

擊劍運動訓練生理評定目的與應用

溫華昇*

許啞豪*

摘要

隨著科技日新月異的發展，人類知識不斷地提升，許多未知的事物已能藉由各種儀器的發明而挖掘出來，同樣的在體育運動的領域，科技的發達也使得人類對於人體訓練的生理狀況之評估與分析越來越精進，透過科學化的方法進行訓練工作，將使運動員獲得事半功倍之效，進而促使運動員能力的提升。本文從運動訓練生理評定著手，了解目前對於運動員生理評定的方法與效用，另外藉由對於運動訓練生理評定的內容，了解運動強度、運動能力、運動員機能狀態的評定以及科學選材的依據為何，並舉例影響最大耗氧量（ VO_{2max} ）評定的各種因素，了解運動訓練生理評定之不易。此外，從擊劍運動的角度切入，分析擊劍運動的比賽方式，並且從擊劍運動能量來源的結構以及對於擊劍運動動作技術之分析，探討出擊劍運動訓練的生理評定方式，最後提出未來的應用與建議以供擊劍運動教練與運動員之參考。

關鍵詞：擊劍、運動訓練、生理評定

*康寧醫護暨管理專科學校 通識教育中心講師

A Investigation of the Purpose and Application of Physiology Valuation on Fencing Sport Training

Hua-Sheng Wen*

Chih-Hao Hsu*

Abstract

Because of science and technology developed with each day. Human's knowledge promoted constantly and a lot of unknown things already come out by various instrument. Science and technology of flourishing made valuation and analysis of physiology more aggressive in sport setting. Training works through the scientific methods made athlete acquired effect of half effort and double results and promote their sport ability. The purpose of this study was to understand current methods and effect of athlete physiology valuation, which included to understand sport intensity, sport ability, athlete's functional valuation and to understand materials of the choosing by sports science, which were not easy to do to took examples in many various factors about influence the valuation of sport training physiology (ex assess $VO_{2\max}$) . In addition, we tried to analysis the competitive styles of fencing and tried to investigate of the styles of physiology valuation on fencing sport training by it's structure of energy source and technique analysis.

Key Words : fencing 、 sport training 、 physical valuation

* Lecturer, Center of General Education, Kang-Ning Junior College of Medical Care and Management

壹、前言

由於科技發展迅速，人類生活水準以及知識發達的今日，當前的運動訓練中，若仍以經驗法則進行訓練工作，所得到的訓練成果將是有限、不可預期或掌握與不客觀的。隨著科學的進步，運動科學的發展已是日新月異，由於運動訓練所進行訓練的對象是「人」，因此針對「人體」運動生理研究的科學，我們可以稱之為運動生理學。

透過在實驗室中對運動中的人體的生理狀況進行評估與分析，目的是為了使體育運動能以科學化的精神與方法進行訓練工作，而使得選手透過合理的訓練內容能夠事半功倍、促進運動員能力的提升、維護運動員的身體健康與運動壽命，教練對於運動生理學的知識是不可或缺的必要知識，如何活用並將生理學的知識運用於運動訓練教育中，使選手得以在最完善與充足的訓練下得到最佳的訓練效果，教練對於學習與掌握生理狀況的評估方法的運用更是不容忽略。

貳、運動訓練生理評定方法與效用

在目前競技運動的項目中，包含了許多不同的運動項目，而這些運動項目以能量系統來區分，可以分成有氧能量系統、有氧-無氧能量系統與無氧能量系統等三大類。由於在訓練過程中，我們必須知道我們所從事的運動項目屬於何種能量系統，進而針對該運動項目進行體能訓練或是專項體能訓練，如此才能獲得應有的訓練成果，這也就是「種何因？得何果？」的因果關係。

爲了了解運動項目的運動能量系統，因此就需要利用運動生理的評估方法，對運動選手的生理狀況進行科學的分析，並將其分析結果進行評估與分類。因此在許多生理學家的努力下，於實驗室中對運動選手進行各項的生理實驗，由於測驗的內容與目的不同，也因此產生許多方法。目前這些生理評估方法發展至今有以下幾種：有氧運動能力測定法、評估有氧運動能力間接測定法、肺功能評估、身體組成的測量、無氧運動能力測定、肌力測試、運動負荷的血液生化指標評估、尿液生化指標評估...等。

區分「有氧」與「無氧」運動最重要的一個因素就是「氧氣」的使用與否，因此，有氧運動能力測定法、評估有氧運動能力間接測定法、肺功能評估、無氧運動能力測定的方法，透過選手在實驗室中以跑步機或是腳踏車進行次最大運動，利用氣體袋收集選手呼出的氣體或是進行血液的採集而進行化學分析，將結果經由統計方法得出結果。

這些方所得到的結果，是一種近似運動競賽時的生理狀況的結果，也因此可以給予運動教練與參與者，參考與利用。也可以使運動訓練方向與內容持續進行或適時的調整。

參、運動訓練生理評定內容

運動訓練生理評定最重要的意義就是監測運動訓練效果，運動訓練內容是否適當合理、是否過度、強度不足以及符合科學精神，因此爲了使訓練課程與內容能有效的加強選手身體資源以及在比賽中展現最佳的表現，因此在訓練時的生理評定是相當重要，因爲它可以提供教練與運科人員一種訓練課程回饋的依據，介意進行改進、加強、調整與降低選手的疲勞程度。

運動訓練生理評定的主要目的與意義可以表現在四個方面，分別是運動強度生理學評定、運動能力的生理學評定、運動員機能狀態評定、科學選材的生理依據。

一、運動強度生理學評定：

所謂運動強度，是指在單位時間內所輸出的功率 $P/\Delta T$ ，然而所謂的功率就是單位時間所輸出或做的功（work）也就是 $P=W/\Delta T$ ，「功」代表是能量，因此也就是在單位時間中，選手所消耗的能量。換言之，選手在單位時間消耗的能量越大，也代表選手所受到的運動訓練強度也越大。依照力學的原理 $P=W/\Delta T$ ， $W=\Delta F\Delta D$ ， $F=M\Delta A=M\Delta V/\Delta T$ ，若距離、物體質量不變，若要產生較大的「功」，則必須使力量增加，也因此單位時間速度的變化量就必須增加。因此，訓練時的速度快慢可視爲運動強度的一項因素或是觀察指標。若

速度與質量不變，導致力量不變，因此若要增加「功」，就必須增加運動的距離或者運動的反覆次數，因此，「距離」、「次數」也可視為強度因素。

當身體進行高強度的訓練時，反應在人體身上的生理現象可以測得的強度影響變化為心跳率、最大耗氧量（ VO_2max ）、無氧閾值（AT）、肌酸激酶、乳酸脫氫酶，因此透過訓練的要求，我們利用生理評定過程，進行不同運動項目的特殊能量系統的發展。

二、運動能力生理學的評定：

而運動能力是指運動員運動表現或展現能力，但不表示運動表現或展現能力好相同於運動成績佳。運動能力的評定是依照選手因訓練所產生生理適應的變化，它主要表現在身體型態、結構、生物化學和機能等四方面的變化。

所謂身體型態包含了身高、肌力的增加、心臟型態結構之改變，由於運動項目的不同，經過不同的訓練身體會產生不同的適應。經過訓練的運動員，在運動時比無訓練者的心跳率來的慢，其原因是有較大的每跳輸出量，而導致每跳輸出增加的原因是因為心肌收縮力增加的原因。另外 Milliken 等人（1988）針對越野滑雪選手、長距離自由車選手以及長跑選手利用核磁共振攝影的方法，發現耐力型的運動員的左心室大於非運動員（林正常 1998）。

在結構改變方面，不同的運動能量系統的運動項目的運動員，經過運動訓練後，其運動肌群型態也會跟著改變，例如有氧運動項目的選手其慢縮肌（紅肌）分部會明顯增加，而無氧性運動選手，其快縮肌（白肌）會相對的增加。另外在運動機能方面，由於經過訓練後，運動反應與協調性會比沒經過訓練時表現的更好，是因為熟練與效率得到適應性的結果。

這些的評定方式可以透過簡單的心跳率檢測、電阻檢測分析方式、速度反應檢測及肌力測試、運動負荷的血液生化指標評估、尿液生化指標評估。

三、運動員機能狀態評定：

運動員機能是包含了選手表現該運動項目的流暢型與協調性，它含有機體的能力表現與能力狀態，而這些可以透過肌力測試、血液生化指標評估、專項

動作表現進行評估。

四、科學選材的生理依據：

生理評估的另一項重要的意義，就是選材，透過一定的生理檢測，依照所呈現的科學數據，選擇好的材料進行培育計畫，將不適合訓練的人員排除，以利於教練與從事運動訓練者的發展，另外還可以避免不必要的意外事件發生。

肆、影響運動訓練生理評定的因素

由於評估的對象是人，也使得問題相對顯的複雜，因為就算是同卵雙生的雙胞胎，也有其個別存在的差異。就以最大耗氧量 VO_2max 的研究中，依照吳慧君（1999）指出影響生理評估的因素包含有以下幾個項目：

- 一、遺傳因素：在最大耗氧量 VO_2max 的研究中，發現 VO_2max 受遺傳因素影響極大，但仍有 10%-30%，甚至 40%的可訓練性。
- 二、性別：男女的 VO_2max 測定值不論以絕對值還是相對值，均有所差異。
- 三、年齡：年齡是影響 VO_2max 重要因素。
- 四、測定方法：不同的測定方法也會產生差異，例如利用腳踏車與跑步機進行測試的結果，產生差異性的結果。
- 五、運動項目：不同的運動項目選手進行測驗，所產生的結果不同，例如耐力運動項目型的選手，其 VO_2max 的能力比爆發型的運動項目選手為佳。
- 六、不同的訓練狀態：若選手在最佳的訓練狀態下，所顯示 VO_2max 的測驗結果比訓練狀態不佳的選手好。

伍、擊劍運動的模式

現代擊劍運動方式，是在一條長 14 公尺的金屬劍道，以快速移動攻擊、閃躲、持續連續前後跳躍方式進行試探、尋找攻擊時機。當攻擊發起時，以相當迅速的攻擊速度，利用手、腳的協調性配合，對對手進行刺擊的動作。

擊劍比賽中的個人賽的比賽方式，首先是以分組循環的方式進行比賽，在分組循環的賽制中，比賽時間為三分鐘，以先刺擊對手五次獲得五點得分者為勝。隨後依循環賽之結果進行成績排名順序，其後再進行單敗淘汰決賽。

在分組決賽時，一場決賽共包含三局三分鐘之比賽，每局之間可休息一分鐘，在這三局間，擊點分數累計十五分者為勝。在三局時間用盡之下，若仍無法分出勝負或比數仍為平手時，就需進行所謂的蹴死賽，得加賽一分鐘，進以決定勝負。

以國內舉辦之世界銳劍大獎賽為例，合於國際劍總（FIE）認可之國際賽比需要有七十二名選手與會參賽，前十六為種子選手，其餘前五十六名選手將分為八組，每組七人進行分組循環比賽。若以選手參加循環比賽至奪得冠軍來說，在預賽時需進行六場三分鐘之循環賽，共需十八分鐘左右，到冠軍決賽還需打七場分組淘汰賽，共需七十七分鐘左右，因此從循環賽至冠亞軍決賽，在此一例中就競賽時間而言最長可達九十五分鐘左右。對於國際之間的 A 級賽，往往是上百人與會競技，比賽時間就需更長，在這種模式的比賽過程將是對選手在體能的一項考驗。

陸、擊劍運動的能量系統基礎結構

從擊劍運動的模式來看，擊劍運動的能量來源依照 1987 年，法國擊劍家勒貝爾·勒凡認為由於高水準之擊劍運動比賽，所需要花費的時間很長，因此主張，需強調有氧能量系統為主，並注意有氧的代謝能力。

林正常（1986）認為擊劍運動之供能系統，來自於以無氧能量系統為主，其包含 ATP-PC 系統以及乳酸系統。

高興、殷勁（1992）的研究指出擊劍運動是以 ATP-PC 系統供給比賽時之能量來源，以有氧能量系統作補充 ATP-PC 系統所消耗之能量，而乳酸系統也佔有必要之地位。擊劍運動屬技能類格鬥對抗項群，要求動作快速，在攻防講究運動速度和爆發力。其中上步弓步刺、沖刺、防守反擊等動作的完成是屬於

無氧供能中 ATP-PC 系統供能的。

由於擊劍比賽的過程需要的時間長，如果沒有強而有力的有氧功能系統不斷補充 ATP，將難以保證運動員有充沛的體力來有效的完成技術動作。擊劍運動雖然不是持續不動的、一刻不停的運動，但有時需要的時間長，單靠 ATP-PC、乳酸系統提供運動能量，是不足以支持如此長的比賽時間，需有氧系統不斷補充能量。

在 10 秒內的快速運動，肌肉中主要能量來源的供應來源為 ATP-PC 系統，而在 ATP-PC 耗盡時的運動，在運動持續 30-60 秒醣酵解達最大速，將會堆積大量之乳酸。運動強度越強其恢復其所需消耗的能量也愈大，而乳酸所需代謝的時間也越長，良好的有氧代謝能力就是改善此一狀況的方法。將此一結論，作為擊劍運動之訓練的一個訓練理論基礎。

柒、擊劍運動的動作技術結構

擊劍運動的動作表現，是需要良好的手、眼、腳協調能力，在比賽場上利用腳步動作進行靈活的運動，藉以掌握進攻、防守以及試探動作的距離保持，當決定進行攻擊或是防守動作起時，透過眼睛的訊息接收進而產生動作發起，以極快速的手部動作與腳步移動的搭配對對手進行攻擊與防守還擊。

擊劍運動是屬於技擊類型的運動，是一對一的格鬥型態的比賽方式，除了本身主動掌握的動作外，還必須注意與處理對手的反應動作，在這一連串的攻擊與防守間，一個良好的擊劍選手必須具備良好的運動視覺能力、快速反應的反應時間、肌力、以及瞬間的爆發力...等，因此在進行所謂運動生理評定方面，必須兼顧到擊劍運動的特殊與專項的特性，也因此所得到的評定結果或是選材結果，才能符合該項運動所需。

捌、擊劍運動訓練中以生理評定的方式

從擊劍運動能量系統、運動模式以及動作結構來探討，我們知道在進行運動生理評定時，就必須對這些方向進行考量，在運動訓練工作前期的運動選材工作方面，邱玉惠、王三財（2003年）針對擊劍運動選手體格差異的研究中，針對59位男女選手實施14項體格測驗，利用SPSS For Windows 8.0電腦套裝軟體進行各項統計分析，發現（1）男、女選手各項體格測量共有身高、體重、坐高、肩寬、胸圍、腰圍、指間距、上肢長、下肢長、手掌長、手掌寬、腳掌長、腳掌寬達顯著水準（ $P < 0.5$ ）。（2）男子鈍劍、銳劍、軍刀三組選手在身高、體重、肩寬、指間距、上肢長、手掌寬、坐高、胸圍、下肢長、腳掌長達顯著水準（ $P < 0.5$ ）。女子僅在坐高達顯著水準（ $P < 0.5$ ）。透過此種研究我們可以研擬或擬定一些擊劍運動選手的選材標準，進行人才培育與訓練。

當我們進行訓練時，生理評定工作將扮演一種監測的角色，因為透過生理評定中的生化檢測，來檢查運動員經過訓練課程時的運動負荷量，是否訓練量過量或不足？訓練後的恢復狀況為何？，我們可以利用血液中或尿液中成分進行分析如下表：

表一 血液生化成分檢測運動負荷的標準（整理自林文弢 2000）

檢測成分	正常值	不正常（運動量大）
血液中尿素含量	5-6mole/L	> 8.83mole/L
血液中睪固酮	男性為 20-24mmole/L 女性為 1.3mmole/L	運動量過大會造成皮質醇低睪固酮之狀況
血液中血紅蛋白	男性為 12-16 克% 女性為 11-15 克%	< 男性為 12-16 克% < 女性為 11-15 克%
肌酸肌酶含量(CK 值)	100 國際單位以下	> 200 國際單位
血乳酸	介於 4-10mole/L 間	> 12mole/L
尿蛋白	150mg/24hr 以下	> 150mg/24hr

由於擊劍運動的訓練在動作訓練強調爆發性與協調性，在體能訓練強調無氧訓練中的乳酸系統與 ATP-PC 系統的建立，因此在訓練上多採用間歇訓練、速度訓練、增強式訓練與循環式訓練，然而在強度負荷上就必須有科學的數據

進行監控，將訓練課程內容份量作一適時且適當的安排，以免造成訓練不足或訓練過當產生運動傷害或運動疲勞，反而無法達到訓練效果以及傷害到選手。

玖、擊劍運動生理評估的應用

在運用生理學的評估在訓練應用上，最主要可以在四個方面：

一、運動訓練選材應用：

在進行擊劍運動訓練時，選材工作是相當的重要，因為一個選手的體質、運動素質與潛能、心理因素與智力程度的好壞，對於一個運動員的未來發展有相當大的影響，因此針對擊劍運動的選材工作上就必須有適合該項運動的選材標準。

根據擊劍教材（1995）中指出，擊劍選材的內容包含有（一）遺傳力選材（二）家族選材（三）鑑別人體發育程度選材（四）身體型態選材（五）生理機能選材（六）身體素質選材（七）心理選材（八）技戰術能力選材（九）增長速度（十）選材內容比重。在一、二項目是屬於家族、遺傳方面的調查選材，它包含函了家族遺傳特性、疾病..等方面的調查；還有就是家族的運動史調查...等，它是一種追溯自身家族狀況的調查。而在三至六的項目，是透過選手在身體方面的表現、形態與生理結構進行分析，選擇有利擊劍運動訓練的條件，進行篩選有利者與排除不利者；而在七、八項則進行運動經驗、客觀與較抽象的心理測驗與技術能力表現進行選取；而九、十項則以公式來進行檢驗篩選評估。

二、運動訓練前期：

選手在運動前期，主要在加強身體素質能力，因此透過生理評估方法，訓練選手進行生理檢測，利用血液檢測中生化值、肌力、肌耐力、有氧能力或無氧能量系統，並依個人生理與素質的差異，發展或制定屬於個人化的運動訓練計畫。

三、運動訓練階段調整期：

在運動調整期的階段，由於選手生理素質已達到計畫目標，在此一階段所進行的生理評估的目的，是要對選手在訓練過程中的訓練量、強度、選手的恢復狀況、疲勞程度與營養狀況是否合宜，對於訓練不足或選手遲滯不前的原因，進行計畫性的調整。

四、運動訓練成熟期：

在訓練成熟期的階段，主要目的是在維持選手生理狀況的水準，使選手能保持與展現最佳的表現。

拾、結論

隨著科技發達，運動訓練技術的發展也更加合乎科學精神的條件下，利用科學知識與儀器來輔助運動訓練發展，使得運動訓練計畫得以不再淪落土法煉鋼與毫無根據的訓練結果。透過運動生理評估方法，可以藉由數據的顯示，讓選手適得其所、訓練方法有步驟與訓練計畫有目標的實事求是精神，得加強選手或受訓練者發揮所長，並保護與維持選手的健康與延續選手運動生命，如此才得以能使運動訓練工作得以受到重視與信任，運動訓練發展才能創新與進步。

參考文獻

- 林正常（1986）：運動科學與訓練。台北：銀禾事業公司出版，137-145 頁。
- 林正常（1998）：運動生理學。台北：師大書苑出版，第 132 頁。
- 林文弢（2000）：運動訓練生化分析。台北：中國文化大學出版部，157-174 頁。
- 吳慧君（1999）：運動能力的生理學評定。台北：師大書苑出版，第 16-17 頁。
- 邱玉惠、王三財（2003）：擊劍選手體格差異研究分析。教練科學，2 期，1-19 頁。
- 高興、殷勁（1992）：擊劍運動的供能特點，成都體育學報，18 卷，4 期，77-80 頁。
- 勒貝爾·勒凡（1987）：擊劍訊息，北京，第五期，第三頁。
- 擊劍（1995）北京。人民體育出版社。