

# 運動官能增強劑與田徑運動

李昭慶

## 一、前言

遊戲是人類的天性，小孩子天生的跑、跳、投擲，逐漸變成基本的比賽，有競爭便想比別人跑得更快、跳得更高、擲得更遠。隨著年齡增長逐漸地把競爭界定為一種追求卓越、自我奮鬥或是超越對手。成功的運動自選手古至今皆可能因而名利雙收，然而，以往運動選手想要改善成績表現通常是靠教練的指導，而過去的訓練方式大都根據本身的經驗與觀察，來改善其運動成績表現，現代的訓練則更需要運動科學家的協助，提供各項相關的訊息，加以分析改善其成績表現。最近半個世紀以來，隨著運動科學技術的蓬勃發展，加上社會價值觀的巨幅變化，運動選手追求獎牌及其運動成就之際，除本身的訓練外，更希望能運用科學的研究成果，提供相關的生理、心理、力學的分析以改善運動成績表現，加速呈現運動訓練的成效，使其能夠名利雙收。

田徑運動是人類最早也是最古老的競技運動項目，它所追求的是更快、更高、更強的目標，更象徵奧林匹克精神，不斷地自我突破，超越人類體能極限。然而以往許多田徑運動的成績記錄，認為已經是人類的極限了，但成幾何時這些記錄卻一再地被打破翻新。以目前的田徑運動成績而言，已不單單只是靠運動選手的天生運動能力與訓練方法和內容的改進，還包括訓練以外的許多強化手段，其中運動官能增強劑（sports ergogenics）的協助，便是一種試圖提高運動競技能力，使其超越本身能力或一般訓練所不能達到的方法。那運動增強劑運用在田徑運動競技上，可能產生何種程度的影響？

## 二、何謂運動增強劑

運動官能增強劑（sports ergogenics）？簡單的說，藉以提升能量利用的任何方法，包括能量的產生、控制及能量使用效率（Silver, 2001）的替代方法或物質。最早的運動競技中，運動選手除透過一般的訓練及天生的能力外，藉助使用運動增強劑企圖改善其運動成績表現。例如，在古代希臘羅馬時代，一些運動選手便相信吃某些食物會加強其運動能力，甚至在一百年前，仍有許多運動選手會用一些如酒精（alcohol）、咖啡因（caffeine）及古柯鹼（cocaine）等藥物企圖增進其運動能力（Williams, 1998）。隨著運動科學研究的豐碩成果，特別是在運動營養（sports nutrition）、運動心理學（sports psychology）、運動生物力學（sports biomechanics）甚至運動藥理學（sports pharmacology）等方面的發展，利用這些可能的運動增強的方法，來打破人類體能極限的障礙。

目前運動選手使用運動增補劑的情況，似乎已經非常普遍了，Ahrendt (2001) 便指出無論是職業或業餘運動選手約有 76% 以上的人，使用過運動增補劑企圖提升運動成績表現。和相關的科學訓練一樣，體育運動科學也隨之發展，其焦點也著重在增進對生理、心理及生物醫學等知識的瞭解，盡可能地利用這些的潛在因素有效地提升運動成績表現。

### 三、運動官能增強劑的分類

增強運動能力的方法有很多，而運動官能增補劑可能有許多不同的分類方式，Williams (1998) 將它大致分為營養上的 (nutritional)、藥理學上的 (Pharmacological)、生理學上的 (physiological)、心理學上的 (psychological)，以及機械或生物力學上 (mechanical or biomechanical) 的協助。有些運動官能增強是一種訓練的技術/技巧 (training techniques)，像心理學上的靜坐冥想，或是生物力學上的技巧如游泳的滑手板 (hand paddle)，還有利用器材服裝等設備來提供力學優勢，有時一種官能增強劑可能同時具有多種強化的效果，例如，咖啡因 (caffeine) 嚴格說它是一種藥理學上的官能增強劑，然而一般的飲料中也經常含有咖啡因，在生理上咖啡因可能影響代謝的過程，在心理上也具有提振精神的效果。以下就其分類簡述其作用：

#### (一) 營養上的運動官能增補劑 (nutritional sports ergogenics)

運動訓練所需消耗的能量相當大，大部分營養上的運動官能增強劑主要是作為能量來源、促進合成代謝的物質、細胞的成分 (cellular component)，以及作為機體恢復之需。我們的食物中一般可以提供超過 50 種以上的營養素，適當的營養對於最佳的運動表現是有必要的，而我們每天的飲食中包含有六種不同的營養素，分別為碳水化合物、脂肪、蛋白質、維他命、礦物質及水。

#### (二) 藥理學上的運動官能增強劑 (pharmacological sports ergogenics)

藥理學上的運動官能增強劑，就像人體內的賀爾蒙或神經傳導物質具藥品 (drugs) 的功能。由於醫藥和科技的進步，選手使用的運動官能增強劑不斷地增加，因服用禁藥而導致死亡的事件也時有所聞，因此，國際奧會 (IOC) 的醫學委員會於 1967 年通過禁止使用興奮劑的禁令 (許美智, 1996)。藥理學上的官能增強劑主要也是影響代謝過程，提昇身體動力。例如，安非他命 (amphetamines) 的作用就如同腎上腺素 (epinephrine) 在生理上有所幫助。然而，藥理學上的運動官能增強劑已經受到大多數運動組織的關注，禁藥或藥物的使用普遍發生在不同層次的選手中，雖然某些藥物具有官能增強的效果，但它同時也明顯地增加健康的

危害程度 (Williams, 1998)。

### (三) 生理學上的運動官能增強劑 (physiological sports ergogenics)

生理學上的運動增補劑特別是用來增強天生的生理過程，以產生身體動力的物質或技巧，例如，非法輸血 (blood doping)、氧的補給和呼吸增強法 (Oxygen Supplementation and Breathing Enhancement) 等。就生理學上的運動官能增強劑本身而言，並不是藥物，以較嚴謹來看，有一部份因被禁止而可能被視為是藥物 (drugs)，甚至有許多已被 IOC 所禁用，所使我們可以將它們視為生理上的禁藥 (doping agents) 或非藥理學的禁藥 (nonpharmacological dopings)。其他有關的生理學上的運動增補劑，如肌酸 (creatine)、肉鹼 (carnitine)、人體生長激素 (Human Growth Hormone, [hGH])、肌甘 (Inosine)，一般而言，它們並非必需的營養素，只是個人性質在特殊的生理過程中對運動成績表現有效而已。

### (四) 心理學上的運動官能增強劑 (psychological sports ergogenics)

心理學上的運動官能增強劑主要是在調節和控制選手競賽或訓練時的心理歷程，協助運動選手在競技的過程更能穩定的發揮技術水準，取得最佳的運動成績。例如利用一些刺激來喚醒神經系統的能力，提昇生理功能，縮短反應時間、增進視覺敏銳及提升複雜肌肉的協調性等；或運用放鬆 (relaxation) 的技巧，如催眠、靜坐、冥想等，加強心智能力的管理。也有利用專注的技術或視覺化的練習，幫助運動選手處理壓力，設定心智練習的目標已應付比賽前、中、後的壓力刺激。

### (五) 機械或生物力學上的運動官能增強劑 (mechanical or biomechanical sports ergogenics)

機械或生物力學上的運動官能增強劑是指用以提升運動成績表現，改善運動技術的衣著、設備和器材。例如，更合乎人體生物力學的跑鞋、鯊魚裝、人工跑道、撐竿跳高的玻璃纖維等，皆因科技的進步而導致運動成績的進步。

## 四、運動官能增強劑對田徑運動成績表現的關係

要提高田徑運動成績表現，便需瞭解各個運動項目有不同的能量產生、控制及效率的需求，而這些需求皆與運動成績表現因素 (sports performance factors, SPFs) 有關，而運動成績表現因素 (SPFs) 包括：身體動力 (physical power)、心智能力 (mental strength) 及力學上的優勢 (mechanical edge) 等三方面。雖然適當的訓練可以增加身體動力、心智能力及力學上的優勢，然而，仍有許多運動員們

試圖尋找其他訓練之外的方法或運動增補的手段，作為運動成績表現的援助，利用這些可能的運動強化的手段來降低人類運動表現的障礙，在田徑運動訓練中的強化手段相當多，本文僅以攝取至體內的官能增強劑的方式來強化其身體運動能力的部分，探討其對田徑運動成績的影響。

下面一些例子理論上可以有效的提昇田徑運動成績表現的官能增強劑：

功能	官能增強劑	效果
提供能量的物質	碳水化合物	作為有氧醣酵解的能量
加強產生能量代謝的路徑	肌酸 (creatine)	磷酸肌酸的合成
	維他命 B 群	作為醣解的輔酶
	鐵	幫助氧的傳送和利用
增加心血管呼吸循環的功能	甘油 (glycerol)	增加血量
	Sympathomimetics	支氣管擴張的作用
增加產生能量細胞的數量或大小	人工合成類固醇	有助於增加肌肉細胞的大小
	紅血球生成素 (EPO)	增加紅血球細胞的數量
減少與疲勞相關的代謝副產物	重碳酸鹽(sodium bicarbonate)	緩衝乳酸的堆積
	天門冬胺酸鹽 (aspartate)	緩和氨的堆積
防止產生能量細胞的分解	抗氧化劑 (antioxidant)	防止脂質過氧化作用
	人參 (ginseng)	趨緩身體的壓力
安定心理的功能	安非他命	增加覺醒
	$\beta$ -阻斷劑	減少焦慮和緊張

田徑訓練所消耗的能量非常大，為維持選手身體各項機能與最佳的競技狀況，適當的營養補充對於從事的田徑運動訓練的選手是相當重要的。大陸著名的中長跑教練馬俊仁就曾指出，一位成功的運動選手除了靠「科學的訓練與嚴格的管理外，還需要加以適當的營養」。Applegate 指出，(1999)，運動前後立即攝取碳水化合物，可以增加肝醣的儲存，並延遲疲勞的發生，能有效提升耐力運動表現；蛋白質和氨基酸 (amino acid) 的補充，對於力量型的投擲項目，最佳身體組成扮演合成代謝的角色；食物中的抗氧化劑 (antioxidant)，如維他命 C、E 及胡蘿蔔素 (carotenes) 可以防止因激烈運動所產生的氧化壓力；短其間的肌酸的超載 (creatine loading) 可能可以改善高強度的運動成績表現，如短距離跑；運動前利用重碳酸鹽的超載 (bicarbonate loading) 方式，也可能改善持續 1~7 分鐘左右的項目，如 800 公尺及 1500 公尺的比賽；蜜蜂花粉是一種能量食物，也有人認為在激烈的運動訓練後的恢復有效例如，2000 年雪梨奧運女子馬拉松冠軍選手，就宣稱一種黃蜂的蜂蜜作為平時訓練的營養補充。支鏈氨基酸 (Branched-Chain Amino Acids, BCAA) 理論上在阻斷游離色胺酸 (free tryptophan) 進入大腦，減少神經傳

導物質 (neurotransmitter) 5-羥色胺的形成，而 5-羥色胺主要是在長時間耐力運動時引發疲勞的物質，對長距離的比賽可能有幫助。

運動選手也常利用藥物或興奮劑來提升運動表現，在目前的國際賽會或職業運動中廣泛被使用，而且在各階層選手中運用的情況也相當普遍，也然而這些藥物或藥劑的使用大多違反國際奧會的規定，且是一種不道德的違法行為。田徑界非法使用藥劑最有名的選手是加拿大短跑選手—班·強生，因長期非法使用合成性類固醇而打破 100 公尺的世界紀錄。運動前服用咖啡因可以延遲疲勞，可能促進高強度運動的成績表現；酒精可能被分類為是一種藥理學上的運動官能增強劑，通常也是一種社交上的藥品且被歸類為鎮靜劑 (depressant)，酒精的攝取也會影響無氧與有氧耐力運動表現，像 800 公尺及 1500 公尺的比賽且隨著酒精濃度增加產生的負面影響越大。對一些須要社交飲酒的運動員，適當的酒精攝取並不會傷及隔天的 SPFs，而過量的飲酒甚至宿醉，就會影響隔日的知覺動作和有氧耐力運動表現。 $\beta$ -2 促進劑 (Beta-2 Agonists) 理論上會增進肺功能，改善有氧能量系統，Clenbuterol 也可以促進脂肪分解，對長距離的比賽可能有幫助，但  $\beta$ -2 促進劑是被國際奧會所禁止。止痛劑 (Narcotic Analgesics) 它是一種處方藥劑，作為止痛的效果理論上提高疼痛的忍耐閾值，還可以降低比賽時的焦慮，可能會傷害運動表現，降低跑步的效率，動作不協調等負面的效果。

生理上的官能增強劑主要是為了改善運動時能量產生的生理過程，利用特殊的手段或物質來達到提升運動成績表現。在田徑場上較常見到有非法輸血 (Blood Doping)、氧氣補充等方法。非法輸血確實具有生理的官能增補效果，一般有兩種技術，一種是從別個體以同型輸血的方式；第二種方法以注入自己的血（特別是紅血球細胞）的方法。理論上主要在增加 RBCs 濃度及血中血紅素，研究上不管是實驗室或是實際場地，對有氧運動成績的提昇是有效的，然而國際奧會自 1985 年就開始禁止違法輸血。肉鹼 (Carnitine, [L-Carntine]) 在長時間運動中可以刺激肌肉細胞脂質 (lipid) 的氧化，可能改善有氧能力 (Gomes and Tirapegui, 2000)。也屬於一種生理學上的運動官能增強劑，L-Carntine 是肌肉細胞中許多 enzymes 的輔因子 (cofactor)，可能會影響 Krebs 循環中脂肪酸和能量基質 (substrate) 的一些代謝路徑，增加游離脂肪酸的氧化，對於長時間的運動後其有效的調節肝醣的使用。理論上 L-Carntine 的補充，也可以減少乳酸的堆積與改善無氧動力耐力。肌酸的補充有助於磷酸肌酸 CP 的產生，肌肉儲存的 CP 可能分離和能量釋放快速在合成，對於爆發性的項目，可能有助於成績的提昇，但目前的研究似乎尚未有一致性的結論。紅血球生成素 (Erythropoietin, [EPO, rEPO]) 理論上，rEPO 刺激骨髓中紅血細胞的製造，增加血紅素的濃度，有助於長距離的競賽項目。肝油理論上在防止因溫暖的環境下長時間運動時脫水產生的疲勞。人體生長激素 (Human

Growth Hormone, [hGH]) 可以刺激其他類似胰島素生長因子-1 賀爾蒙的產生，促進肌肉的生長，提高身體動力，對於肌力性的運動項目可能有效。氧的補給和呼吸增強法 (Oxygen Supplementation and Breathing Enhancement) 主要有氧氣增補、鼻腔擴張及過渡換氣的呼吸技巧。鼻腔擴張的貼鼻型的繃帶主要在增加鼻孔的大小，減少呼吸道的阻力。Breathplay 是一種用力呼吸的形式，增加換氣深度，傳送氧到肺部中。氧氣增補 (Oxygen Supplementation) 運動中可能有效，運動前、似乎無效；鼻腔擴張 (Nasal Airway Expander) 先前被一些中長跑選手在比賽中使用，但似乎沒有什麼效果；呼吸技巧 (Breathing Techniques) 也並無顯著的效果，氧的增補對有氧耐力性運動似乎是一個有效的官能增強方法。碳酸氫鈉的使用有時也會作為一種蘇打超載 (soda loading) 或緩衝加強法 (buffer boosting) 的方式。藉由氫離子和乳酸的流出，降低肌細胞中的酸性，有效的改善高強度 (45 秒至 6 分鐘的激烈運動) 的表現，對 400 公尺、800 公尺、1500 公尺的比賽可能有幫助。睪固酮和 HCG (Testosterone and Human Chorionic Gonadotropin) 可以刺激合成代謝活動增加肌肉質量，增加爆發性的運動表現。此外，如高地訓練或低氧壓的訓練也有助於選手的有氧代謝能力，提昇長時間的運動表現。

## 五、結語

從目前世界各國的田徑運動成績的發展，早已不是單純的運動競技了，運動科學的發展直接地影響體育的競賽。單單的依賴過去單純的訓練，開發人類的競技能力，似乎逐漸被所謂的運動官能增強劑所取代，而這些方法手段大多是運動科學研發的成果。因此，運動競技成績的提昇，除需要有一套最佳的訓練方法外，運動科學所發展出來的強化手段，也是我們同時需要具備的知識。

## 參考資料

- 許美智。1996。運動員禁藥與檢驗。《國民體育季刊》，25(1)，頁 49-54。
- Ahrendt, D.M. (2001). Ergogenic aids: counseling the athlete. Am Fam Physician, 63(5), 842-843.
- Applegate, E. (1999). Effective nutritional ergogenic aids. International Journal of Sports Nutrient, 9(2), 229-239.
- Gomes, M.R. & Tirapegui, J. (2000). Relation of some nutritional supplements and physical performance. Archives Latinoam Nutr, 50(4), 317-329.
- Silver, M.D. (2001). Use of ergogenic aids by athletes. Journal of American Academic Orthopedics Surg, 9(1), 61-70.
- Williams, M.H. (1998). The Erogenics Edge: Pushing the Limits of Sports Performance. Champaign, IL: Human Kinetics.