是須高於最大乳酸穩定狀態位置，使乳酸堆積開始超過緩衝能力，才有可能提升無氧閾值(Aerobic Threshold, AT)，將效益遷移至實戰

15 最大有氧速度MAS：最大攝氧量出現時的最低速度。最大有氧功率(MAP)：最大攝氧量出現時的最低功率。

16 同註3。

17 無氧運動經濟性被定義為，執行某一移動時的速度，所作用功率與能量輸出的比值「無氧作功能力」(Anaerobic Work Capacity, W')。

18 W' 是在人體移動產生速度的強度高於CP/CV狀態時，能夠使用的輸出功率(或被限制使用)，既使功率與持續時間乘積(面積)相同，但輸出功率高低與持續時間不同，即呈現不同強度適應的 W' 值。

19 最大攝氧量百分比：指血漿乳酸、肺換氣量與心跳率在漸增強度運動中，不呈比例上升的強度。無氧閾值：指在某一強度閾值以上，肌肉即產生乳酸的概念。

20 林正常，《運動生理學—第七章—攝氧量的生理基礎》(臺北市：師大書苑有限公司，2022年9月第五版)，頁140～143。「肆應」：為應付；解決之意，例：「善於肆應」、「有能力肆應挑戰」。

21 廖敬迪，《減法訓練—減去不合適的方式，科學化高效能體能訓練》(臺北市：墨刻出版有限公司，2022年7月初版)，頁141～150。



體能。²²

部隊應用高強度間歇體能訓練原則暨規劃

一、HIIT訓練原則概念

須先鑑別出，戰鬥(技)持續時間與速度／輸出功率的生理適應指標，確立接近戰鬥(技)生理適應之HIIT「訓練類型」，從而選定符合部隊實戰化的HIIT「訓練模式」，再依強度、持續時間與休息時間精準於訓練「課表設計」，達實戰體能「預期效益」(如圖5)。

二、HIIT訓練應用程序

首先確立訓練目標需求，如實戰時戰鬥(技)任務專項的生理適應，以及個人狀況評估，如訓練程度、心理狀態等；選定HIIT類型、模式以預期訓練適應，執行課表規劃，建立訓練週期，達訓練低風險，效益最佳化(如圖6)。

三、HIIT類型與特性鑑別暨訓練階段應用

以接近各兵科訓練階段，所需實戰生理適應目標，進而選定HIIT訓練類型，類型可在各訓練階段，依間歇訓練特性所衍生的能量代謝、神經與肌肉刺激狀況比例生理特性(如表1)，區分六大類型(如圖7)，並將其訓練效益遷移。

四、HIIT訓練強度依循的獲得

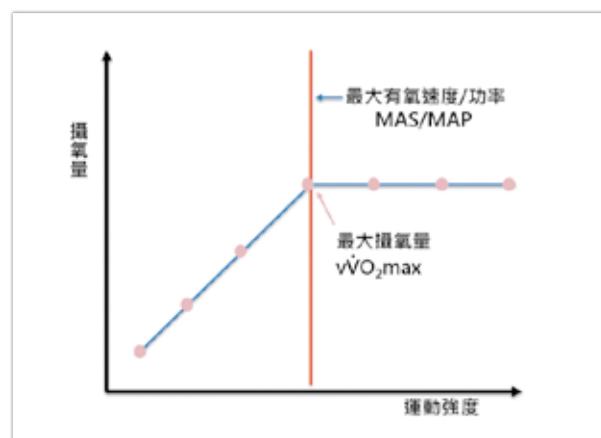


圖3 最大攝氧量 $v\text{VO}_2\text{max}$ 與運動強度關係圖

資料來源：1.林正常，《運動生理學—第七章—攝氧量的生理基礎》(臺北市：師大書苑有限公司，2022年9月第五版)，頁140～143。
2.作者彙整製圖。

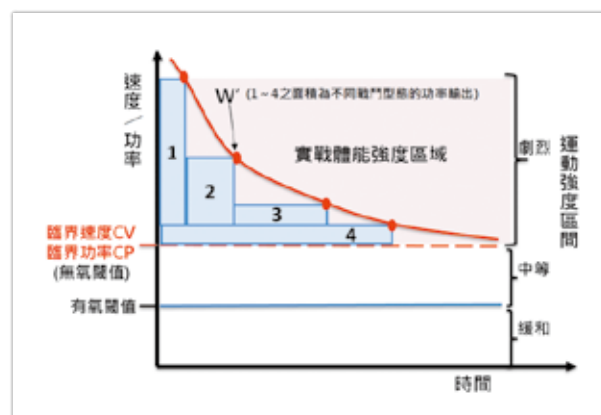


圖4 無氧作功能力 W' 與實戰體能關係圖

資料來源：1.Paul Laursen, Martin Buchheit, Science and Application of High Intensity Interval Training (United States of America: Human Kinetics 2019) p.56.(高強度間歇訓練科學與應用)
2.作者彙整製圖。

HIIT強度調控，須依循「最大攝氧量」或「臨界速度」(CV)、「臨界功率」

22 Tudor O. Bompa、Carlo A. Buzzichelli著／吳柏翰等譯，《運動訓練法第11章—耐力訓練》(新北市：藝軒圖書出版社，2020年6月第三版)，頁271。



圖5 HIIT規劃概念圖

資料來源：作者自行彙整製圖。

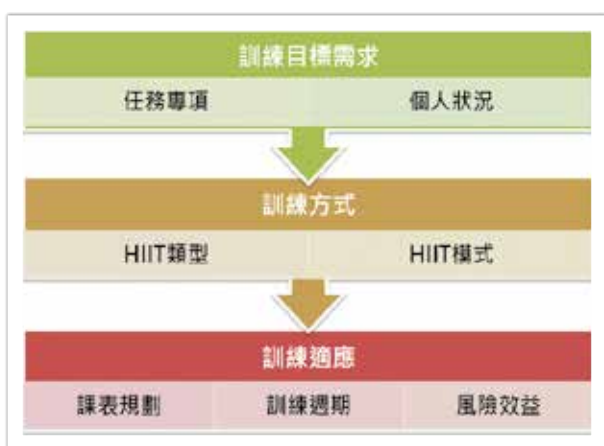


圖6 HIIT應用程序圖

資料來源：作者自行彙整製圖。

(CP)，作為訓練強度依循。²³ 因部隊在訓練當下，是無法得知最大攝氧量狀況，而透過「30～15間歇體能檢測」(Intermitted Fitness Test, IFT)，²⁴ 以訓練者在高速跑動下的臨界速度或功率(動力)，獲得「最後一階速度」(Velocity Intermitted Fitness Test, VIFT)，對應強度約120%最大攝氧量與近100%臨界速度／功率(CV/CP)速率數值。應可作為部隊實際訓練時，在已知距離與時間比值之速率運用，以精準調

控訓練強度。

五、30～15間歇體能檢測(IFT)

「科學報告」(Scientific Reports)期刊於2022年以「30～15間歇體能檢測對軍人心肺適能評估之信效度與實用性」研析中，²⁵ 以步兵為受測對象，進行了跑步機、2 英里跑步與30～15 IFT間歇體能三種檢測比較。目的是欲檢驗出30～15 IFT對於步兵部隊實戰體能相關性。此研析結果指出，30～15 IFT的檢測模式，似乎是評估

- 23 Yu HsuanKuo, ChingFeng Cheng, Yu Chi Kuo, "Determining Validity of Critical Power Estimated Using a Three-Minute All Out Test in Hot", International Journal of Environmental Research and Public Health, August 2021, Vol.18, Issue17, p.2～9.(以三分鐘最大努力之動力輸出檢測，驗證在熱環境中的臨界功率)
- 24 30～15間歇體能檢測(Intermitted Fitness Test, IFT)是一種透過連續穿梭跑動中，每階段強度增加0.5公里／小時速率，跑動30秒後即15秒被動休息的漸增速度檢測。戰術運動員在高強度跑動下直至筋疲力盡或自覺滿意自行停止的臨界體能狀態(最後一階速度 V_{IFT} 公里／小時，約落在120% VO_{2max} 之上下左右)(最後一階的速率)；後續訓練再行換算成公尺／秒，即可作為高強度間歇訓練類型、模式與課表規劃的強度依據調控，此檢測符合個別體能狀況差異性與在實戰時的多種方向折返之特性。
- 25 Armin H. Paravlicetal, "The reliability, validity and usefulness of the 30～15 intermittent fitness test for cardiorespiratory fitness assessment in military personnel", Scientific Reports, Sept 2022, Vol.12, p.1～8.(30～15間歇體能檢測對軍人心肺適能評估之信效度與實用性)



表1 HIIT訓練類型(特性)、目標暨部隊應用階段時期建議參考表

HIIT類型	類型特性暨訓練目標	間歇運動型態	部隊應用階段
第一型	針對有氧代謝心肺系統，提升肌肉纖維氧化能力。	跑動下，降低做功強度，延長做功時間，主要發展有氧系統。	入伍訓練階段 出基地階段
第二型	代謝需求接近第一型，卻增加了神經肌肉系統張力刺激，強化肌肉耐受度。	跑動下，融入跳躍、B折返等增強式元素。	駐地訓練階段 專精訓練階段
第三型	代謝需求接近第一型，但大幅提升無氧醣解能量供給能力。	跑動下，調控改變做功與休息時間比值。	
第四型	代謝需求接近第三型，同時增加神經肌肉系統張力刺激。	休息不完全狀態下，增加神經肌肉刺激(衝階梯或推雪橇、B負重拖曳)。	進訓基地階段 演訓測考階段
第五型	代謝需求接近第一型，大幅仰賴無氧醣解系統作為能量供給，同時存在神經肌肉系統張力刺激，接近實戰體能狀態。	小型模擬競賽 Small Sided Games, SSG 高強度戰術訓練 High Intensity Tactical Training, HITT	
第六型	以刺激神經肌肉系統為核心，有氧與無氧的能量代謝發展有限，主要目的提升肌力。	肌力(重量)訓練 Weight Training, WT	各階段 (依解剖適應週期)
備註	於各階段中，需嚴密監控HIIT後之休息與恢復。		

資料來源：1. Paul Laursen, Martin Buchheit, Science and Application of High Intensity Interval Training (United States of America: Human Kinetics 2019), p.15~20. (高強度間歇訓練科學與應用)

2. 《陸軍聯合兵種營作戰教範》，陸軍司令部編印(桃園)，民國111年12月，頁4-358。

3. 作者彙整製表。

軍人心肺適能，一種具可靠效度之檢測。從30~15 IFT獲得臨界功率、最後一階速度與攝氧量最大值，認為是比跑步機和2英里跑步所測得參數，更貼近步兵在實戰時的生理適能。

(一)30~15間歇體能檢測(IFT)APP—流程(如圖8、9)

1. 下載30~15IFT應用程式，點選進入主畫面。
2. 下載列印30~15IFT，28公尺場設；8、10km/h速度紀錄表。
3. 選取語言(英文)與籃球場模式。
4. 按下播放鍵，檢測即開始(依紀錄

表內各階區間順序來回穿梭跑動)。

5. 將最後一階速度記錄於紀錄表上(各階段中，未能於聲響節奏內抵達指定區間2次，即為檢測停止，並記錄其對應速度；若階段內指定區間數未完成，則以上一階之紀錄為最後一階速度)。

(二)HIIT執行強度參考標準：「最後一階速度 V_{IFT} 」，為精準執行HIIT強度劑量調控之「基準」依循。例如：測得 V_{IFT} 記錄為第21階，對應紀錄表速率為18km/h；換算公尺(m)/秒(s)為1,800m/3600s=5m/s。獲得士兵具備在CV、CP生理適應中，產生每秒5公尺的

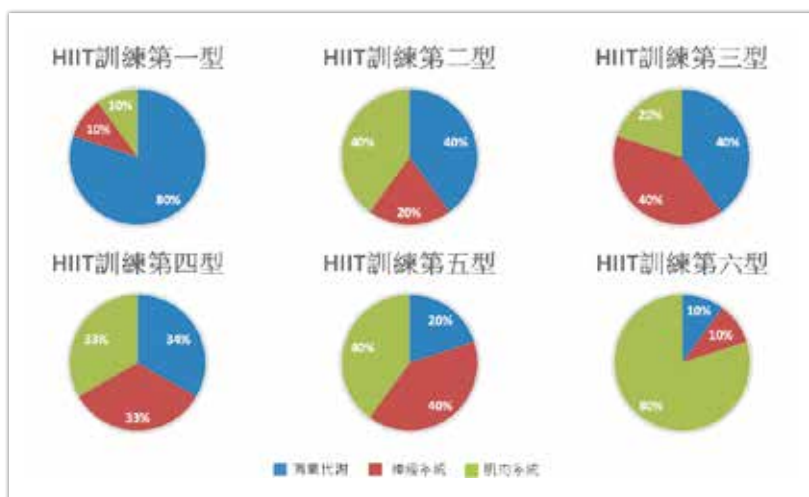


圖7 高強度間歇體能訓練類型—依生理適應刺激比例

資料來源：同圖4，p.34，作者參考彙整製圖。

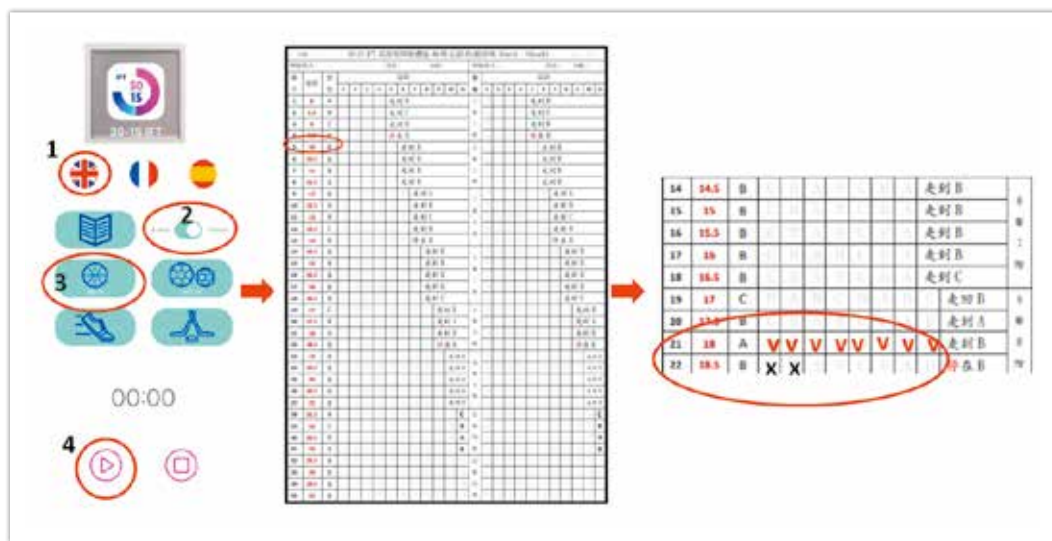
最後一階 V_{IFT} 強度；同理預計訓練強度設為 $V_{IFT}90\%$ ，換算得到須以4.5m/s速度執行訓練。這樣就可匡設HIIT持續時間與距離(例：運動時間10秒，所需完成距

離等於45公尺)，此強度換算概念，可作為精準HIIT速度、距離與時間之強度調控(如圖10)。²⁶

六、影響執行HIIT效度的關鍵能力

HIIT的關鍵能力為「無氧能力」，例如兩位士兵在30～15間歇體能檢測中，生理適應上抵達相同的最大攝氧量，但抵達最大攝氧量速度與30～15

IFT最後一階速度的能力卻有所不同，可能代表兩位士兵在移動經濟效益上是有所差異。故在一定的最大攝氧量之中，能以較高速率作功的無氧能力體能狀態，應該



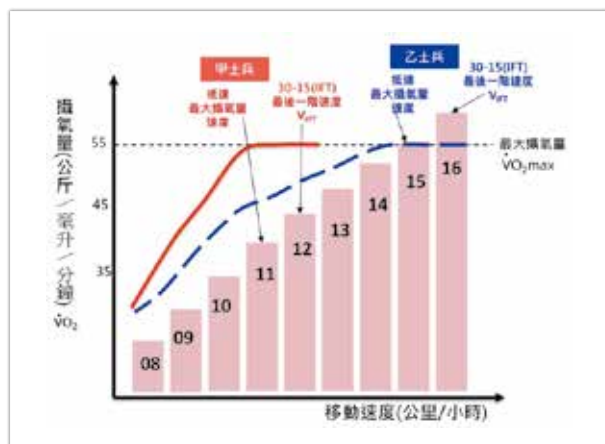


圖11 HIIT關鍵無氧能力示意圖

資料來源：同圖4，p19，作者參考彙整製圖。

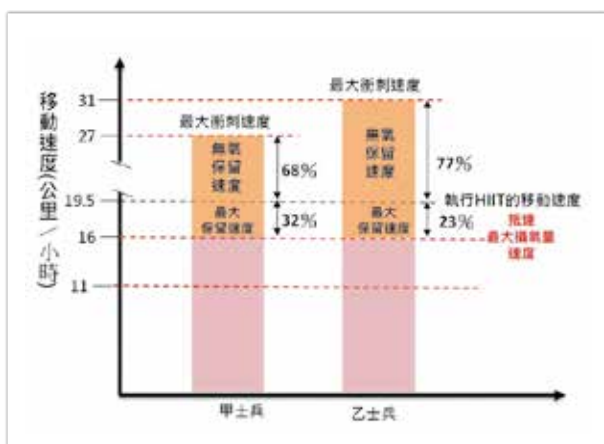


圖12 無氧保留速度示意圖

資料來源：同圖4，p.23，作者參考彙整製圖。

表2 以「跑動」形式的HIIT間歇模式—強度、組數、休息建議參考表

間歇模式	運動型態	持續時間	強度	趟數	組數	趟數之間 休息時間	
長間歇	直線	<2分鐘	80~85% 最後一階速度 V_{IFT}	6	10	2分鐘	
	直線(沙地、B丘陵)	>3分鐘		5	8	>3分鐘	
				4	6		
短間歇	直線	20~30秒	85~89% 最後一階速度 V_{IFT}	2	3	全程訓練時間約8分鐘	20秒~30秒
		<15秒	90~100% 最後一階速度 V_{IFT}				≥20秒
	改變方向	>25秒	100~105% 最後一階速度 V_{IFT}				15秒~30秒
反覆衝刺	45°~90°改變方向	<3秒	盡最大努力	2	3	>20秒	
	直線+跳躍	>4秒	盡最大努力 (>30公尺或2x15公尺)	2	3	<20秒	
衝刺間歇	直線	>20秒	盡最大努力	6	10	≥2分鐘	
模擬競賽	兵科任務模式 (HITT)	3~4分鐘	自選強度RPE > 7	5	8	2~5分鐘	
				4	6		
備註	一、自覺強度(Rating of Pperceived Exertion, RPE)>7，體感吃力至最大限度。 二、此建議參考表，僅呈現趟數之間休息時間，仍須視部隊實戰體能訓練目標，適當穿插每組之間的組間休息時間，以利維持訓練過程中的W’。 三、高強度戰術訓練(High Intensity Tactical Training, HITT)。						

資料來源：1.同表1，p.3~6。

2.邱雁熙、蘇遂龍，〈簡介：美軍當前訓練體系暨科技化訓練〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第571期，2020年6月，頁33~35。



HIIT「模式」(如表2)，以利設計出具肆應實戰之HIIT課表。

九、HIIT強度的作功、休息比值對 W' 影響

因執行HIIT時，須完成每一組內反覆趟(次)數，與數量不定的組數。如何在身體處於高耗能狀態下，維持每一組內與各組輸出動力(如圖13)，應用調控休息時間長度與強度；或增減本身運動強度與力度，成為重要訓練變項，才可能有效度完成訓練課表，建構最佳之實戰體能效益。

十、HIIT課表設計的10個操控因素(如圖14)

(一)運動強度：有無高於乳酸閾值(LT)，或高於臨界速度(CV)、臨界功率(CP)？

(二)運動持續時間：強度與持續時間成反比(強度高、持續時間短)。

(三)間休強度：完全休息或動態休息。

(四)間休時間：給予特定能量系統足夠時間再生成供應，以利維持運動強度。

(五)一組(時間)：有幾次反覆起伏(運動強度、時間與休息強度、時間)。

(六)完成幾組：完成一組內幾次的反覆起伏，總量組數。

(七)組間休息時間：給予特定能量系統足夠時間再生成，以利完成後續組數。

(八)組間休息強度：僅有完全休息。

(九)總訓練量：操控因素項次之1~8的總和。

(十)運動種類與場地：跑步、風扇車、推拉雪橇；草地、橡膠、水泥地。

十一、HIIT課表設計變項注意要點

(一)調控強度：同樣休息比值下，無氧能力會因趟(次)數漸增，開始下降。

(二)調控休息時間：休息時間若過短，會導致 W' 下降，影響下趟強度未達。

(三)調控組內休息：休息時，若採低強度休息(慢跑或踏步)，會持續耗能，如為了維持次組的功率、速度，也可採完全休息方式。

(四)調控組間休息：可安排組與組之間的短暫休息恢復，以利後續組數完成。

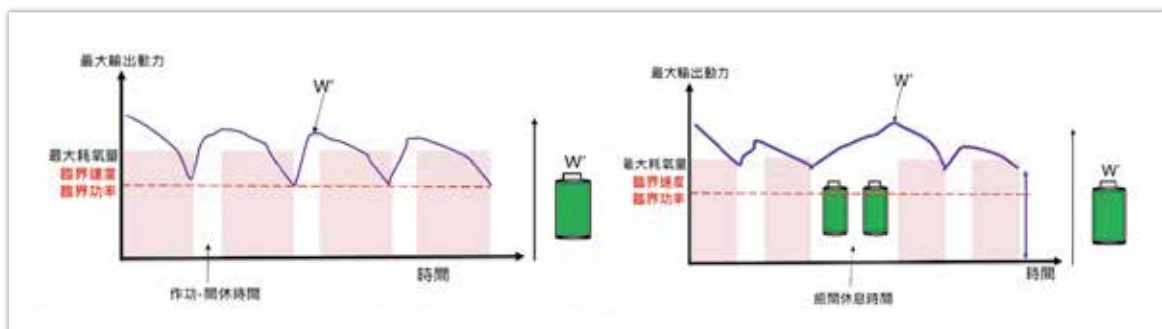


圖13 作功輸出一間休、組間休息比值與 W' 關係

資料來源：同圖13，p.56~61，作者參考彙整製圖。

十二、HIIT訓練風險暨疲勞休息恢復控管

應用HIIT相關間歇模式，因臨近實戰體能狀態，皆屬於高耗能(強度)訓練，隨之帶給士兵的疲勞，可能甚大。所以，訓練前須評估個人體能狀態，因時制宜的漸進強度訓練，搭配符合邏輯序列之生理訓練週期，以維訓練安全。²⁹

訓練中，須注意訓練當下的地面類型，如：硬地(水泥、柏油)對於神經、肌肉負荷較大；軟地(沙地、草皮、橡膠)則對神經肌肉、負荷稍小；有較多跳躍、高速與改變方向等運動型態(若為划船機、風扇車等，關鍵則在轉速阻力高低)，都屬神經、肌肉負荷較大，故須嚴密控管訓練後之彈性休息與恢復期程(至少 ≥ 2 日)，以降低後續兵科專項戰技(術)課程訓練風險。

十三、以「速度」與「功率」之強度建構部隊實戰體能的HIIT 規劃

訓練強度等於「速度」：操弄訓練時的移動速度變化，例：在 $180 \sim 100\%$ ($VO_2\max$)的強度區間亦是「無氧保留速度ASR/APR」。應用各式「間歇訓練模式」之強度刺激，對應在實戰體能所需生理適應，精準訓練效益最佳化(如圖15)。

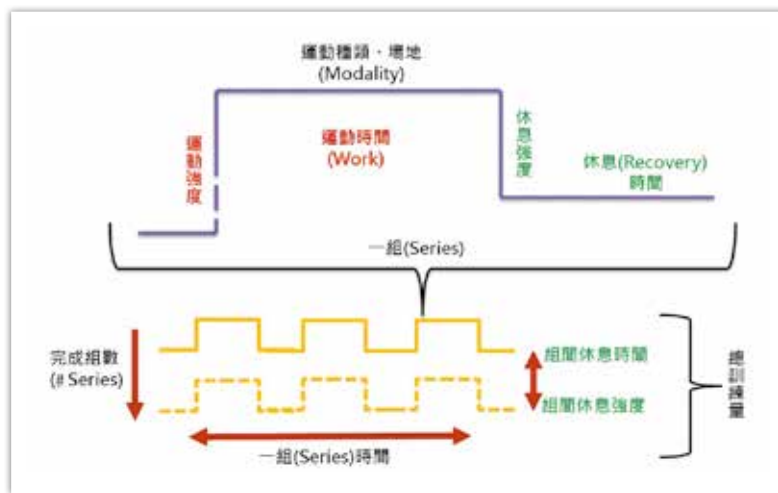


圖14 規劃HIIT課表操控因子

資料來源：同圖13，p.54，作者參考彙整製圖。

(一)長間歇：90~100%最大攝氧量強度，持續時間高於1分鐘的間歇運動。

(二)短間歇：100~120%最大攝氧量強度，持續時間1分鐘以內的間歇運動。

(三)反覆衝刺間歇：120~160%最大攝氧量強度，65~85%最大衝刺速度，高於 V_{IFT} 介於最大乳酸穩定狀態。

(四)衝刺間歇：160~180%最大攝氧量強度，85~95%最大衝刺速度，強度高。

十四、HIIT效益遷移兵科任務所需實戰體能要素

應用HIIT課表，欲將訓練效益最大化，須先讓其效益最佳化遷移至部隊實戰任務型態，以提升士兵的能量系統與肌力特

29 同註24，頁75~80。

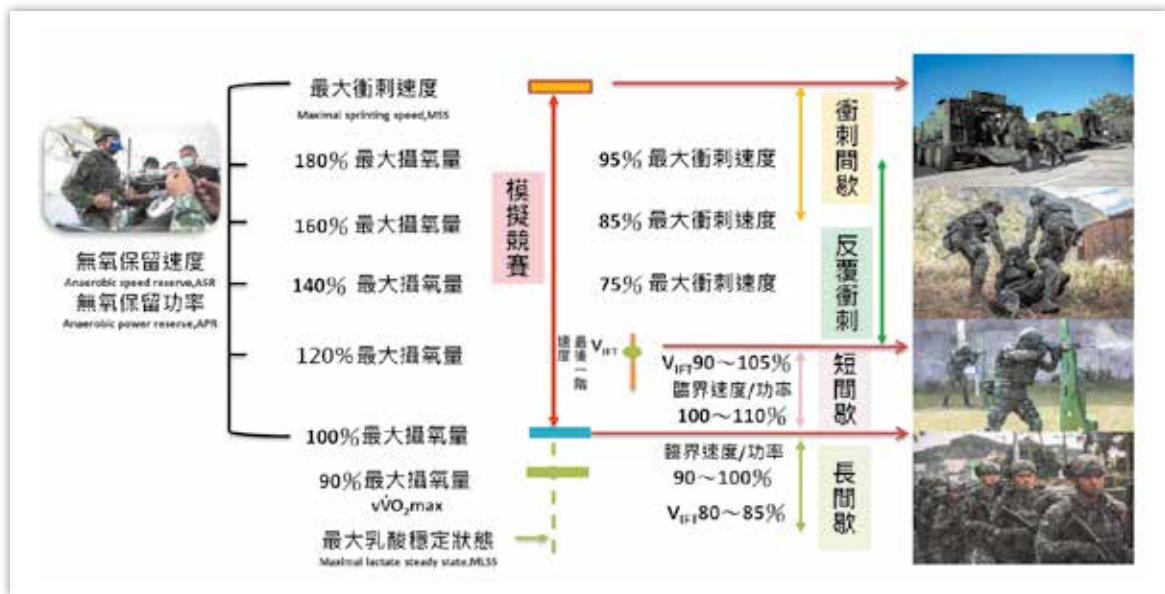


圖15 以速度與輸出功率為依據，精準HIIT訓練模式與強度

資料來源：1.同圖4，p.12~14。

2.陳鎮江，〈機步排藉模擬接戰系統提升訓練成效之研究〉《步兵季刊》(鳳山)，第282期，2021年11月8日，頁22~29。

3.作者彙整製圖。

質；無氧動力、爆發力與負重移動之實戰體能，可能有賴於運動科學精準化的HIIT訓練內容(如表3)。³⁰

(一) 進入戰術位置、戰術行軍、戰傷後送、彈藥整補：臨戰運動持續時間，屬稍長，對應HIIT訓練模式較接近「長間歇」模式。

(二) 障礙超越、手榴彈投擲：臨戰運動屬高爆發力且時間較短，對應「短間歇」HIIT模式。

(三) 下車戰鬥、近戰格鬥：臨戰運動

屬極短時間，反覆連續爆發力，對應「反覆衝刺」HIIT模式。

(四) 變換射擊位置、戰傷撤離：臨戰運動屬短時間衝刺型態，對應「衝刺間歇」HIIT模式。

(五) 應援掃蕩、城鎮作戰、限制空間作戰：臨戰運動屬兵科任務組合型態，對應「模擬競賽」HIIT模式。

(六) 陣地標定經營、工事構築：臨戰運動屬肌力輸出比例大，對應「重量訓練」HIIT模式。

30 NevinJonpaul, Jones Martin Ian, "Human Performance Optimization(HPO) for the Warfighter—Keeping It Simple in a Complex Age:A Narrative Review", Strength and Conditioning Journal, December 2022, Vol.44, Issue6, p.1~9.(複合式戰爭時代—簡單最佳化戰士體能模組：敘述回顧)

表3 HIIT效益與部隊「實戰體能」應用—以地面部隊作戰任務為例

實戰任務型態	HIIT訓練模式	訓練強度	休息模式	HIIT類型
進入戰術位置	長間歇 Long Interval, LI	V _{IFT} 80～85%；CV/CP 90～100%。 運動時間：2～5分鐘。 降低運動強度，延長運動時間。	完全休息／V _{IFT} 45%或CV/CP 60%動態恢復。 休息時間：1～4分鐘。	第三型 第四型
戰術行軍				
戰傷後送				
彈藥整補				
障礙超越	短間歇 Short Interval, SI	V _{IFT} 90～105%；CV/CP 100～110%。 運動時間：10～60秒(動力輸出)。	完全休息／ V _{IFT} 45%或CV/CP 60%動態恢復。 休息時間：10～60秒。	第一型 第二型 第三型 第四型
手榴彈投擲				
下車戰鬥	反覆衝刺 Repeated Sprint Training, RST	盡最大努力(All Out) 運動時間：3～10秒。 (運動時間短，休息也短暫)	完全休息／ V _{IFT} 45%或CV/CP 60%，15～60秒的動態恢復。 休息時間：15～60秒(需有組間休息時間約2～3分鐘)。	第三型 第四型
近戰格鬥				
變換射擊位置	衝刺間歇 Sprint Interval Training, SIT	盡最大努力(All Out) 運動時間：20～30秒。 (運動時間短，休息也短暫)	靜態完全休息 休息時間：1～4分鐘。	第五型
戰傷撤離				
應援掃蕩	小型模擬競賽 Small Sided Games, SSG	有高有低，不規則。 運動時間：2～8分鐘。	靜態完全休息 休息時間：運動休息比1：30～2分鐘。	第二型 第三型 第四型
城鎮作戰				
限制空間作戰				
陣地標定經營	重量(肌力)訓練 Weight Training, WT	視肌力的解剖適應週期而定。		第六型
工事構築				
備註	V _{IFT} ：高速跑動下的臨界強度(最後一階跑速)；CV：臨界速度；CP：臨界功率；反覆衝刺與衝刺間歇訓練模式，在強度上皆須以最大努力輸出動力，所以，不會有以V _{IFT} 百分比做強度劑量調控。			

資料來源：1.同表1，p.43~57。

2.《陸軍機械化步兵排、班作戰教範》，陸軍司令部編印(桃園)，民國106年9月，頁3-16。

3.作者彙整製表。

表4 「高強度間歇訓練」各項生理與訓練法之英文專有名詞縮寫對照表

英文縮寫	英文全銜	中文名稱
HIIT	High Intensity Interval Training	高強度間歇訓練
HITT	High Intensity Tactical Training	高強度戰術訓練
RFD	Rate of Force Development	發力率
LT	Lactate Threshold	乳酸閾值
CV	Critical Velocity	臨界速度
CP	Critical Power	臨界功率
VO ₂ max	Maximal Oxygen Intake	最大攝氧量



MAS	Maximal Aerobic Speed	最大有氧速度
MAP	Maximal Aerobic Power	最大有氧功率
W'	Anaerobic Work Capacity	無氧作功能力
MLSS	Maximal Lactate Steady State	最大乳酸穩定狀態
AT	Anaerobic Threshold	無氧閾值
30-15 IFT	30-15 Intermitted Fitness Test	間歇體能檢測
VIFT	Velocity Intermitted Fitness Test	最後一階速度
ASR	Anaerobic Speed Reserve	無氧保留速度
MSS	Maximal Sprinting Speed	最大衝刺速度
LI	Long Interval	長間歇
SI	Short Interval	短間歇
RST	Repeated Sprint Training	反覆衝刺
SIT	Sprint Interval Training	衝刺間歇
SSG	Small Sided Games	小型模擬競賽
WT	Weight Training	重量(肌力)訓練
備考	依照論文閱讀頁碼，順序排列英文專名詞縮寫對應中文名稱。	

資料來源：同表1，p.5~72.(高強度間歇訓練科學與應用)，作者參考彙整製表。

結語

面對現今實戰情境與戰鬥型態下，士兵在戰場上需具高速度移動、敏捷與爆發力；保持穩定控制性的肌耐力、最大肌力；並須在有氧與間歇性「高強度」無氧作功的極大耗能下執行戰鬥。由此可知當今作戰型態，對士兵身體素質與運動機能要求極為嚴峻。因此藉本篇高強度間歇訓練相關軍事運動科學文獻與研析結果，期許國軍具備體育、運動科學專業知識與

技能人員，能輔助部隊於適當週期，執以正確高強度間歇訓練模組，應能有利精準鍛造、建構士兵在不可預期的生死險峻戰場中，所需高耗能與快速恢復之「實戰體能」，以鞏固國軍部隊整體戰力。³¹

(112年8月7日收件，112年10月19日接受)

31 風傳媒—美國之音，〈華府智庫「戰爭研究所」最新報告：解放軍劍指臺灣，強化「城鎮戰」能力〉，<https://mwwstorm.mslarticle/4307274?mode=whole>，檢索日期：2023年5月27日。