

能量適能週期訓練模式效益之文獻綜述

賈寶山¹、陳新福^{1*}、林新龍²

¹南臺科技大學體育與運動中心

²國立屏東大學體育學系

摘要

科學化的運動訓練是目前全球運動競技的重要趨勢。科學訓練強調以成效數據為基礎，一份合理、系統化結合運動科學的訓練計畫，除了可以讓運動員優化表現並能減少運動受傷的風險。本文採用文獻綜述法，透過文獻進行歸納與探析，從中探討週期訓練模式應用於能量適能訓練對運動員的影響。從文獻探討得知，欲擁有高階的技能須具備有高階的體能，體能溯及根源，能量適能乃運動訓練之基礎。而從歷史背景或國內外文獻研究得知，傳統週期化訓練模式是一個兼具科研及理論的訓練方法。週期化訓練介入能量適能訓練計畫的效益：一、促進運動員機體訓練適應，提升能量系統供能效率。二、階段性負荷調節，減少訓練單調及倦怠感。三、強調訓練後之恢復與修復，避免過度訓練導致傷害。

關鍵詞：訓練計畫、週期化訓練、乳酸閾值、訓練金字塔

壹、前言

“體力即國力”，此意涵從古奧林匹克競技運動成立迄今，意謂運動競賽獎牌數及勝負代表著一個國家的強盛。為求勝利，賽前的運動訓練被喻為重中之重，各國不惜投入大量經費及人力從事運動訓練，而自科學的發達，各國致力於運動訓練之科研不遺餘力，猶如雨後春筍並蔚為風尚，導致 21 世紀的當今，國際間運動賽會互相競爭愈顯激烈外，間接帶動體育活動的蓬勃發展。國內近年來因體育署對體育運動的重視及改革，與企業界大力的支持之下繳出亮麗的成績。亞奧會的獎牌數已非過往一金難求的窘境，尤其 2024 年中華棒球隊在世界 12 強拿下史無前例的冠軍，振奮國人身心靈，team Taiwan (挺臺灣) 的口語響徹全臺，可見體育活動凝聚力之威力與重要性。奪冠賽後檢討，除了球員精湛球技演出、教練團群策群力及中華棒協、職棒等官方的全力支持之外，科研團隊的付出亦功不可沒。

科學化的運動訓練是目前全球運動競技的重要趨勢。科學訓練強調以成效數據為基礎，運動訓練講求循序漸進而非一蹴可及，運動技能須從基本動作養成，體能亦須從基礎體能進階建立，絕不能揠苗助長。一份合理、系統化結合運動科學的訓練計畫，除了可以讓運動員優化表現並能減少運動受傷的風險。週期化訓練模型是一種體能訓練方法，指依照邏輯順序、綜合性地規劃體能訓練介入措施。週期化涉及兩個基本概念，一是年度計劃週期，其二是身體運動能力之週期。年度計劃之週期是指訓練過程的結構和身體運動能力的分期。定義為計畫的內容；即把一年分為幾個階段，建立每個身體運動能力的持續發展，形成所謂的階段性訓練計畫（林貴福等譯，2022/2023）。“訓練週期”理論在國際體育舞台上佔有重要地位。此訓練理論開創了世界運動訓練從微觀到宏觀、從鬆散到系統的訓練方法的新時代，創造了訓練理論科學化、系統化、組織化的地位。它不僅是教練建立訓練處方的基礎和依據，也是科學研究的重要內容和討論的熱門話題（Michael,1981）。

只有高水準的體能才能詮釋高水準的技能，故沒有高水準的體能就沒有高水準的技能。各體能要素之間具有關聯性，而心肺耐力乃是體能之基礎，能量適能供能與體能實是密不可分。王英瑛與紀恩成(2012)指出，運動項目因屬性不同而其供能系統即有差異，短時間高強度的運動項目供能系統大多是無氧系統，而無氧系統卻是建立在有氧系統上，因此可見有氧能力基礎是不可忽視，各階段環環相扣缺一不可。陳小平(2012)的研究也顯示，耐力的提升主要依賴於心肺系統和有氧系統，而這兩個系統只能透過長期的訓練才能發展。因此，運動訓練計畫須具系統化及科學化排定，並做到循序漸進。而能量適能在運動訓練計劃排定中，依循週期化訓練理論模型而言，應考量該項運動所需能量來源及提供能量途徑，為運動員編排適當的訓練強度及訓練量。緣此，本文針對能量適能之訓練作為探討主題。本文透過蒐集國內外相關文獻整理比較分析，對週期化理論模式應用於能量適能之訓練計畫擬定，供運動教練員參酌。

貳、週期化訓練理論歷史背景

一、週期訓練理論的背景

上世紀中期以前，運動教練員基本上是靠自己的經驗和直覺對運動員進行“土法煉鋼”之訓練，但隨著 20 世紀後期科技的發展和生理學家基於生物適應性的深入研究，國際體育界意識到根據科學原理介入運動訓練的重要性，對訓練理論的認識也得以深化及重視。線性週期化（Linear Periodization, LP）是由俄羅斯教授 Lev Matveev 在 1950 年代末期提出的，在文獻中也被稱為傳統週期化（Traditional Periodization, TP），是最早提出以週期的形式化系統模型的人之一，亦被公認為傳統週期訓練的首創者（Issurin, 2010；Kok et al., 2009；Kruger, 2016）。當時，人們對運動員訓練準備工作的瞭解還遠遠不夠，生物學背景也只基於相對較少的客觀研究成果，Matveyev 提出並闡述了“訓練週期化”，即把整個賽季計畫劃分為較小的週期和訓練單元，其訓練策略從高訓練量、低強度開始，再進展到低訓練量、高強度（Vladimir, 2010）。從此國際體壇和體育科學發生了巨大變化，訓練週期化作為最實用的理論組成部分之一，訓練週期旨在為教練員提供建立和規劃訓練的基本準則。Matveyev 為訓練前蘇聯參加奧林匹克運動會的運動員而提出“傳統”週期模型。1952 年至 1992 年期間，前蘇聯運動選手在夏季奧運會上獲得的獎牌總數 9 次超過美國，獲得的金牌總數 8 次超過美國，前蘇聯在冬季和夏季奧運會上共獲得 395 枚金牌、319 枚銀牌和 296 枚銅牌（David, 2008）。就此輝煌成果，Matveyev 創造的“訓練週期化”理論引起國際體壇注視並成為最重要的理論之一。

週期化訓練的核心觀點，到 21 世紀的今日，從 Matveyev 提出的“傳統式週期”模型（TP），演繹出多種模型。例如：反向式週期（Reverse Linear Periodization）、波動式週期（Undulating Periodization）、區塊式週期（Block Periodization）等（林新龍，2024）。這一訓練理論開創了世界體育訓練從微觀到宏觀、從鬆散到系統的訓練方法新紀元。週期訓練理論自誕生以來，一直在國際體育訓練領域發揮著不可或缺的重要作用。週期訓練理論已成為一種科學的、系統的和有組織的訓練理論。它不僅是運動教練員制定訓練處方的依據，也是科學研究的重要組成部分和討論的熱點議題（Michael, 1981）。

二、週期訓練理論的特點

（一）一種管理訓練變數的循環方法

週期訓練的概念是一種管理訓練變數的週期循環方法，使訓練適應過程按照合理的發展順序發生。提供不同的基本原理和範本，將訓練計畫細分為連續的、專門針對性的訓練期，其目的在於讓運動員在最佳的時間範圍內，達到最佳的表現。此外，此概念模式主要是基於描述性和觀察性的研究，如果適當的規劃和執行，可以讓教練員與運動科研人員定性地預測何時最有可能出現巔峰表現（Issurin, 2014）。Stone 等人（2021）也指出，週期化訓練可以定義為一種邏輯順序與分階段的方法來操縱訓練或恢復階段，以增加達

成特定表現目標的可能性，同時將非功能性過度伸展、過度訓練和受傷的可能性降至最低。週期化涉及時間軸和訓練階段的微觀管理，本質上是循環的。另一方面，程式化設計則涉及訓練過程的微觀管理，並涉及練習的選擇、量和強度。

國際間眾多文獻研究也支持此理論，指出週期化訓練是在指定的訓練時間範圍內，對訓練變數（強度、訓練量、頻率和休息）進行系統規劃和建構，旨在最大限度地提高運動表現，並最大限度地減少過度訓練或運動表現下降的可能性（Baker et al., 1994；Buford et al., 2007；Hoffman et al., 2009；Mann et al., 2010；Rhea et al., 2003）。週期訓練的效益，就阻力訓練(Resistance Training, RT)而言，美國運動醫學學會 (American College of Sports Medicine, ACSM) 亦建議使用週期化計劃，因為有證據表明此類計劃比非週期性計劃更有效(Ratamess et al., 2009)。Issurin 進一步提出，週期訓練這個概念已經發展了上千年，現今已成為大多數教練員及運動科學家所接受的典範。事實上，某種形式的週期化已在各種運動中使用超過 100 年，尤其是田徑運動項目。

(二) 週期性為一種壓力管理練習

壓力科學的演變始於 20 世紀的前期。在 20 世紀 20 年代，哈佛大學的 Walter Cannon 呼應“平衡環境”之概念，提出“喚醒”(Arousal)會改變動物的內部穩定條件，他稱之為“體內平衡”，遠離穩定的慣性設定點 (Habituated Set-Points) (Cannon, 1929)。而這種不平衡反過來又刺激兒茶酚胺的分泌，尤其是腎上腺素，助長“戰鬥或逃亡”的反應，目的是緩解施加的挑戰、平息生物干亂，並促進回歸平衡的正常狀態(Goldstein & Kopin, 2007)。運動訓練是對身體施加的物理壓力，運動後，身體需要時間來修復組織損傷和補充肌肉消耗的能量。在進行下一次運動前，若沒有足夠的恢復時間，可能會導致過度訓練。當長時間的過度訓練加上其他壓力和恢復時間不足時，就會出現過度訓練症候群。其結果是表現下降和長期的適應不良 (Meeusen & De Pauw 2013)。

Matveyev 提出週期訓練模型之理論基礎，是運用 Selye、N.Yakovlev 和 Pavlov 的機械思想，推論出相同的刺激可能會因當下的情況而有益或有害，並解釋訓練的累積效果，以及額外“壓力源”的補充效果(Kruger, 2016)。尤其受 Selye(1936)提出之一般適應綜合症 (General adaptation syndrome, GAS) 影響甚鉅。內分泌學家 Selye 觀察到，啮齒類動物在經歷各種生理不適時，會出現非常相似的刻板反應。不論老鼠是被電擊、疲勞、飢餓或暴露在極端溫度下觀察到的適應不良都具有共同的非特異性軌跡(non-specific trajectory)，進而提出了一般適應綜合症 (GAS) (圖 1)。

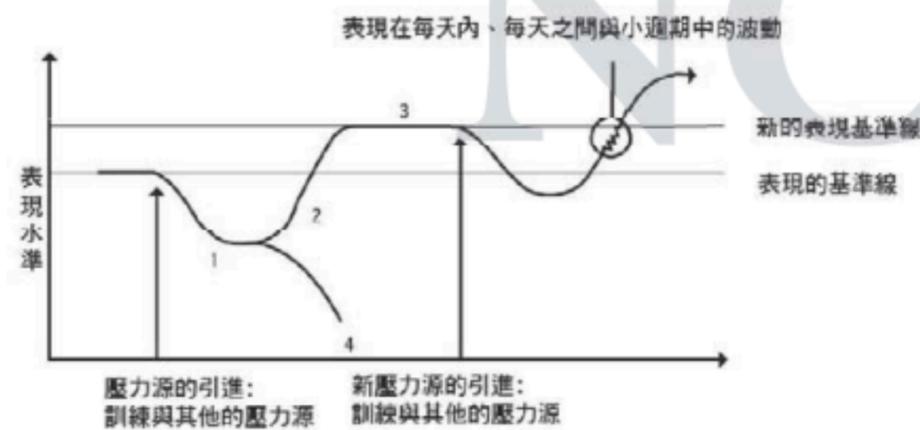


圖 1 一般適應綜合症 (GAS)

資料來源：Selye, H. (1936). A syndrome produced by diverse noxious agents. *Nature.* ;138(3479) : 32.

此理論描述了身體對壓力的反應過程，分為四個階段：

- 1.警戒階段 (Alarm Phase)：訓練初期階段接觸刺激，身體表現會因疲勞出現下降。
- 2.抵抗階段 (Resistance Phase)：隨著適應壓力，生理系統逐漸恢復並超越原本之基準線。
- 3.超補償階段(Supercompensation phase)：在抵抗階段適應刺激後，能量物質會超量恢復，達到一個新的水準能力表現。
- 4.過度訓練階段 (Overtraining phase)：若壓力源過大或持續過久，可能導致過度訓練或受傷。

週期化訓練其最大好處即是，循序漸進控制壓力源，利用休息讓身體適應訓練期間的體力勞動。Siff (2003) 將週期性定義為一種壓力管理練習。而自從週期化首次提出以來，從壓力科學中借用的概念，一直在運動教練員及學術文獻中被作為關鍵理論假設的證明(Kiely,2017)。

僅然週期化模型套入壓力管理，進行運動訓練風行體壇，然而，國際間也有學者對週期訓練持疑而提出批判，試圖強調週期概念模式的缺陷(Buckner et al., 2017 ; Kiely, 2010 ; Kiely, 2017)。舉例來說，過去七十年來，週期科學大量來證明某些基本的循環原理。然而，儘管壓力科學已經與其歷史根基嚴重分離，循環理論仍繼續循環使用舊有的壓力教條，作為當代學說的合法理由。而先前舊有信念的遺留，對目前科研的實踐產生限制作用，從而抑制概念的清晰度並減損創造力的引導。但，Cunanan 等人(2018)指出，雖然批判性的評估任何模式都是合理的，但是 GAS 的批評者還沒有消除壓力和適應之間的關係。打亂有機體的狀態是生物適應的動力，這個想法是 GAS 模型的中心論點，也是它應用在運動員訓練過程的主要基礎。一般適應綜合症 (GAS) 提供了一個機制模型來理解壓力、適應和疲勞之間的關係。教練員和運動訓練從業者可以將 GAS 用作訓練週期的概念框架，以根據比賽時程表指導運動員適應訓練。全球最大的體適能認證組織美國國家體能協會 (National Strength and Conditioning Association, NSCA) ，在該組織的出版物中指出 GAS 和穩態原則的重要性，並指出“GAS 是發展訓練週期概念的基礎理論之一”(Hoffman, 2012)。而在學術文獻中，在資深同儕評論期刊上針對週期性評論指出，週期化設計的生物背景是利用穩態調節和壓力適應作為人類適應的基本理論(Issurin, 2010)。

綜上文獻得知，週期訓練是透過壓力及訓練變數之循環管理方法，主要是因為它可以有系統地調整訓練量和訓練強度，幫助身體和心靈更有效地適應訓練所帶來的壓力，同時避免過度訓練。其有效的一些主要原因：(一) 分階段調節負荷，降低因壓力過大而產生疲勞或受傷的風險。(二) 減少單調和倦怠感，使運動過程更富變化和挑戰性。(三) 重視恢復與復原，有助於舒緩壓力與促進長期健康。(四) 生理上的適應和進步，讓運動員可以在不使身體負擔過重的情況下突破極限。

參、能量適能對競技運動的機制與相關性之探討

一、高階的技能來自高階的體能

針對運動訓練成效而言，基層教練員重視運動技能層面更甚於體能。殊不知技能的養成須憑藉體能的支持。在探討“體能與技術孰輕孰重”之爭議中，林新龍(2024)提出，訓練計畫應先著重於體能之訓練，因為沒有堅實的體能素質做支持，毋須談論任何高階技能。他提出擁有六枚美國 NBA 職籃冠軍戒之傳奇運動員 Michael Jordan 為例，Jordan 被公認 NBA 歷史上最具有價值之球員之一，其憑藉令人嘆為觀止之籃球技術熱血喚回觀眾對 NBA 的熱忱，間接帶動美國境內經濟發展。假設 Michael Jordan 雖然天賦異稟，籃球技巧無與倫比，但其體能只能維持一、二十分鐘，那麼他在 NBA 的 48 分鐘常規賽中還能取得上述成就嗎？可見體能之重要性。

Kruger (2016)指出，運動員並不需要努力在關鍵時刻達到巔峰，而是必須在相對較長的時間內保持良好的體能狀態，如此才能獲得更優異的競技表現。陳定雄(1989)也指出，運動訓練應著重於精神力、技術、體能以及環境適應力四者，應依序加以訓練，而其中以“體能”的指導最為重要。因此，從上述文獻得知體能之重要性。因為只有高水準的體能才能詮釋高水準的技能，故沒有高水準的體能就沒有高水準的技能。另體能的優劣對運動員來說至關重要，因關係到運動員之優異表現與長期健康的基石。例如：提高運動表現、激烈訓練後快速恢復、減少受傷風險、心理層面的自信及延長運動生涯。而體能只有透過長期的訓練才能形成，運動教練員必須以科學理論為基礎來制定訓練計畫，並優先著重於體能的建構。如果運動訓練是以個人喜好為基礎，無法根據運動員的條件及專項安排訓練負荷與強度，只會扼殺及埋沒具有天賦的運動員。

二、能量適能乃體能之基礎

競技體能的要素除了基礎體能(含心肺耐力、柔軟性)之外，還包含專項體能，如：速度、協調性、敏捷性、平衡力、瞬發力及反應時間，簡化之為能量適能及肌肉素質。運動項目的不同，其專項體能比重亦有不同，但卻缺一不可。誠如陳定雄 (1989) 針對運動員所言：“耐力不佳者，肌耐力則不佳；肌耐力不佳者，肌力則不佳；肌力不佳者，爆發力則不佳；爆發力不佳者，速度則不佳；速度不佳者，運動能力則不佳”。從上述理論推估可知，心肺耐力誠屬體能之基礎；耐力雖並不同於有氧能力，耐力的提升主要依靠心

肺系統和有氧系統，而心肺系統和有氧系統只能透過長期的訓練才能發展(陳小平，2012)。研究調查指出，運動員能量適能衰退速度。例如，最大攝氧量在 4 週內下降約 3-5%，有氧耐力訓練也會大幅減少(McMaster et al., 2013 ; Mujika & Padilla, 2000a)。有此可見，有氧耐力其重要性。

所有運動都需要能量供應，從高階的技能來自高階的體能而言，其關係到運動員有效利用能量系統來支持身體運動需求的能力，進而演繹更優異之技能。因為能量適應性不僅會影響比賽期間的表現，也會決定訓練期間的恢復效率和長期適應性，這個觀點強調了能量來源的關鍵。蔡崇濱 (1995)指出，能量適能是訓練與比賽期間身體運動能量來源之必要條件。身為教練員，必須清楚瞭解各運動訓練計畫的主要供能系統，才能正確選擇訓練方法，發展相對應的能量供能代謝系統。陳坤檸(2021)亦指出能量適能與運動訓練之間的關係：(一)有效的能量轉換：肌肉在運動時需要能量，而能量主要是透過有氧和無氧系統提供。(二)穩定的能量供應：確保科學的訓練和訓練計畫能滿足運動員，在不同運動強度和持續時間的需求。從上述文獻得知，各體能要素之間具有關聯性，而心肺耐力乃是體能之基礎，能量適能供能與體能實是密不可分。

三、有氧與無氧供能對運動訓練之機制

人類有三種能量系統：

- (一)三磷酸腺苷-磷酸肌酸系統(ATP-CP)：ATP-CP 從儲存在肌肉細胞中的三磷酸腺苷中獲得直接的能量，屬於無氧代謝。
- (二)無氧糖酵解代謝系統：當 ATP-CP 系統燃料用盡，無氧糖酵解代謝系統開始運作，將以肌肉糖元和血液中葡萄糖形式儲存的醣類轉化為三磷酸腺苷，提供另外 1~3 分鐘所需的充足能量。無氧供能系統的副產品—乳酸限制了這些系統持續供能的能力。
- (三)有氧能量系統：有氧能量系統使用脂肪和醣類作為燃料，與氧結合，產生了人體所需更持久和更有效的能量。供能系統對運動持續時間與強度亦有其不同(表 1)，至於所使用的系統，取決於身體活動採用何種類型而定(Rainer & Robin, 2023)。

表 1
運動持續時間和強度對供能系統

持續時間	強度	主要能量系統
0~6 秒	很大	磷酸源系統(ATP-CP)
6~30 秒	大	磷酸源系統(ATP-CP)和無氧糖酵解(乳酸)
30 秒~2 分鐘	較大	無氧糖酵解(乳酸)
2 分鐘~3 分鐘	中等	無氧糖酵解(乳酸)和有氧系統
>3 分鐘	輕	有氧系統

資料來源：Rainer, M., Robin, V. (2023). *Successful Coaching*. Human Kinetics Publishers.

運動時所消耗或使用的能量來源，決定於訓練強度與持續時間，而且在不同程度上皆使用有氧和無氧這兩個系統。科學研究表明，透過血液中的乳酸濃度，是運動時評估生理負荷強度，及辨別主要供能系統最理想的生理指標。乳酸濃度高於乳酸閾值(lactate threshold)，表示無氧或乳酸系統是主要的能量供應系統。低於乳酸閾值以下，有氧系統是主要的能量供應系統(林正常，2002；陳坤檸，2021；Mader & Hollmann, 1977)。Seiler (2010)的研究顯示，乳酸閾值從 2mmol/L 到 4mmol/L，大致對應於第一肺通氣閾值(VT1)和第二肺通氣閾值(VT2)。在進行低強度訓練 (low intensity training, LIT) 的高品質訓練運動員中，乳酸聚集狀態穩定在 2mmol/L 以下。高強度訓練(High intensity training, HIT) 是指在高於最大乳酸恆定狀態 (大於 4mmol/L) 的強度下進行訓練。在 2 至 4mmol/L 之間的訓練稱為乳酸閾值訓練。乳酸閾值可因運動訓練後之體適能水準優劣而產生差異，一般而言，非規律運動員者之乳酸閾值介於 45~55%之最大運動攝氧量，而受運動訓練者則介於 65~80%之最大運動攝氧量(陳坤檸，2021)。在乳酸閾值階段進行訓練時，大量的乳酸會在肌肉中積聚造成疲勞，使身體無法維持相同的動力輸出。僅然如此，陳坤檸進一步指出，雖然高強度運動造成肌肉組織內缺乏氧氣，導致大量乳酸影響機體運行；但事實上，乳酸並非毫無益處，在充裕的有氧細胞環境中，經乳酸去氫酶之去氫作用後，即還原為丙酮酸，將成為長時間耐力型運動不可缺少的能量來源。

有氧與無氧系統在運動訓練中扮演的功能及關係，由於氧氣需要大約兩分鐘的時間才能傳送到肌肉細胞，因此許多研究認為，在這段時間內，有氧系統和無氧系統所消耗的能量是相等的，即使是高強度的運動計劃，在第一分鐘結束時，有氧系統已經提供了 47% 的能量。(Keul et al., 1969；Mader & Hollmann, 1977)。陳坤檸(2021)也指出，一般而言，超過 45 秒的高強度運動時之能量來源，以無氧與有氧能量代謝系統的連結反應為主，提供 ATP 作為肌肉收縮所需；而持續 60 秒以上的中等強度運動，其來自於無氧與有氧能量代謝比率各為 70%與 30%；如以次強度運動維持 120 秒以上，其無氧與有氧能量來源比率各占 50%。而從 2008 年奧運會獲得 8 面金牌的 Michael Phelps 為例，在其 200 m比賽的資料分析中得知，他的有氧供能占專項能量消耗的 52.4 %，無氧供能占 28.9 % (陳小平等人，2012)。誠如 MacDougall (1974)所提出，有氧能力較高的人產生的乳酸較少，可在乳酸於體內堆積之前從事較激烈的活動；換言之，有氧能力較高的人有助於進行無氧活動。因此，即使是以無氧系統為主的運動項目，也應強調有氧系統的訓練，以增加整體的能量供應。

另文獻研究表明，對肌力或靈活性的運動項目，例如跳高或撐竿跳高，並不依賴有氧能力。然而，相對較高的有氧能力，會幫助運動員以較小的身體壓力重複高水準的訓練，因此，在這些運動中，相較於實際比賽，高有氧能力在訓練中是非常有價值的(Jan Olbrecht, 2013)。在大多數運動中，運動員在動作期間使用無氧能量途徑，但卻依賴有氧

能量在動作之間快速恢復和再生 (Bogdanis et al., 1996)。體能水準是加速能量儲存恢復的另一個因素，良好的有氧能力基礎可縮短肝醣恢復所需的時間(Fox et al., 1989)。

綜上文獻所述，由於屬性不同，運動的供能系統也不同。欲擁有高階的技能須具備有高階的體能，體能溯及根源，能量適能乃運動訓練之基礎。短時間與高強度運動的供能系統來自於無氧系統，而良好的無氧系統則來自有氧系統的基礎。具有良好的有氧能力，不僅對建構優異的能量適能極其重要，更對運動後的快速恢復也很重要。而對訓練中血乳酸峰值變化的測定，可掌握運動員在訓練過程中運動強度與代謝能力之變化，做為評估訓練效果與調整訓練的參考依據。

肆、週期化訓練應用於能量適能訓練計畫之效益探析

一、能量適能週期化訓練計畫之意義

(一)科學、系統之訓練計劃對運動訓練的必要性

正如不知道起點的情況下無法規劃旅遊，教練員在不知道運動員體能狀態的情況下，亦無法為其制定訓練計劃。所以，瞭解運動員各體能要素的個別差異，才有助於為運動員制定不同的訓練方案。誠如陳定雄(1989)所言，在訓練過程中，教練員必須知道哪些訓練有助於選手提昇其競技能力。首須建立基礎體能，再針對專項運動的特性，進行強化專項體能訓練精進技術，方可使選手的成績進步。然訓練過程中，應避免傷病的發生，越來越多的證據顯示，多源壓力的過度累積會以不同的方式下調免疫系統、新陳代謝、荷爾蒙健康和認知、情緒與運動協調，進而抑制積極的適應、降低運動表現及增加受傷的風險，並影響恢復(Hoffman et al., 2009；Mann et al., 2010；Rhea et al., 2003；Madigan et al., 2017；Stone et al., 2021)。這些症候群的典型特徵是過度使用、訓練過度、慢性疲勞、倦怠、表現不佳及抑鬱症狀。

運動訓練負荷模式是一種非常重要的訓練控制手段。它主要包括兩個要素，即訓練負荷量及訓練負荷強度。根據目前的訓練科學而言，負荷強度在運動訓練中具主導作用，不論是在高階競技運動或是低階入門基礎的訓練中，運動強度是影響體能訓練成效的其中一項重要變項。但為避免高強度負荷而導致過度訓練影響成效，卻是教練員須審慎之處。從前述文獻結論得知，能量適能是體能的基石，而如何建立堅實的能量適能，取得厚實的體能進而養成優異技術，且能避免上述問題，因此，一份科學、系統之訓練計劃對運動訓練的必要性，實為運動訓練過程的考驗。

(二)週期化訓練核心框架--大週期運動訓練總體計畫

誠如前述文獻所提，能量適能的建立須循序漸進。Matveyev 提出“訓練週期化”模型時，其訓練核心框架，將訓練階段分為大、中與小週期，把賽季訓練計畫劃分為較小的週期和訓練單元，訓練策略從開始的高訓練量、低強度，到賽季的low訓練量、高強度(Vladimir, 2010)。Matveyev 亦表明，根據具體的運動訓練實務，健身階段、大週期和細

分階段的時間，可以透過多種不同的方式變化，因此，不會規定特定的階段時間表。但，基本的準備階段應維持在足夠長的有效水準，使運動員能達到預期的效果 (Kruger, 2016)。Stone 等人 (2021)指出，Matveyev 最初的模型描繪了一個宏觀的“大週期運動訓練總體計畫”(圖 2)，所持的觀點是，不以次級賽事為目標，而是有計劃、有成效地為最重要的比賽及目標準備。

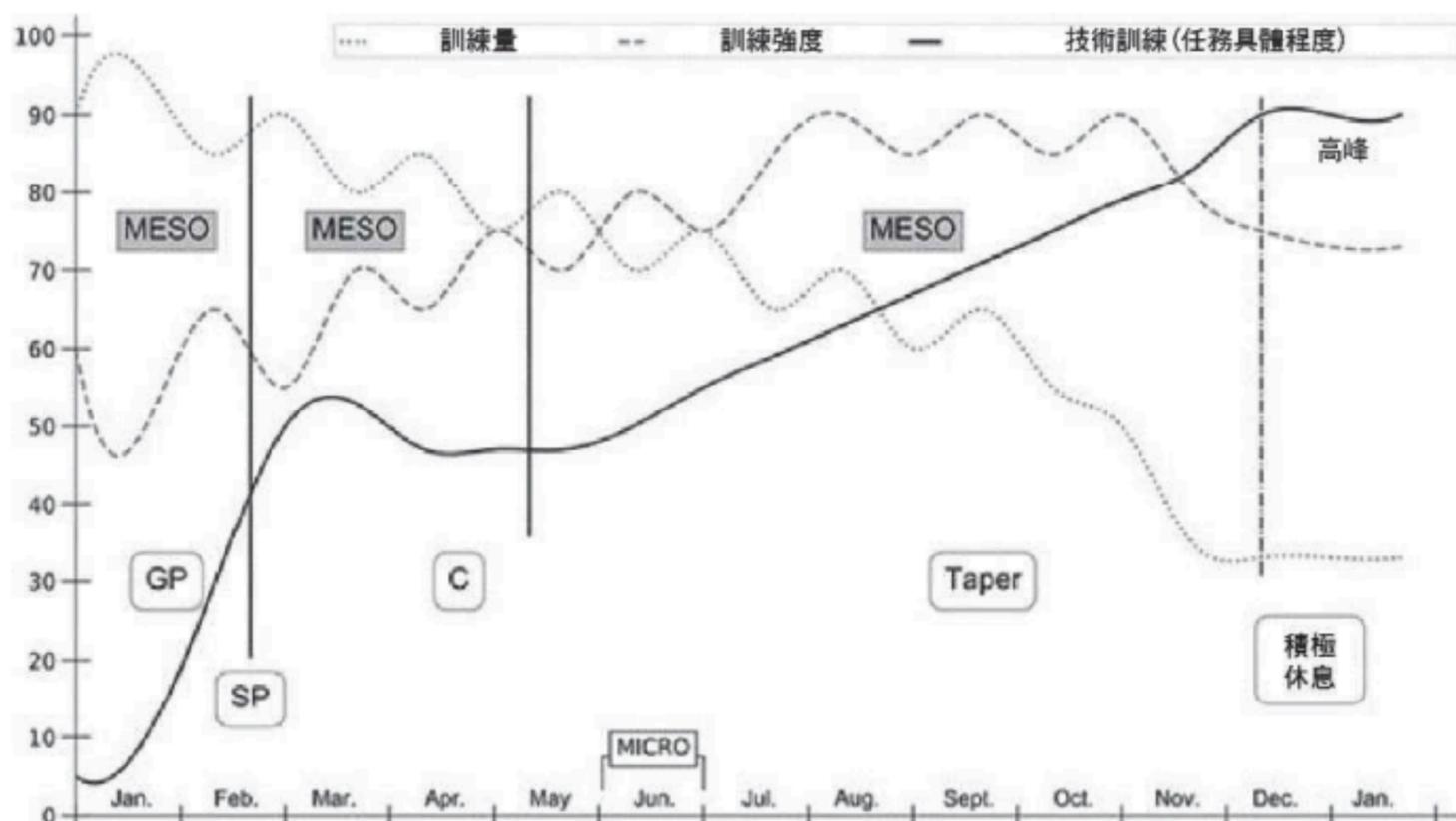


圖 2 Matveyev—大週期運動訓練總體計劃

資料來源：Stone et al., (2021). Periodization and Block Periodization in Sports: Emphasis on Strength-Power Training—A Provocative and Challenging Narrative. *Journal of Strength and Conditioning Research* 35(8) : p 2351–2371.

如圖 2 所示，訓練是以高峰為目標，而訓練通常會從較低的任務特定性到較高的任務特定性，訓練量從高到低，而訓練強度卻成反比。過渡或主動恢復是從重要比賽的高峰期恢復的必要階段。這種復原不僅要處理累積的疲勞，也要處理傷病的問題，可能最重要的是要調理運動員在準備比賽時產生的情緒和心理起伏。全年各階段和週期的順序應該以一種有助於確保最佳表現的方式來進行，以符合運動員年度計畫中主要競賽的主要目標(Stone et al., 2021)。林新龍(2024)指出，一份具科學化、系統化且良好慎密的訓練計畫，除了可提高訓練效率及效果，還可減少運動傷害的發生。另運動訓練的高效管理亦可追蹤訓練效果，教練員可根據科學化之訓練計劃評估訓練內容進行修改和調整。

二、能量適能週期訓練計畫實務範例

(一)訓練金字塔(the training pyramid)

設計能量適能訓練計畫，是為避免過度訓練又能達到運動適應的超負荷和逐級遞增的訓練原則，自從 Matveyev 提出週期化訓練後，其為前蘇聯在奧運會取得輝煌的成績後，週期化訓練在國際間無論在運動訓練或運動科研蔚為風尚。美國學者 Brian (1986) 就週期化訓練的精隨，針對提升能量適能的四階段訓練計劃，提出“訓練金字塔”理論。其

稱所有運動員都應該先發展有氧基礎，其第一週期訓練排在賽季外，接續是乳酸閾訓練，再是無氧訓練與速度訓練。然而，這必須根據運動的需求來安排。隨著運動員從一個層級的訓練進階到更高層級時，訓練的強度須逐級增加，但訓練時間逐漸縮短。這正是 Matveyev 所提之週期化訓練模型的核心論點。

從上世紀 60 年代，Matveyev 提出的週期化訓練模型之後，因為科研的進步，使週期訓練模型進化更臻完善，演化出更多的訓練模型。在眾多的模型中，其中，區塊式週期 (Block Periodization, BP) 在國際體壇上對 Matveyev 的傳統週期化引起眾多的爭議，因為，包括 Bondarchuk、Verkoshansky 和 Issurin 在內的幾位國際知名運動科學家和教練指出了傳統週期範式的潛在問題，主要論點是，隨著近代職業競賽興起，傳統週期化對現代高階運動員的準備及其需求方面不足 (Issurin, 2008 ; Verkhoshansky, 1985)。Issurin (2008) 將區塊式週期 (BP) 定義為：一種高度專項化集中安排訓練負荷的訓練模式。他建議將高度集中的訓練工作量，集中在最少數量的運動項目及技術能力上。與傳統週期化同時發展多種能力的思維不同，區塊概念建議對精心選擇的體能項目進行連續的訓練負荷刺激。透過專門的中循環區塊之合理排序進行殘餘訓練效果的利用及疊加為前提。然而，區塊式週期 (BP) 的論述是針對現代變遷之金字塔巔峰高階運動員，可其訓練模式卻忽略了，須循序漸進養成基礎體能的廣大基層運動員(林新龍，2024)。經過科學研究之訓練模式有其一定的價值存在。但，須視對象而定才能顯現出其成效。高階菁英運動員也是來自基層入門運動員，如何培養低階選手養成高階選手，這是教練員訓練工作刻不容緩的要事。

(二) “訓練金字塔” 能量適能四階段訓練計劃

Brian (1986) 提出之“訓練金字塔”模型秉持 Matveyev 的傳統週期訓練的精神。針對提升能量適能基礎而設計，其週期分四階段，訓練計劃比例為：1. 有氧基礎 (Aerobic foundation)：強度 70-84%。2. 乳酸閾訓練 (Lactic Acid Threshold)：強度 85-89%、無氧訓練 (Anaerobic training)：強度 90-94%、速度訓練 (Speed training)：強度 95-100%。從有氧基礎能力逐步訓練到比賽時所需的水準，進而從乳酸閾值到比賽時所需的速率，能量系統的所有層級都是互相連結，使身體進入最佳狀態 (圖 3)。陳小平等人(2012) 也持相同的觀點，指出無氧糖酵解能力可以在短時間內提高，而有氧能力則需要長期發展，因此應先在相對較長的時間內著重發展有氧能力，一般而言，在準備期初期的全年訓練中，有氧訓練所佔的比例較大，而在準備期的後期由於專項訓練的增加，則有氧訓練的比例下降，無氧訓練的比例逐漸增加。



圖 3 能量適能訓練金字塔

資料來源：Brian, S.J. (1986). *Coaches guide to sport physiology*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.

訓練強度是設計和監控能量訓練計劃最重要因素。生理學家使用精密且昂貴的儀器，透過吸入的氧、呼出的二氧化碳和血液中的氣體來測量運動強度。但，昂貴的儀器測量普及化有限，教練員需要的是一種實用的方法來測量訓練強度，Brian 建議使用心率 (HR) 監控。如果知道運動員的靜止心率和最大心率，就可以使用最大心率的百分比負荷分階指導監控訓練(Martin et al., 1993)。

所以透過心率監控，訓練金字塔是一種可視化的週期性訓練方法，以漸進式的階段來逐步提升表現，有效地將能量適能訓練與不同階段的需求結合。Plisk 與 Stone (2003) 指出，運動訓練必須遵循超負荷的原則，也就是只有當身體所承受的負荷超過之前所承受的負荷時，體能水準才有可能提高。為了讓運動員能穩定地提升他們的體能，確保運動量的增加是循序漸進的是很重要的。因此，綜合靈活安排訓練週期，根據運動員的訓練目標和比賽時間表來調整基礎、中間和高峰層的長度。隨著訓練強度逐步增加，直至運動員個人體能最顛峰，並能平衡恢復以避免過度訓練造成的傷害。訓練金字塔模型能有效將能量適能與週期化訓練結合，幫助運動員達到最佳狀態。

綜上所述，在運動訓練過程中，教練員須根據運動學理，進行科學化、系統化的訓練計畫實施，才能幫助運動員提昇其競技能力。而能量適能是體能基礎，藉由週期化訓練模型經由循序漸進的方式，可以建立運動員的能量適能。總結文獻分析得知，週期化訓練可分為三個主要階段，每個階段有其不同訓練目標：1.基礎發展階段：訓練目標著重於適應力和耐力的建立，提升有氧能量系統的效率，增強心肺功能和基礎耐力，為後續更高強度的訓練奠定基礎。2.強化無氧階段：著重發展無氧能量系統，提高無氧閾值和乳酸耐受力。3.巔峰競賽階段：維持巔峰表現、恢復最佳化的能量效率，以維持穩定並提升表現。

伍、結語與建議

一、結語

科學化的運動訓練是目前全球運動競技的重要趨勢。科學訓練強調以成效數據為基礎，一份合理、系統化結合運動科學的訓練計畫，除了可以讓運動員優化表現並能減少運動受傷的風險。能量適能訓練週期化模式的核心理論是，透過有系統分階段調整訓練負荷、強度和內容，可以提升運動員能量系統的效率，同時避免疲勞累積和過度訓練的風險，是一種科學化的訓練方法。這種模式對於需要循序漸進的低水準選手來說更為重要。正如余陸瑋與黃達武(2018)所說，從訓練對象的角度而言，傳統週期訓練理論，在當時的科學研究條件下，儘管沒有具體的科學實證結論，但對中低階運動員有較大的指導作用，因為力量、速度、柔韌、協調、靈活性、耐力等素質，是中低階運動員日後成為高階運動員的基礎。從文獻得知，週期化訓練介入能量適能訓練計畫的效益：一、除了能促進運動員機體訓練適應，提升能量系統供能效率。二、階段性負荷調節，減少訓練單調及倦怠感。三、強調訓練後之恢復與修復，避免過度訓練導致傷害。

運動訓練是一件枯燥又乏味的工作，然遑論教練員或運動員，其意是否為國家爭取榮耀，抑或是冀望滿腔熱血實現個人夢想，故，又不得日復一日辛勤從事訓練。但，其付出之體力、精神及熱忱，實是值得讚揚。可不論是否能站上國際舞台發光發熱，其辛勤的付出須有所回報，否則一切的付出皆淪為枉然。緣此，本文提出以下建議提供教練同業參酌。

二、建議

- (一)擬定合理兼具科學化的訓練計畫：一份具運動學理的訓練計畫，在訓練工作上是不可或缺的要項。教練員只憑藉個人意識及經驗，臨場給出訓練處方，是極具不專業及不負責任的行為。合理的訓練計畫，應是教練員在瞭解運動員個人的專項及體能後，事先依據運動學理安排設計，依循週期化訓練之核心理論循序漸進，進而幫運動員爭取榮耀。
- (二)傳達及教育運動員訓練計畫之意義與目的：設計出訓練計畫後，教練員應就訓練處方與運動員講解及討論。此目的及好處是：1.為何練？：讓運動員瞭解訓練處方的目的，運動員理解後，才能接受更高的訓練強度及訓練量，而不會逃避更能接受嚴苛訓練挑戰。2.怎麼練？：讓運動員理解訓練的意義及程序，運動員理解後，課餘或休假期間，教練員不在身邊的期間亦能自主訓練。孰不知，“授人以魚，不如授人以漁”之哲理對教練員的職責乃責無旁貸。須知，運動員運動生涯莫莫數年，與其運動員的“獲勝”，退役後的“未來發展”更是教練員須重視的一件要事。

參考文獻

- 王英瑛、紀恩成(2012)。訓練金字塔理論介入運動訓練計劃之重要性—以能量適能為例。2012年第五屆運動科學暨休閒遊憩管理學術研討會論文集。國立屏東教育大學，117-126頁。
- 余陸璋、黃達武(2018)。經典週期訓練理論與板塊訓練理論之芻論。體育科技文獻通報，11期。
- 林正常(2002)。運動科學與訓練（修訂三版）。台北：銀禾文化事業公司。
- 林新龍(2024)。週期化理論模式應用於年度訓練計畫之比較探析。高科大體育，(7)，37-51頁。<https://www.airitilibrary.com/Article/Detail?DocID=P20190625001-N202503080007-00004>
- Bompa, TO., & Buzzichelli, CA. (2023)。週期化肌力訓練(林貴福、郭怡瑩、陳著、吳志銘、徐志翔譯；2版)。(2023)。禾楓書局。(原著出版於2022)
- 陳小平、梁世雷、李亮(2012)。當代運動訓練理論熱點問題及對我國訓練實踐的啟示——2011杭州國際運動訓練理論與實踐創新論壇評述。體育科學 32(2): 3-13頁。DOI: 10.16469/j.css.2012.02.004
- 陳定雄(1989)。足球運動訓練處方。林家出版社。
- 陳坤檸(2021)。運動生理學。華都文化事業有限公司。台北市。
- 蔡崇濱(1995)。排球運動的生理學研究。大專排球研究論集。(2)，1-11頁。
- Cannon, WB. (1929). The control of homeostasis by the sympathetic system. *Trans Assoc Am Phys.* 41.
- Cunanan, AJ., DeWeese, BH., Wagle, JP., Carroll, KM., Sausaman, R., Hornsby, WG., Haff, GG., Triplett, NT., Kyle, CP., Stone, MH. (2018). The general adaptation syndrome: a foundation for the concept of periodization. *Sports medicine.* 48: 787. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0855-3>
- Baker, D., Wilson, G., Carlyon, R. (1994). Periodization: The effect on strength of manipulating volume and intensity. *J Strength Cond Res* 8: 235-242. https://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/1994/11000/Periodization__The_Effect_on_Strength_of.6.aspx?ref=mecanicamuscular.com
- Bogdanis, GC., Nevill, ME., Boobis, LH., Lakomy, HK. (1996). Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *J Appl Physiol.* 80 (3): 876-84. <https://doi.org/10.1152/jappl.1996.80.3.87>
- Brian, SJ. (1986). *Coaches guide to sport physiology*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- Buford, TW., Rossi, SJ., Smith, DB., Warren, AJ. (2007). A comparison of periodization

- models during nine weeks with equated volume and intensity for strength. *J Strength Cond Res* 21: 1245–1250. https://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/2007/11000/a_comparison_of_periodization_models_during_nine.45.aspx
- Buckner, S.L., Mouser, J.G., Dankel, S.J., et al. (2017). The general adaptation syndrome: Potential misapplications to resistance exercise. *J Sci Med Sport* 20: 1015–1017. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.02.012>
- David, W. (2008). *The Complete Book of the Olympics* [M]. London: Aurum Press.
- Fox, E., Bowes, R., Foss, M. (1989). *The physiological basis of physical education and athletics*. Dubuque, IA: Brown.
- Goldstein, D.S., Kopin, I.J. (2007). Evolution of concepts of stress. *Stress*. 10(2):109–20. <https://doi.org/10.1080/10253890701288935>
- Hoffman, J.R., Ratamess, N.A., Klatt, M., Faigenbaum, A.D., Ross, R.E., Tranchina, N.M., McCurley, R.C., Kang, J., Kraemer, W.J. (2009). Comparison between different off-season resistance training programs in division III American college football players. *J Strength Cond Res* 23: 11–19. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181876a78
- Hoffman, J. (2012). Conditioning association: NSCA's guide to program design. Champaign: Human Kinetics.
- Issurin, V. B. (2008). Block periodization versus traditional training theory: a review. *J Sports Med Phys Fitness*. 48(1):65-75. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18212712/>
- Issurin, V. B. (2010). New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sports medicine*, 40(3), 189-206. <https://doi.org/10.2165/11319770-000000000-00000>
- Issurin, V. (2014). Periodization training from ancient precursors to structured block models. *Kinesiology* 46(Supplement 1): 3–9.
- Jan Olbrecht. (2013). *The Science of Winning: Planning, Periodizing and Optimizing Swim Training*. Amazon.com Services LLC
- Keul, J., Doll, E., and Kepler, D. (1969). *Muskelstoffwechsel*. Munich: Barth.
- Kiely, J. (2010). New horizons for the methodology and physiology of training periodization block periodization: New horizon or a false dawn?. *Sports Med* 40: 803–807. <https://doi.org/10.2165/11535130-000000000-00000>
- Kiely, J. (2017). Periodization theory: Confronting an inconvenient truth. *Sports Med* 48: 753–764. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0823-y>
- Kok, L.Y., Hamer, P.W., Bishop, D.J. (2009). Enhancing muscular qualities in untrained women: Linear versus undulated periodization. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41 (9), 1797–1807. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181a154f3
- Kruger, A. (2016). From Russia with love? Sixty years of proliferation of L.P. Matveyev's concept of periodisation? *Staps* 114: 51–59. <https://doi.org/10.3917/sta.114.0051>.
- Mader, A., and Hollmann, W. (1977). The importance of the elite rowers metabolic capacity

- in training and competition. *Beiheft zu Leistungssport* 9: 9-59
- Madigan, DJ., Stoeber, J., Forsdyke, D., Dayson, M., Passfield, L. (2017). Perfectionism predicts injury in junior athletes: preliminary evidence from a prospective study. *J Sports Sci.* 8: 1–6. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1322709>
- Mann, JB., Thyfault, JP., Ivey, PA., Sayers, SP. (2010). The effect of autoregulatory progressive resistance exercise vs. linear periodization on strength improvement in college athletes. *J Strength Cond Res* 24: 1718–1723. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181def4a6
- McDougall, J. (1974). The psychosoma and the psychoanalytic process. *International Review of Psycho-Analysis*, 1(4), 437–459. <https://psycnet.apa.org/record/1976-00923-001>
- McMaster, DT., Gill, N., Cronin, J., McGuigan, M. (2013). The development, retention and decay rates of strength and power in elite rugby union, rugby league and American Football. *Sports Med* 43: 367–384. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0031-3>
- Meeusen, R., & De Pauw, K. (2013). Over-training syndrome. In C. Hausswirth & I. Mujika (Eds.), *Recovery for Performance in Sport*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Michael, HS. (1981). A Hypothetical Model for Strength Training. *National Strength and Conditioning Association*. 43(21) : 342 – 351
- Mujika, I., Padilla, S. (2000a). Detraining: Loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I. *Sports Med* 30: 79–87. <https://doi.org/10.2165/00007256-200030020-00002>
- Plisk, S., & Stone, MH. (2003). Periodization strategies. *Strength Cond* 25: 19–37. https://journals.lww.com/nsca-scj/citation/2003/12000/Periodization_Strategies.5.%5C
- Rainer, M., Robin, V. (2023). *Successful Coaching*. Human Kinetics Publishers.
- Ratamess, NA., Alvar, BA., Evetoch, TK., Housh, TJ., Kibler, WB., Kraemer, WJ., Triplett, NT., American. (2009). American College of Sports Medicine: Progression models in resistance training for healthy adults: Position stand. *Med Sci Sports Exerc* 41: 687–708. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9648610>
- Rhea, MR., Phillips, WT., Burkett, LN., Stone, WJ., Ball, SD., Alvar, BA., Thomas, AB. (2003). A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for local muscular endurance. *J Strength Cond Res* 17: 82–87. https://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/2003/02000/A_Comparison_of_Linear_and_Daily_Undulating.14.aspx
- Seiler, S. (2010). What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes?. *International journal of sports physiology and performance*, 5(3), 276-291. <https://doi.org/10.1123/ijsp.5.3.276>
- Selye, H. (1936). A syndrome produced by diverse nocuous agents. *Nature*. 138(3479) : 32.
- Siff, MC. (2003). Supertraining. *Supertraining Institute*; New Jersey: Wiley. <https://doi.org/10.1038/138032a0>

- Stone, MH., Hornsby, WG., Haff, GG., Haff, GG., Fry, AC., Suarez, DG., Liu, J., Gonzalez-Rave, JM., Pierce, KC. (2021). Periodization and Block Periodization in Sports: Emphasis on Strength-Power Training—A Provocative and Challenging Narrative. *Journal of Strength and Conditioning Research* 35(8) : p 2351–2371. DOI: 10.1519/JSC.0000000000004050
- Vladimir (2010). New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sports Med.* 40(3):189-206. <https://doi.org/10.2165/11319770-000000000-00000>

Literature Review on the Benefits of Periodized Training Model for Energy Fitness

Pao-Shan Chia¹, Hsin-Fu Chen^{1*}, Hsing-Lung Lin²

¹Physical Education Center, Southern Taiwan University of Science and Technology

²Department of Physical Education, National Pingtung University

Abstract

Scientific sports training has become a key trend in global athletic competition, emphasizing data-driven effectiveness as its foundation. A well-structured and systematic training plan, grounded in sports science, not only helps athletes enhance performance but also reduces the risk of injury. This study employs a literature review methodology to examine the application of the periodized training model in energy fitness training and its impact on athletic performance. The findings suggest that high-level athletic skills are built upon a strong base of physical fitness, with energy fitness serving as a fundamental component. As shown in both historical literature and domestic and international research, the traditional periodized training model is an approach that combines scientific research and theory. The benefits of incorporating periodization into energy fitness programs include: (1) promoting physiological adaptation and enhancing energy system efficiency; (2) adjusting training loads in phases to reduce monotony and fatigue; and (3) prioritizing recovery to prevent overtraining injuries.

Keywords: Training plan, Periodized training, Lactate threshold, Training pyramid