

飛躍發展的運動選材學

周資眾 義守大學通識教育中心副教授

前言

「運動選材學」是20世紀末飛躍發展起來的一門運動科學，曾凡輝、王路德、邢文華（1992）認為運動員選材是根據不同運動項目的特點和要求，採用現代科學的方法與手段，通過客觀指標測試，全面綜合評價與預測，將先天條件優越，適合從事某項運動的人才從小選拔出來，進行系統培養，並不斷監測其發展趨勢的一個過程。眾所周知，決定競技運動水準提高四大要素，即是科學選材、科學訓練、科學參賽及科學管理（蔡睿、張一民，2013）。徐本力（2000）指出，高水準運動員的培養是複雜的

系統工程，選材是開端，訓練是基礎，恢復是關鍵，落實運動員的選材，才能為挑戰高水準的競技運動奠定紮實根基。相信此門學科終將與運動訓練學密不可分，深具發展前景。

回顧臺灣近三屆奧林匹克運動會績效，2004雅典奧運2金2銀1銅、2008北京奧運4銅，以及2012倫敦奧運1銀1銅，不僅每況愈下，並有奪牌運動種類嚴重窄化問題，伴隨現今社會的少子女化、文憑至上、升學主義導向，體育在學校教育往往僅聊備一格，因此，挑選具運動潛能的人才，予以科學化培育是當務之急。

運動選材的沿革與發展

綜覽文獻，國內外體育學者對運動選材有不同稱謂，如運動員選材、運動選材、運動員科學選材等，基本意涵大同小異而「運動選材（talent identification）」則廣為接受（Bompa, 1985；Baur, 1986；Jarver, 1981；Kozel, 1996；Peltola, 1992；周宛靜，2015；陳全壽，2014），後續並從其擴展為新興學科：運動選材學。本文從遺傳角度切入探討理論基礎，側重體型分類理論與方法，簡介基因選材等兩大主軸；成果期以作為學界及教練之參考。

一、遺傳學的理論探討

遺傳學的理論進展，可回溯至《物種起源》一書的出版，至1866年孟德爾（Mendel）發現遺傳學的「連鎖互換」、「分離」，以及「自由組合」三大定律；1901年Hugo Marie de Vries提出「突變」概念；1902年Sutton與Boveri提出染色體是遺傳因子載體；1909

年Johannson將遺傳因子改名基因（gene）；1926年Morgan發表基因學說（gene theory），為第一位遺傳領域的諾貝爾獎得主，影響現代遺傳學的發展（武光東，2000）。Watson & Crick（1953）發表「DNA（Deoxyribonucleic acid）雙螺旋模型」。此模型乃由兩條DNA鏈繞著同一個軸形成螺旋狀長鏈；鏈中主要成份是脫氧核糖，它是由一個磷酸，一個脫氧核糖和一個鹼基構成。林志遠（2002）指出：基因的本體就是DNA，它由一個去氧五碳糖（deoxyribose）、胞嘧啶（cytosine）、腺嘌呤（adenine）、胸腺嘧啶（thiamine）及鳥嘌呤（guanine）等四個鹼基（bases）組成，這四種鹼基的結合稱為遺傳密碼。余竹生、沈勳章、朱學雷（2013）研究發現：鹼基互補配對方式是A-T、G-C；鹼基對在內側，脫氧核糖-磷酸骨架在外側，兩條鏈是互補的。如果一條鏈是AGTGCCAT，其互補另一條鏈序

列一定是TCACGGTA。根據此一原則，了解一條鏈的鹼基序列，就可以推導出另一條鏈序列；遺傳訊息就儲存鹼基排列順序中。

二、體型分類學的發展

體型分類 (somatotype) 大約始於古希臘學者希波克拉底 (Hippocrates)，至1954年Sheldon將人體體型分三大類：內胚葉型 (endomorph)，全身大都是脂肪，身體各部鬆軟；中胚葉型 (mesomorph)，肌肉骨骼均衡發達，為理想體型；外胚葉型 (ectomorph)，身體纖弱，並用七個階段評價各型之所得，1代表該型成分之最少者，7代表該型成分之最高者，因此每個人的體型皆由三個從1到7的數字代表，此體型分類的缺點為過於主觀，之後Heath & Carter改進此測量法，設計Heath-Carter Method體型量表，目前廣為體育學界採用，其內容包括脂肪厚度、骨骼大小，以及肌肉大小測量等 (張至滿，1990)。

三、體型分類法在運動選材的應用與分析

經驗選材是科學選材的基石。根據陳定雄 (2001) 從經驗選材角度，發現優秀運動員具下列特徵：肩寬者上肢有力，頭長者有彈性，馬腿會跑，象腿有力，頭蓋指數愈長者愈高，小腿指數愈大愈會跑，足弓愈大者彈跳愈佳，手掌越大投擲能力越強等。回顧奧林匹克運動會三位田徑金牌名將：James Cleveland Owens (1936年奧運100公尺、200公尺、400公尺接力，以及跳遠四面金牌得主)、Carl Lewis (1984年、1988年、1992年，以及1996年四屆奧運跳遠金牌)、Usain Bolt (2008年、2012年，以及2016年的100公尺三連霸主，以及100公尺世界紀錄保持人)，對照其體型特徵，發現多吻合陳氏之論點。

體型 (somatotype) 是指人體某個階段型態結構的定量描述 (劉獻武，1991)。一般而言，測量體型包括尺寸、體型及身體組成等三

個方面，尺寸是要了解人體體型的大小，體型測量則是探討人體型態與結構，身體組成是要了解體內組成 (郭羿函，2006)。回顧體型分類實際應用在運動選材的重要研究，在1960年代，日本學者橫堀榮 (1969) 採用身高、體重差異指數法 (身高減去體重的差數，例如身高170公分，體重70公斤，其指數為100) 來區分日本男性運動員體型為五大類：力士型，85以下；柔道型，85-95；馬力型，95-105；萬能型，105-110；中長距離型，110-120。該研究並發現馬力型在短距離項目上占優勢，萬能型則以球類、拳擊、游泳占多數，但中長跑及馬拉松則不盡然均符合體型分類的標準。

到了1980年代，Carter (1984) 探討1948年到1976年奧運選手的體型分布，男性1575人，女性289人，結果顯示男性體型成分值為2.0-5.0-2.5，女性體型成分值為3.0-4.0-3.0。林晉榮 (1989) 針對國內

不同運動項目分類特徵研究，結果發現全體體型成份平均值為3.5-6.7-1.8，顯示選手的體型特徵，容易受到運動種類不同而有所差異。21世紀，中國學者余竹生、沈勳章、朱學雷 (2013) 研究發現運動員體型應以中胚層為主，其速度、運動能力和耐力方面較為突出。游泳和舉重項目偏重內胚層，跳高、中長跑項目則偏重外胚層，多數項目兼具兩種體型又側重一方，如短跑運動員多為中內型或外中型，中長跑多為外中型，舉重和投擲運動員多屬高度中胚層體型或內中型。

除此之外，過去政府也曾為了解臺閩地區各級學校學生發育狀況，將身高、體重、胸圍測量值換算成體格指數 (physique index)，據以了解個體發育狀況及體格特徵 (教育部體育司，1989)。

四、飛躍發展的運動選材學

競技運動與運動選材息息相關。自從公元前776年第一屆古代奧運會起，各參賽代表就選擇虎背

熊腰者來為城邦爭取橄欖桂冠，而且必須是希臘血統，比賽前一個月集中訓練（吳文忠，1952）。由於體格對競技比賽勝負有決定性影響，運動選材的概念於焉萌芽。1896年雅典開啟現代奧運序幕，奧林匹克的五環旗飄揚，競技運動成為文明社會重要指標。全球化來臨，運動無國界，競技比賽已成為政治、經濟之外的文化活動。進入1960年代，運動科學（sport sciences）一日千里，運動員選材各項研究工作，深受國際重視，如羅馬尼亞1978至1981年針對大量運動員體能檢測，建構體能常模（林振彬，1983）。

1990年後，中國運動選材急起直追，1991年劉獻武主編運動選材學，兼具理論與實際，是影響中國體育學界較大的選材論著。1992年曾凡輝、王路德、邢文華出版運動員科學選材，建立兒童運動員選材指標，形成中國特色運動選材體系。1994年鐘添發、田麥久、王路

德等出版運動員競技能力模型與選材標準，豐富初、中、高級射箭等9項運動科學選材指標，建構優秀運動員競技模型。2006年隗金水發表博士論文〈運動員選材的選育結合與實證〉，完善運動選材選育體制。2008年邢文華主持「奧運優秀運動員選材研究」，實現優秀運動員科學選材理論深化。綜上所述，中國運動選材理論研究已具有紮實基礎，並有組織運動選材科研隊伍，兼顧理論與實踐。

臺灣運動選材落實自蔡敏忠（1968）出版《中華民國青少年體能現況與體能標準訂定》，是我國運動選材開端。教育部（1999、2003）則為發掘可造之材，委託國立體育大學進行「培育原住民田徑人才選、訓、賽五年計畫」，逐步建立原住民人才資料庫，以利長期追蹤選才。將其族群細分魯凱、卑南、邵、阿美、達悟、泰雅、排灣、布農、鄒、賽夏，以及葛瑪蘭族11族，根據各族群體型生理條

件，適才適所因材施教，逐步孕育出國際級運動專才。教育部體育署（2012）的「浪潮計畫——培育優秀或具潛力運動選手計畫」則養成一波接一波的後備人才。

「奧運金牌＝科學選材＋科學訓練＋科學參賽」，以運動科學協助運動訓練在全球早已普遍，先後設立運動科學研究專責機構，如日本的東京運動科學中心、韓國的運動員潛能發掘中心、美國的Colorado Springs Training Center常態鑽研運動科學研發。

筆者覽閱運動訓練學相關文獻，歸納運動訓練科學化十大特徵，臚列如次：1. 運動員心、技、體全方位提高。2. 競技高峰狀態高頻化。3. 重大比賽訓練減量有序化。4. 訓練恢復多元化。5. 周期訓練板塊化。6. 訓練方法結構化。7. 競技訓練超補償原則。8. 參賽管理的分級。9. 運動訓練的綜合化。10. 運動項群選材。

運動選材新趨勢——基因選材的挑戰

世有伯樂，然後有千里馬；競技運動人才的培育，是由初級挑選素材，到中級篩選胚材，再到高級精選成材；奧林匹克運動會穿金戴銀的運動員，必須兼具出色的運動天分，配合週期科學化訓練，方能叱吒風雲揚威體壇（周資眾，2008）。運動員選材主要是以人類遺傳學為基礎，以測量為方法，通過預測挑選具有運動潛能的人才（葛琚，2011）。因此，其理論根據就是高遺傳度存在相關，應用基因篩選運動天才，探索具有不同運動能力相關基因特徵，將是運動員科學選材又一嶄新的研究領域。

郭婕、楊曉琪、李寧遠（2003）指出：DNA是細胞核中的一種遺傳物質，有如一幅藍圖，包括生物結構的資料，父母親的遺傳訊息都依賴它遺傳到小孩身上，兄弟姊妹彼此之間仍有其差異，包括膚色、髮色、眼睛顏色、五官等。

表 1

運動選材研究的里程碑

年份	作者	重大里程碑
460BC	Hippocrates	短粗型 (habitués apoplectics) 細長型 (habitués phthesicus)
1828	Rostan	重新命名為消化、肌肉、呼吸、腦部等四型
1866	Mendel	遺傳學之父，建立「分離定律、自由組合定律、連鎖互換定律」三大定律
1895	Darwin	發表《物種起源》乙書，物競天擇，適者生存
1901	Hugo de Vries	提出「突變」名詞
1902	Sutton & Boveri	染色體是遺傳因子載體學說
1904	Sigaud	消化型 (digestive type)、肌肉型 (muscular type)、呼吸型 (respiratory type)
1909	Johannson	提出基因型 (genotype) 與表現型 (phenotype) 的分類，把 Mendel 的遺傳因子改名基因 (gene)
1925	Kretschmer	圓筒型 (pinscher type)、瘦身型 (leptosome type)、運動員型 (athletischer type)
1926	Morgan	發表基因學說 (gene theory)，遺傳學第一位諾貝爾獎
1930	Scammon	提出身體各部系統及器官發育圖譜
1940	Cureton	採目睹法按照脂肪、肌肉、骨骼順序排列成三角圖型
1941	Beadle	驗證基因是通過控制酶的合成，建立「一種基因一種酶」的理論
1953	watson & crick	發現「DNA 雙螺旋模型」，提出基因是 DNA 分子上的一個特定片段，從而開創分子遺傳學
1954	Sheldon	採用胚胎學名詞命名，建立體型指數概念，三個阿拉伯數字，分別代表內胚型 (endomorph)、中胚型 (mesomorph)、外胚型 (ectomorph) 等三種體型，分別由 1 至 7 表示各成份程度，711 表示肥胖內胚型，171 壯碩中胚型，117 纖瘦外胚型，內胚型代表體型圓胖，中胚型代表肌肉發達，外胚型代表身材高瘦
1970	Parnell	研發 M4 Deviation Chart (四表)，以身高、體重、皮脂厚及肌肉圍等測量決定體型
1980	Heath & Carter	發展出「Heath-carter 體型分類表」，區分內胚層、中胚層、外胚層等分類
1988	中國國家體育總局	制訂「中國人手腕骨發育標準 CHN 法」，探討利用骨齡預測身高
1989	邵紫苑	出版「皮紋與選材」專書探討指紋掌紋與運動天賦之相關
1990	田麥久	出版「頂群訓練理論」專書，專論唯美、隔網等不同運動項群分類選材
1992	曾凡輝、王路德、邢文華	「運動員科學選材」專書架構田徑、游泳、體操及球類等兒童少年運動員科學選材指標與及評定標準，
1994	鍾添發等	「運動員競技能力模型與選材標準」，建立賽艇、划艇、蹼泳、自由車、帆船、射擊、射箭等初、中級專項選材模型及其選材指標測試細則
2000	Dulbecco	人類基因組解碼計畫 (Human Genome Project, HGP) 實現人類圖譜與基因定序
2000	李力研	發表「人類種族與體育運動」專文，分析不同人種特徵與運動表現之相關
2006	隗金水	出版「運動員選材的選育結合理論與實證研究」博士論文，探討選育結合實際
2008	邢文華	「奧運優秀運動員科學選材研究」製定田徑、游泳、球類等優秀運動員選材常模
2014	中國國家體育總局	出版「高水準競技選手的科學訓練與成功參賽」專書，整合選材、訓練、參賽各自相應的學科作為競技體育學主幹學科，建構競技運動學理論系統。

資料來源：作者整理

中國知名學者田麥久 (2005) 認為，運動員選材，必須建植人類基因組計畫 (Human Genome Project, HGP)，部分已證實與身體運動潛力相關基因，如：肌肉組織特异性磷酸肌酸激酶 (muscle-specific creatine kinase, CKMM)，線粒體基因及血管緊張素轉移酶 (Angiotensin-Converting Enzyme, ACE) 等。實證研究上，邱麗玲、謝玲玲、顏克典與謝伸裕 (2007) 共同研究 ACTN3、R577X 基因，結果發現：運動員的爆發力或耐力表現，無法以一個基因解釋，可能受到多種基因調控，ACTN3 可能是選拔優秀爆發型運動員的候選基因。

結語

運動選材猶如大海撈針，對已被撈上岸的針，還需要細心琢磨，鑒別是屬於天才的鋼針，或僅是鐵針、銅針甚至是木針。朽木無法挑大梁，銳利的寶刀方能披荊斬棘勇冠三軍。展望未來，運動選材熱門

研究是採運動員睾酮值，方法採用唾液睾酮基礎值。一般而言，男生運動員睾酮值以 9.5-35 mmol/L，女生運動員以 0.35-3.50 mmol/L 為控制範圍 (葛珺、沈勛章、蔡廣，2011)，而 ATP-CP 能量系統為主的項目，優秀運動員睾酮值高於其他項目，如短跑、鉛球、標槍、跳遠等 ATP-CP 能量系統為主的項目佔有優勢。後續研究者可以從運動選材 → 天才確認 (talent confirmation) → 天才發展 (talent development) → 天才移轉 (talent transfer)，換言之，即潛質鑑別 → 確定潛質 → 全人發展及訓練 → 潛質轉移，建構運動選材與育才金字塔。筆者認為，玉不琢不成器，天才不是一天造成的，唯有循序漸進一點一滴耕耘基本功，方能滴水穿石造就運動天才。一言以蔽之，天才運動員可遇不可求，必須兼具先天資質和後天訓練，並預測運動員未來發展可能 (probability)。選材得當，育才過程事半功倍；選材不當，育才過程艱辛

且成效大打折扣；惟，運動員選材無法一蹴而就，在漫長選材週期，運動教練必須思考短期效益與高水準競爭力運動員之間的銜接，選中有育、育中有選，運動選材是長期動態觀察訓練篩選的系統工程，它是從小到大，感性到理性，結合經驗與科學。依據不同訓練層次的初級、中級及高級選材和育才系統雙軌同步進行，方能落實運動員選材、育才與成才一條龍。

參考文獻

- 田麥久（2005）。運動員初級選材。載於田麥久（主編），*人體科學原理*（頁26-75）。臺北市：奧力達。
- 余竹生、沈勳章、朱學雷（2013）。*運動員科學選材*。上海市：浦江教育。
- 吳文忠（1952）。*奧林匹克運動會史*。臺北市：商務。
- 邢文華（2008）。*奧運優秀運動員科學選材研究*。北京市：人民體育。
- 周宛靜（2015）。歐美「運動員長期發展模型LTAD」對我國優秀運動選手培訓體系之借鏡價值。*學校體育*，150，10-21。
- 周資眾（2008）。運動選材新趨勢。*學校體育*，104，80-84。
- 林志遠（2002）。運動對DNA的氧化傷害的影響。*中華體育*，16（3），1-8。
- 林振彬（1983）。體育之春。*廣東體育科研*，1，46-47。

- 林晉榮（1989）。*不同運動項目選手體型特徵之研究*（未出版碩士論文）。國立體育學院，桃園。
- 武光東（2000）。飛躍發展的人類遺傳學。*科學月刊*，31（1），52-56。
- 邱麗玲、謝玲玲、顏克典、謝伸裕（2007）。ACTN3與ACE基因多形性與優秀爆發型運動員的相關性。*體育學報*，40（4），1-12。
- 徐本力（2000）。*運動訓練學*。北京市：人民體育。
- 張至滿（1990）。體型分類法。取自：<http://ap6.pccu.edu.tw/Encyclopedia/data.asp?id=6228&forepage=2>
- 教育部（2003）。培育優秀原住民族學生運動人才計畫。*學校體育*，77，4-11。
- 教育部體育司（1989）。*臺閩地區各級學校學生身高體重胸圍測量報告書*。臺北市：教育部。

- 教育部體育司（1999）。*培育原住民族學生田徑人才選、訓、賽五年計畫*。臺北市：教育部。
- 教育部體育署（2012）。*浪潮計畫——培育優秀或具潛力運動選手計畫*。取自<http://www.sa.gov.tw/wSite/ct?xItem=5465&ctNode=380&mp=11>
- 郭羿函（2006）。*臺灣女子舉重選手身體型態之研究*（未出版碩士論文）。國立臺灣體育學院，臺中市。
- 郭婕、楊曉琪、李寧遠（2003）。天生冠軍相？基因掌控運動表現？*健康世界*，214，9-13。
- 陳全壽（2014）。追求卓越的運動表現。*運動表現期刊*，1（1），1-5。
- 陳定雄（2001）。*運動訓練的問題*。發表於2001年國際運動教練科學研討會，臺中市，臺灣。
- 曾凡輝、王路德、邢文華（1992）。*運動員科學選材*。北京市：人民體育。

葛珺（2011）。基因選材離我們還有多遠？*中國體育教練員*，4，24-25

葛珺、沈勛章、蔡廣（2011）。運動員羣體值在選材中的研究進展。*中國體育教練員*，4，32-33。

劉獻武（1991）。*運動選材學*。北京市：人民體育。

蔡敏忠（1968）。*中華民國青少年體能現況研究與體能標準訂定*。臺北市：國立臺灣師範大學。

蔡睿、張一民（2013）。*運動員選材理論與實踐*。北京市：人民體育。

橫堀榮（1969）。*運動的適應性*。臺北市：維新書局。

Baur, J.(1986). *Talent identification and development in sport: An interim evaluation, part1*. Unpublished translation – (Australian Institute of Sport, Balcones).

Bompa, T. O. (1985). Talent identification: Sports periodical on search and technology in sport.

Modern Athlete And Coach, 2 (1), 1-11.

Carter, J. E. L. (1984). Somatotypes of Olympic athletes from 1948 to 1976 in carter, physical structure of Olympic athletes part II: Somatotype of Olympic athletes from 1948-1976. *Sport Medicine*, 18, 53-59.

Jarver, J., (1981). Procedures of talent identification in the USSR. *Modern Athlete And Coach*, 19 (1), 3-6.

Kozel, J. (1996). Talent identification and development in Germany. *Coaching Focus*, 31, 12-13.

Peltola, E. (1992). Talent identification. *Sport Psychology Bulletin*, 3 (5), 10-11.

Watson, J. D. & Crick, F. H. C. (1953). A structure for deoxyribose nucleic acid. *Nature*, 171, 737-738.