

競賽游泳之運動技能因子分析研究

摘要

蘇金德

本研究以省立體專、新民商工、台中市青少年游泳隊，男選手 40 人，女選手 19 人，合計 59 人為對象，以威杜法 (Wherry - Doolittle method)，從身體形態測量、基本體能測驗、游泳基本技能測驗、競賽游泳技能測驗等四個測驗組七十九項目中，分析構成競賽游泳運動能力的因子，並以分析所得編製多元迴歸方程式，以預測競賽游泳運動技能。所獲資料經統計分析，各測驗(量)組中所選中的因子如下：

一身體形態測量：前臂圍(第十六項)、前臂長(第三項)、腸骨上部皮脂厚(第二十六項)。

二基本體能測驗：水中無氧耐力(第二十八項)、握力(第一項)、脊柱左轉動(第十九項)、十公尺折返跑(第二十二項)、舉肩(第十七項)、六十公尺跑(第十項)、蹲後跳(第二十四項)。

三游泳基本能力測驗：二十公尺蝶泳臂部動作(第十三項)、二十公尺捷泳腿部動作(第六項)、潛泳(第五項)、二十公尺蛙泳臂部動作(第九項)。

又得多元迴歸方程式如下：

一身體形態測量： $Z_c = 0.779 Z_{16} + 0.377 Z_3 - 0.340 Z_{26}$

二基本體能測驗： $Z_c = -0.539 Z_{28} + 0.294 Z_1 + 0.118 Z_{19} - 0.122 Z_{22}$
 $+ 0.135 Z_{17} - 0.203 Z_{10} + 0.113 Z_{24}$

三游泳基本能力測驗： $Z_c = -0.501 Z_{13} - 0.294 Z_6 + 0.205 Z_5 - 0.128 Z_9$

身體形態測量所選出之代表性因子，對競賽游泳運動技能的重要價值、意義、影響為：

一前臂圍：其數值大小，象徵有效訓練的具體結果和肌力大小的指標，對臂部划水動作具有相當作用。

二前臂長：其長短對臂部拉(推)水的截面與划水面積具有效益。

三腸骨上部皮脂厚：其數值大小對身體在水中之重心、浮力、體位等之漂浮及牽引力具有流體力學的功能。

基本體能測驗所選出之代表性因子，對競賽游泳運動技能的主要價值、意義、影響為：

一水中無氧耐力：是顯示身體在乏氧狀態下所表現的一種心肺功能之持久能力，對競賽成績具有相當之影響。

二握力：對各式游泳臂部動作之平穩划水、抓水具有推進力之功能。

三脊柱左轉動：對保持身體在水中動作之平衡與穩定具有價值。

四十公尺折返跑：對出發（起泳）、轉身、兩臂動作的配合與臂腿動作的結合等，具有密切作用。

五舉肩：對泳姿保持流線型並減少阻力，擴大動作範圍，增加划水距離，具有影響。

六六十公尺跑：對臂腿動作之划動頻率與速度具有密切關係。

七蹲後跳：對腿部動作之蹬夾水與踢水能力具有密切影響。

游泳基本能力測驗所選出之代表性因子，對競賽游泳運動技能的主要價值、意義，影響為：

一、20公尺蝶泳臂部動作：蝶泳時須提臂出水，臀部與兩腿下沉較深，支撐重力為各泳姿之冠，同時雙臂之壓、划、伸較其他泳姿消耗體力為大，故其能力的表現，具有相當的意義。

二、20公尺捷泳腿部動作：對推進、穩定及保持體位並避免腿部、臂部下沉等具有良性的作用。

三潛泳，其能力具有顯示優異的游泳技巧、良好的心肺機能及閉氣能力。

四、20公尺蛙泳臂部動作：其能力有助於泳力的提昇及對其他泳姿臂部動作的助益。

競賽游泳之運動技能因子分析研究

壹、緒 論

蘇 金 德

一、研究動機：

自二十世紀以來，由於體育運動科學的蓬勃發展，嶄新精密科學儀器的開發、設計與應用，導致競技運動能力快速的提昇，促成各種各項運動紀錄不斷的突破、創新。就奧運游泳成績而言，在1984年洛杉磯奧運會競賽游泳29項（男15項、女14項），就有16項28人次創新奧運紀錄（註1），到1988年漢城奧運會競賽游泳31項（男16項、女15項），就發展到21項41人次超越奧運紀錄（註2），成績輝煌，進步可觀。故欲求在現今國際泳壇上佔一席之地，已非早年「自然的、模仿的學習與練習」、「自我苦練」、「水中長泳」等之土法煉鋼所能達成（註3）。以最近幾屆奧運會或者世界盃游泳比賽獲勝者訓練心路歷程，均以運動科學化為其培訓的方針，也就是以效率化、專業化、自動化、系統化、組織化，來建立客觀選材的標準，培養紮實的基礎，創新游泳的技術，發揮訓練的效果。

運動技術是生理、心理、物理性的因素，它有調整身體各部分動作與時間、空間的配合與結合作用，可說是由許多因子所構成。根據美國麥克樂（C.H. McCloy）的分析，認為構成運動技術的要因（註4）為：①運動本質的洞察能力（insight into nature of skill）、②深度知覺（depth perception）、③一般運動覺的敏感性與控制（general-kinesthetic sensitivity and control）、④平衡性（balance）、⑤知覺速度（perceptual speed）、⑥空間關係的視覺化能力（ability to visualize spatial relationship）、⑦感覺——運動的協調性Ⅰ（sensory-motor coordination）：眼與頭、手、腳的協調。⑧感覺——運動的協調性Ⅱ（sensory-motor coordination）：調整肌肉系統的張力。⑨關於時間、高度、距離、方向之關係的判斷力（judgment concerning time, height, distance, and direction）。⑩統一複雜性運動的協調性（coordination for complicated unitary movement）、⑪時間與運動聯結的協調性（coordination for combination of movement）、⑫手臂支配（arm control）、⑬投射方向的正確性（accuracy of direction）、⑭感覺性韻律（sensory rhythm）、⑮時間感（timing）、⑯運動節奏性（motor rhythm）、⑰美感（aesthetic feeling）。以上述分析，依其性質可歸納：①認知能力（包括推理、洞察、判斷情況、距離、速度、位置、相關等能力）、②平衡能力（包括動、靜各種平衡能力）、③調整力（包括感覺與運動、複雜運動、時間帶內統合運動的協調能力）、④手臂的支配力、⑤運動的韻律（註5）。Cozen也提出運動技術的因素為：①腕與肩的肌力、②腕與肩的協調性

、③手眼、腕眼、足眼的協調、④跳躍力、腳肌力及柔軟性、⑤耐力、⑥身體協調性、敏捷性與支配力、⑦腳的速度（註6）。Brouha 也提出運動技術的因素為：①身體的因素（肌力、瞬發力、耐力、柔軟性、感覺器官的敏銳度、反應時間）、②精神因素（迅速適應的判斷力、正確把握空間關係的能力、對活動物體的距離、速度、方向、高度判斷能力、對持續壓力張力判斷能力）、③情緒因素（情緒不受混淆、活動氣氛高潮）。Larson 和 Yocom 也指出運動技術的要因有：①肌力與肌耐力、②機能耐力（心肺耐力）、③瞬發力、④柔軟性、⑤速度、⑥敏捷性、⑦協調性、⑧平衡性、⑨正確性。樊正治也認為影響運動技術的條件為：①力量、②速度、③精力、④技巧、⑤精神力或心理狀況（註7）。吳萬福也曾指出影響運動技術的條件為：年齡、性別、知能、性格、興趣、關心、態度、注意、準備態勢、引起動機（註8）。簡耀輝也認為影響運動成績的因素有：體型、身高與體重、年齡、性別、肌力、柔軟性、平衡性、協調性、視覺、情緒、動機、社會心理等十三種（註9）。張至滿也認為運動技術的基本因子為：①肌力、②肌耐力、③心肺耐力、④無氧耐力、⑤速度、⑥瞬發力、⑦柔軟性、⑧敏捷性、⑨平衡和協調（註10）。Guilford 也認為運動技術的因素為：①肌力（包括全身、軀幹、四肢的肌力）、②衝量（impulse）（包括身體的反應時間、四肢的衝量）、③速率（speed）（包括手臂、腿、全身之速率）、④靜止正確性（stable precision）（包括整個身體的靜止平衡）、⑤活動正確性（mobile precision）（包括整個身體的活動能力）、⑥協調性（coordination）（包括身體各部分之協調能力）、⑦柔韌性（flexibility）（包括關節部位的活動範圍）（註11）。

雖然運動技能的獲得與表現，是由技術特質（各項運動特有技術）、身體構造與機能、體能、心理因素等綜合而成，但不同的運動種類甚至於項目，因技術特質的不同，所需的條件也互異。Staffard 和 Duncan 即曾分別提出棒球、籃球、排球、足球、體操、田徑、游泳、柔道、劍道、摔角、拳擊等項目所需的不同體能因素（註12）。陳金樹也提出促進運動成就的四大因素，為力量、速度、耐力和技巧（skill），而影響技巧獲得的因素，又有身高、體重、時機、眼與肌肉的協調、運動覺、反應時間、動作速度、準確性、肌肉張力等因素，同時列舉二十七種運動，分別以（x）標明四大因素對這二十七種運動種類的重要性（註13）。日本前田豐也提出運動技能獲勝原則順序：①優異體格、②堅強體力、③優異的運動技術。美國強生（Johnson）認為決定運動技能的重要因素有速度、正確度、姿勢、適應能力（註14）。上述的論點，純就理論加以分析，實際上，尚有難以人為改變的因素，因運動的執行還需應用到自然的利益，這些利益的獲得，有些可因後天的學習而改善，但尚有些不能克服的因素。不同的人種往往發展成不同的體型及身體結構，這些就是難以改變的因素，但却對運動成績有極大的影響，因此形成人種與運動成績存在著絕對的關係，如黑色人種在游泳的整體表現，就不如白色人種。

雖然競技運動，誠如參加奧林匹克運動會最重要的意義：在於參加，而非獲勝，正如人生之要務，並非爭勝，而在進取，其根本的道理，不在征服他人，而在奮鬥有方。但近年來由於國際間的推波助瀾和國家意識的興起，幾乎所有參加競技運動的國家或個人，咸認為在競技運動場上的獲勝，具有國際宣傳的重要性與影響力，更視為國際外交的延伸（註15）。同時競技運動對振奮民心士氣、發抒人類情結、提昇生活品質、轉移社會風氣，古今中外之思想家及體育學者專家都有精闢的論述。因此凡有競技運動，世界各國無不竭盡所能爭取勝利。我國政府於民國78年3月公布「國家體育建設中程計劃」，預計在四年內編列新台幣185億635萬8千元來推動體育建設八大計劃，其中有七大項直接或間接是在提昇我國競技運動質與量的熱度與水準，希望在競技運動成績能有突破性的進展，以謀求在國際體壇上有所表現，其宗旨亦在追求上述的目標。

為了提高運動訓練效果，運動科學理論的開發與實際的應用，乃為必要的作法。而運動科學的根源與起步，首應分析各種運動的特性及其因子構造，才能有效發掘人才，預測訓練成效，訂定改進的方向或重點，培養必備的技術能力，擬定訓練程序與內容。筆者從事游泳教學與教練工作多年，以競賽游泳理論，區分身體形態、基本體能、游泳基本能力、游泳技能四個測驗組，每測驗組再分別設計多項測驗，以分析競賽游泳之運動技能因子，期望對競賽游泳的特質有深入的瞭解，其所得結果如能收拋磚引玉之效，則感甚幸。

二、研究目的：

本研究的目的以威杜法（Wherry-Doolittle method），從身體形態、基本體能、游泳基本能力、游泳技能等四測驗組中，分析構成競賽游泳運動技能的因子，並以所得結果，提供游泳教練在發掘游泳選手或選擇游泳項目或在擬訂游泳訓練計劃等之參考。

三、名詞解釋：

1. 競賽游泳（Competitive swimming）：游泳比賽是夏季奧運會、夏季亞運會的主要比賽種類。依照國際游泳總會刊物（註16）指出，廣義的游泳比賽應包括四大項目，即競賽游泳（Competitive swimming）、水球（Water polo）、跳水（Diving）、花式游泳（Synchronized swimming）。而狹義的游泳係指競賽游泳這一項，也就是俗稱游泳（Swimming）。正式的競賽游泳是以捷泳（自由式）、仰泳、蛙泳、蝶泳、混合泳、接力來競爭，勝負以時間判分之。時間愈短，速度愈快；時間愈長，速度愈慢。本研究的競賽游泳，係指捷泳、仰泳、蛙泳、蝶泳之比賽項目。
2. 運動技能（Motor skill）：是運動技術被個人所消化吸收的狀態，是主觀化、具體化而且有顯著個別差異（註17）。本研究的運動技能，係指受測者在捷泳、仰泳、蛙泳、蝶泳四種泳姿之中短距離之綜合成績表現。

3. 因子分析 (Factor analysis) : 是一種相關解析論。由①所得相關行列 matrix 所出現的共通因子的發現, ②決定各因子對各變數的貢獻大小, ③創造測量各因子的新尺度等三步驟所形成 (註 18)。本研究係以威杜多元相關法 (Wherry-Doolittle method), 分析身體形態、基本體能、游泳基本能力三個測驗組所包括的各種因素與各項游泳技能的相關, 進而選出所欲的因子。
4. 測驗組合 (Battery test) : 由兩項或兩項以上的測驗項 (item) 合組成一組, 以分析有效的測驗項目, 本研究中, 身體形態、基本體能、游泳基本能力、游泳運動技能四大項, 每一項即為測驗組合。
5. 威杜測驗選擇法 (Wherry-Doolittle test selection method) : 本法是由威利和杜利德發展而成, 是解決多元相關選擇測驗項目的方法。此法是從一組測驗中, 選出一項或多項有效的因子, 當所得之多元相關係數 R 值成為最大時, 即將所選出的項目組合成一測驗組合 (註 19)。
6. 基本體能測驗: 基本體能的意義及其所含因素, 體育學者專家曾提出不同看法, 本研究中所指之基本體能, 其意義及所含因素, 以 Cureton 所提意見為依歸, 為「不含情緒、知能、社會等全面性體適能」之運動能力 (註 20), 包含下列七因素: 肌力、速度、動力、平衡性、敏捷性、柔軟性、耐力 (註 21), 各因素所進行的測驗項目如下 (七因素共計二十九項) :
 - 肌力: 握力、背肌力、引體向上 (男) 斜引體向上 (女)、仰臥舉腿、仰臥起坐、伏地挺身 (男) 跪地伏地挺身 (女)、屈臂懸垂、雙槓推撐、腿肌力。
 - 速度: 六十公尺跑。
 - 動力: 縱跳 (垂直跳高)、立定跳遠、立定三步跳、手球擲遠。
 - 平衡性: 跳併步。
 - 敏捷性: 反復側併步、十公尺折返跑、蹲後跳。
 - 柔軟性: 伏臥背屈、立體前屈、舉肩、踝柔軟度、脊柱右轉動及左轉動。
 - 耐力: 十二分鐘跑、登階測驗、安靜脈搏、肺活量、水中無氧耐力。
7. 身體形態測量 (Anthropometric measurement) : 本研究中所指身體形態係指受測者的外觀之長育與幅育而言, 測量項目為: 身高、座高、前臂長、上臂長、小腿長、大腿長、肩寬、指極、手掌長、體重、呼氣胸圍、吸氣胸圍、呼吸差數、伸臂上臂圍、屈臂上臂圍、前臂圍、手腕圍、大腿圍、小腿圍、腰圍、臀圍、足踝圍、頸圍、肱三頭肌皮脂厚、肩胛下肌皮脂厚、腸骨上部皮脂厚、小腿皮脂厚、肱骨寬、股骨寬、腳掌長等三十項。
8. 游泳基本能力: 游泳基本能力的意義, 即為適應水中的活動與能力。至於其所含因素, 歸納體育運動學者專家的觀點包括浮力、阻力、推進力、動量傳輸原理等, 本研究對游泳基本能力所進行的測驗項目為 俯臥蹬壁漂浮、仰臥蹬壁漂浮、屈體漂浮

、踩水（立泳）、潛泳、二十公尺捷泳臂部及腿部動作、二十公尺蛙泳臂部及腿部動作、二十公尺仰泳臂部及腿部動作、二十公尺蝶泳臂部及腰腿部動作等十三項。

9. 游泳技能項目：競賽游泳規則所訂之項目如下（註 22）：

自由式：50 公尺、100 公尺、200 公尺、400 公尺、800 公尺、1500 公尺。

仰式：100 公尺、200 公尺。

蛙式：100 公尺、200 公尺。

蝶式：100 公尺、200 公尺。

個人混合式：200 公尺、400 公尺。

自由式接力：4 × 100 公尺、4 × 200 公尺。

混合式接力：4 × 100 公尺。

但本研究僅在自由式六項中測驗三項為 50 公尺、100 公尺、400 公尺，在仰式、蛙式、蝶式中測驗 100 公尺，其他之個人混合式及接力不列入在內。另測驗一項 25 公尺自由式等共計七項。

10. 自由式：自由式依游泳規則規定，乃指與賽者可採用任何姿勢比賽，但在混合式接力或個人混合式時，自由式意為蝶式、蛙式、仰式以外之姿勢（註 23）。自由式轉身或游畢時，與賽者可用身體之任何部份碰觸池壁，不一定要用手碰觸。但本研究中之受測者的自由式乃規定採用捷泳（爬泳）。

11. 捷泳：俗稱自由式，又稱爬泳。是以身體在水平面上爬動的姿勢觀點而得名，係各式游姿中，姿勢最美，速度最快的一種泳式（註 24）。其泳法是身體輕鬆而平直的俯在水面漂浮，藉著雙腿節奏性的上下交互打水，雙手輪流由前方向後划水，並順勢利用時機轉頭呼吸。

12. 仰泳：又稱背泳。其泳法是身體必須仰臥於水面，利用臂腿划動前進。若轉身或完成全程碰觸池壁時，在其領先的手臂未觸及池壁即放棄仰姿或者泳姿中腰部回轉在水平面下 90 度以上均屬犯規。其泳姿區分背捷泳、背蛙泳、混合背泳。在現今仰泳比賽中的所有紀錄，幾乎全部是背捷泳所創造的（註 25）。所以本研究所測試的仰泳規定採用背捷泳。

13. 蛙泳：又稱俯泳或平泳。其泳法是身體必須俯臥，兩肩與水平面保持平行並與前進的方向始終垂直，兩手應於水面或水面下同時由胸前向前伸出，並且同時以對稱動作向後方划動；雙腿應同時收屈，接著向外向後伸踢，並同時併攏夾水；腿部動作須左右對稱一致，在同一水平面上，禁止垂直上下動作之海豚踢法（dolphin kick）。除出發或轉身後得一次潛泳划臂與蹬夾動作外，其餘均須使頭部露出水面而臂腿動作。轉身或到達終點牆之觸壁時，必須用雙手同時在同一高度碰觸，兩肩應保持水平狀態並且對稱。

14. 蝶泳：亦稱為海豚式蝶泳。其泳法是採匍匐姿勢，雙肩與水平面平行，雙臂同時自

水面上揮向前方，後划時雙臂也必須對稱一致；兩腿的動作併攏平行而對稱一致的擺踢，不可交互上下踢動，腰部也需配合動作，利用腰腿波浪式的上下有力輕快拍水動作而前進；出發或轉身後可用雙腿踢一至數次配合雙臂划動一次，以助其回到水面，不得在水下潛泳；轉身或完成全程之觸壁時，必須用雙手同時在同一高度碰觸，兩肩應保持水平狀態並且對稱（註 26）。

15. 潛泳：受測者以蹬牆出發方式，潛入水平面之下，採用蛙式潛泳或者混合式潛泳（捷泳踢腿、蛙泳划臂），推動身體前進。

16. 立泳：俗稱踩水。踩水是以下肢動作為主，使身體垂直浮於水中，一般腿部動作分剪腿式踩水、腳踏車式踩水、蛙式踩水等三種。至於雙手則區分在水中或露出水面二種。本研究測試之立泳，規定雙手肘關節以下之前臂及手掌，必須露出水面，此種方式難度較高。

四、研究範圍：

本研究設計之架構以七十六學年度台灣省立體育專科學校游泳隊男選手 13 名、女選手 7 名，台中市私立新民商工游泳隊男選手 12 名、女選手 5 名，台中市青少年游泳代表隊男選手 15 名、女選手 7 名，合計 59 名，進行身體形態測量（三十項）、基本體能測驗（二九項）、游泳基本能力測驗（十三項）、游泳技能測驗（七項）所獲資料為限。所有男女選手之競賽游泳成績均在七十七年度參加全國大專運動會或台灣區中等學校運動會及台灣區（省）分齡游泳比賽中均有獲得各組前八名。

【註】

1. 中華台北奧林匹克委員會編印：中華台北奧會參加第 23 屆洛杉磯奧林匹克運動會報告書，中華台北奧林匹克委員會出版；民國七十三年十二月；PP. 159～163。
2. 第 554 期時報週刊；漢城奧運會總成績單，時報週刊有限公司；民國七十七年十月；PP. 119～120。
3. 蘇金德：競技游泳運動訓練策略，澤偉出版社印行；民國七十六年二月；P. 23。
4. C.H. McCloy.：“Test and measurement in health and physical education,” N.Y.: Appleton - Century - Crafts. Inc.：4-11, 1954.
5. 吳萬福：運動心理學教材，中華民國體育協進會印行；民國七十七年六月；P. 11。
6. 松田岩男：現代スポーツ心理學，日本體育社；昭和五十一年；PP. 92～93。
7. 樊正治：「運動技術的內容及訓練法則」，國民體育季刊，第三十期；民國六十五年九月；PP. 45～46。
8. 吳萬福：「提高運動技術的理論與方法」，國家運動教練研習會講義，左營運動訓練中心印；民國七十六年七月；PP. 8～12。
9. 簡耀輝：「影響運動學習與成績的基本因素」，現代體育，二卷三號；民國六十八年十二月；PP. 79～99。

- 10.張至滿：「運動訓練評價」，教練實用運動科學講義，中華民國體育協進會編印；民國七十四年一月；P. 198。
- 11.許樹淵：運動技術教學法，偉彬體育研究社；民國七十七年七月；P 335。
- 12.松田岩男：スポーツマンの體力測定（スポーツ科學講座9），大修館書店；一九六五年八月；PP. 27～32。
- 13.陳金樹：「競技運動的技術分析」，國民體育季刊，三卷二期，教育部；民國六十一年九月；PP. 7～10。
- 14.中華民國體育協進會編譯：運動人際學，幼獅文化事業公司；民國七十二年元月；P. 48。
- 15.許義雄：「蘇俄的體育運動與外交政策」，民生報，民生報社；民國七十四年一月二日。
16. "FINA HANDBOOK", 1984-1988 Federation Internationale De Nation Amateur. 85-240.
- 17.同註5；P 10。
- 18.體育大辭典：台灣商務印書館發行；民國七十三年五月；P. 156。
19. Frank M. Verducci: "Measurement concepts in physical education", The C.V. Mosby Company; 112-113, 1980.
20. Cureton. T.K.: "Physical fitness and dynamic health.", The Dial Press. 1965.
21. Cureton. T.K.: "Physical fitness appraisal and guidance", The C.V. Mosby Company. 1947.
- 22.中華民國游泳協會：游泳規則，中華民國體育協進會審定；民國七十四年四月；P. 16。
- 23.同註18；P 356。
- 24.李文峰：現代游泳，驚聲文物供應公司印行；民國六十二年七月；P. 18。
- 25.武育勇：游泳的研究，國立師範大學體育學會印行；民國五十八年四月；P. 44。
- 26.同註18；P. 358。

貳、文獻探討

本研究目的以威杜法，從身體形態測量（三十項）、基本體能測驗（二九項）、游泳基本能力測驗（十三項）、游泳技能測驗（七項）四測驗組中，分析構成競賽游泳運動技能的因子，針對目的文獻探討擬以 1. 因子分析法在體育運動上的應用、2. 身體形態與運動技能的相關、3. 基本體能與運動技能的相關、4. 游泳基本能力與游泳技能的相關等四部分進行探討，分別說明如下：

一、因子分析法應用於體育運動上的文獻

1904年 Spearman 研究智力的性質時，提出二因子說，認為在一套測驗中，都包含有一共同因子。接着 Burt 將因子分析的觀念提出，後經 Galton 及 Pearson 更進

一步探討因子的性質。其後 Thurston 又提出多因子的理論與技術，又經過 Cattell 等人的研究發展，因子分析法逐漸臻於完善。由於此法在科學研究中佔極重要的地位，本來應用於心理學、社會學之研究，後來逐漸推廣至生物學、經濟學、歷史學、教育學，進而應用於體育運動的研究（註1），茲就應用於體育運動上的文獻，探討如下：

1938年，Hutto 曾經設計18種測驗項目以分析運動能力的因素，經多因素分析法處理結果，選出五項因素（註2）。

1940年，Caleman 曾經設計11種測驗項目，以分析運動能力的因素，經處理結果，選出四項因素（註3）。

1940年，Larson 設計16項肌力測驗項目，以分析構成肌力的因子，經處理結果，選出靜的肌力（握力、背肌力、腿肌力）、動的肌力（引體向上、伏臥推撐、仰臥起坐）二項因子（註4）。

1941年，Larson 更進一步設計了26種肌力測驗項目，以分析肌力的因素，經處理結果，選出四項，即動的肌力、靜的肌力、全身協調及腹肌力為肌力因素（註5）。

1949年，Marjorie 設計26項運動能力測驗項目，以選擇運動能力的測驗項目，結果選出一般的肌力、腹肌力、速度與肌力三項（註6）。

1952年，野口義之，曾設計25種測驗項目，以分析一般運動能力的因素，經處理結果，選出肌力、動力、身體型態、力學四項為一般運動能力因素（註7）。

1961年，Barry 和 Cureton 二人，設計身體測量與運動能力測驗共36項，以分析其設計的項目與運動成就的相關，結果選出動力、耐力、動的上臂肌力三項（註8）。

1964年，Fleishman 曾經設計30種測驗方法，以分析肌力的構造因素，經處理結果，提出動的肌力、靜的肌力和爆發力三因素為肌力因素（註9）。

1965年，McCloy 設計15項耐力測驗項目，以分析耐力的因子構造，經分析結果選出心肺系統耐力、肌耐力、速度及不明因子四項（註10）。

1968年，John A 以57名大一男生為對象，設計42項變數的心肺耐力測驗，包括形態測量、腿肌力、下肢長、下肢耐力、下肢動力、敏捷性、負重工作後的脈搏率如哈佛登階測驗、Penaman 心肺功能測驗、最大氧利用率等，以分析最大心肺耐力測驗的有效項目，結果選出最大氧利用率、哈佛登階測驗、Penaman 心肺功能測驗為心肺功能測驗項目（註11）。

1969年，Harris 以147名大學女生為對象，設計53個變數的柔軟性測驗，包括38項單關節活動、13項多關節運動、2項形態測量，經分析選出14項為有效因子，包括13項柔軟性因子和1項形態測量及1項身體某部位的快速反覆運動，同時指出，柔軟性無單因子存在，必須包括單關節多關節同時活動始能有效的測出柔軟性（註12）。

1970年，Marie 以小學一、二年級學生為對象，設計 28 個變數的知覺運動測驗，以編製知覺運動測驗組合，分析結果選出視覺追蹤、視覺辨別與複寫、視覺辨別與律動模仿、由語言而引起的身體形像 (Verbal body image)、動態平衡、空中身體知覺、姿勢維持、視覺辨別與動作模仿、敏捷性等九項 (註 13)。

1976年，楊基榮以高中、國中、國小之男女生各 200 名為對象，以國際標準化體能測驗委員會 (ICSPFT) 之基本運動能力測驗 (Basic physical performance tests)，包括速度、動力、靜態肌力、柔軟性、肌耐力等因素，設計 24 個變數的測驗，以選擇中、小學校學生測驗之項目，結果選出的項目如下 (註 14)：

高中男生：100 公尺、立定三次跳、曲折跑。

高中女生：100 公尺、手球擲遠、垂直跳、折返跑。

國中男生：80 公尺、仰臥起坐、立定跳遠、1200 公尺。

國中女生：60 公尺、手球擲遠、曲折跑、垂直跳。

國小男生：立定三次跳、100 公尺、仰臥起坐、壘球擲遠、折返跑。

國小女生：100 公尺、立定三次跳、壘球擲遠。

1976年，莊美玲曾設計 15 種羽球技能測驗項目，以選擇大專生羽球技能測驗項目，結果選擇發短球、對牆高手擊球、高遠球、對牆低手擊球、抽平球、殺球等六項為編製羽球技能測驗項目 (註 15)。

1977年，Hopkins 以 70 名中學男生為對象，以 AAHPER 籃球技術測驗方法為方式，包括投籃、傳球、跳、徒手運動等共計 21 種方法，結果選出垂直跳、運球、傳球速度、和近距離投籃 (Frontshoot) 四項為籃球技術測驗組合 (註 16)。

1977年，Linden 以二次大戰後八屆奧運會 (1948 倫敦 28 人，1952 赫爾新基 29 人，1956 墨爾鉢 30 人，1960 羅馬 31 人，1964 東京 18 人，1968 墨西哥 19 人，1972 慕尼黑 20 人，1976 蒙特婁 21 人) 十項運動選手 139 人為對象 (扣除重複參加者，即每人以一屆之資料為限)，分析田徑十項運動之結構因子，結論指出，短跑距離、投擲項目、和跳躍項目為決定奧運會十項運動個人成就的因素 (註 17)。

1979年，許樹淵等曾設計 21 種體能測驗項目，以選擇高中體能測驗項目，結果選出握力、四十公尺跑、立定跳遠、推鉛球、立位體前彎、坐位體前彎等六項為具代表性項目 (註 18)。同年，又設計 23 種體能測驗項目，以選擇體育系學生體能測驗項目，結果選出 40 公尺跑、立位體前彎、垂直跳、一分鐘仰臥起坐、俯臥撐等五項為體育系學生體能測驗之代表性項目 (註 19)。

1981年，黃永賢曾設計 16 種棒球運動能力測驗項目，以編製具代表性之棒球運動能力測驗項目，結果選出棒球擲遠，穿梭跑、垂直跳三項為最具代表性之項目 (註 20)。

1982年，劉亞文曾設計 18 種桌球運動能力測驗項目，以編製桌球運動能力測驗項

目，結果選出連續正手殺球、左右側跳、推擋球、正手殺球四項為最具代表性之項目（註 21）。

1984 年，顏世嘉曾設計拳擊運動技能測驗項目中，設計 15 項測驗項目，結果選出雙手直擊一項為最具代表性之項目。（註 22）

1985 年，杜登明曾設計羽球運動技能測驗項目中，設計 57 項測驗項目，結果選出上臂伸臂圍、立體前彎、時間感、成功率、發長球、發短球為代表性項目（註 23）。

二、身體形態與運動技能之相關的文獻

（一）體型與運動項目的相關：

依據薛爾敦體型分類（Sheldon Somatotype）（註 24），將體型分為①內胚葉型（endomorph），全身大都是脂肪，身體各部鬆軟，屬肥滿型。②中胚葉型（mesomorph），肌肉骨骼均極發達，是均衡而健壯，屬肌肉型。③外胚葉型（ectomorph），身體纖弱，屬瘦長型。在諸多影響運動成績的因素中，體型是一項難以人為力量改變的因素，體型與運動成績存在著絕對的相關，瘦高型者，往往在籃球、網球、排球和足球中的某些位置，有傑出表現。肥滿型者，由於缺乏速度和彈力，故較不利於瞬發性項目，再因其能量消耗較大，對持久性的運動項目，也將影響其表現。肌肉型者，是天生運動員，具備優越條件，是上乘之才（註 25）。

1948 年，Cureton, T.K. 曾以美國 271 名男性奧運選手和 24 名國際級田徑選手為對象，以比較身體構造的差異，發現不同運動種類間和項目間，有很大的差異存在（註 26）。同時也發現游泳及跳水選手以中胚葉型的體型為最理想。

1948 年，Tanner 分析 137 名田徑選手，發現項目與體型有很大差異。如鉛球、鐵餅及鏈球選手的體型為 3—6—2，短距離跑選手的體型 2—5—3，中距離及長距離選手的體型 $2\frac{1}{2}$ —4—4，跳高選手的體型由 2—6—2 至 2—3—6。

1952 年，Bookwalter 以小學生為對象，研究體型與運動能力的相關，結論認為，體型足以影響運動能力，但體型最大者，未必有最大的運動能力（註 27）。

1960 年，Correnti 和 Zauli 研究羅馬奧運會 166 位田徑選手和 8 名游泳選手，發現不同運動項目的年齡、身高、體重有顯著差異，但在同項目其體型都很相近（註 28）。

1964 年，東京奧運的日本游泳訓練醫生靴田式，對於游泳能力的問題分析認為，游泳能力的二大要素應包括①身體機能（即肌力、呼吸、循環的機能率，練習、與有效的游泳法），②身體構造（即體型或體格）。同年，日本運動科學委員會，作了許多人體測量，以比較日本與歐美優秀選手之間，身體與體能的差異，結論認為歐美游泳選手的體型特徵，大體可歸納屬流線型，而日本一流選手可歸納為①捷泳短距離選手為身長的肌肉型，②長距離為身短的肥胖型，③仰泳為身長的瘦高型，④蛙泳為肩膀寬，腳成 O 型者為多（註 29）。

1969年，陳金樹在運動的適應性一書中指出，身長者，在出發轉身和轉身後的蹬壁較為有利。體重要與身高相配合，如體重太輕，其浮力、推進力易受水阻力影響，皮下脂肪僅爲了保溫，男選手平均在5公厘以上爲佳，座高被認爲是很有利的因素，將影響轉身蹬壁的效果。（註29）

1972年，以西德爲中心的各國醫學專家，曾爲參加慕尼黑奧運會的各國選手作測驗，發現游泳選手體型屬中等，但必須有優越的心肺功能，體型條件次之。

1974年，Degaray, A.L 等人（註30），研究1968年墨西哥奧運會選手體型，並列出男女各項運動選手體型狀況。

1978年，陳和陸在「人體測量與游泳速度相關之研究」中指出，捷泳選手體型粗壯，肌肉均勻、四肢很長與強的肌力。仰泳選手高而四肢長，蛙泳選手四肢長而粗，足大及腿力強。蝶泳選手強壯粗厚，四肢大，肩柔軟性特優（註31）。

1978年，Hirata 以1976年蒙特婁奧運會全部註冊報名者7064人爲對象，分析各項運動選手的體型特徵，獲得田徑運動選手的體格特徵如下：①短跑選手比長跑選手高且壯，②在所有項目中，投擲選手最高最壯，③鉛球選手最高，馬拉松選手最矮，④鉛球、鏈球、鐵餅選手最壯，1500公尺及跳高選手最瘦（註32）。

1979年，蘇雄飛在「游泳運動的限制因子」一文中指出，游泳選手之體型因抗拒水壓，而從事多餘的功，使呼吸肌發達，因移動動作而使用手臂促使上臂、肩的肌肉發達，這是常見的特徵。由體型測量法的評價，發現短距離選手多爲中胚葉型，奧運游泳優勝者，即爲此種典型；400公尺、1500公尺優秀的游泳選手多屬內胚葉型，短距離游泳選手其平均比重約1.0786，中距離選手平均比重約1.0727，在水中長距離者比短距離者浮力大，浮起較呈水平（註33）。

（二）身高、體重與運動技能的相關：

1934年，Adams 發現二百名中學女生之身高、體重與田徑運動成績幾無相關（註34）。

1937年，Cozen 發現女生的身高、體重與多種運動項目之基本技術的獲得，相關甚低（註35）。

1958年，Albrecht 從一些身體上的測量發現，大學或高中的成功游泳選手之間，並無差別（註36）。

1963年，Espenchade 以10至18歲男、女少年爲對象，研究身高、體重與50公尺跑、立定跳遠、擲遠、仰臥起坐、引體向上成績的相關，結果發現女生的身高、體重與上述項目間的相關甚低（註37）。

1965年，Bloomfield 和 Sigerseth 發現短距離選手的小腿比長距離選手長。因此，在選手中對於小腿長者，鼓勵其選擇短距離的速度項目（註38）。

1967年，Bloomfield 以國家級、大學級、低水準選手爲對象，以比較三組選手

形態的差異，結果發現國家級的選手之手長、坐高、體重、重心以及手臂之伸屈性均優於其他兩級選手，而大學選手的臂力、手長、上臂伸屈性及踝柔軟性等優於低水準之選手。

1969年，陳金樹在運動的適應性一書中，有關游泳項目提到下述的見解；從百公尺短距離到1500公尺的長距離，都需要耐久力，因此，呼吸及循環系統機能的強壯很重要，故需調查下列各項：①身高、體重、下肢長，②皮脂厚，③上臂圍，大腿及小腿圍，④柔軟性（特別是俯臥反弓挺），⑤敏捷性，⑥肌力，⑦肺活量（註39）。

民國72年，林承謀在「當前游泳理論與技巧暨學習方法」一文中指出，游泳選手之體型條件為①身高須修長且帶流線型為最佳，因為在出發、轉身和蹬壁時，座高或腿長者較有利，具體來說，身高至少要在170公分以上，體重必須與身高相配合，兩者理想數值： $(pf = HT/WT)$ 男性在2.5，女性在3.0左右，最為適宜。②體重，如為超重或身體結實型，不但對水增加抗力，而體重過輕時，其浮力及推進力，易受水之阻力影響，均蒙受損失，所以游泳選手對體重的控制，非常重要。同時，皮下脂肪在游泳時有保溫作用，女性當無問題，男選手平均須在五公厘以上，才合乎標準（註40）。

1974年，Hebbelincks, M 和 Ross, W.D（註41）二位學者研究1968年墨西哥奧運會運動員之人體測量學資料，按項目和性別分開，製出身高、體重圖。

1976年，Alexander 以參加1974年加拿大全國大學女子籃球賽入選球隊隊員53名為對象，研究體型（somatotype）和形態測量（anthropometric measures）與籃球技術的相關，結果發現：①高技術群之女性籃球選手較一般人高且重，②女性選手的身高是籃球技術、得分之良好指標，③最優10名選手之上膊圍、上腕圍、小腿圍、體重較一般選手為大（註42）。

1976年，Homer 研究人體測量與游泳速度的關係，他發現下列幾項事實：①速度對四式泳姿有很大的相關，②二頭肌大者泳速快，大足者泳速慢，③二頭肌的比例，足以顯示訓練強度，④皮脂厚與腰的比率表示訓練強度，⑤腰圍大蛙泳慢，皮脂厚度大者捷泳慢，⑥身高對自由式轉身很有幫助（註43）。Homer 所做的測量項目包括四式各100公尺，身高、體重、坐高、小腿長、足長、手臂長、前臂長、腰圍、胸圍、臀圍、上臂圍、大腿圍、腕圍、肩寬、胸厚、肱三頭肌皮脂厚、肩胛皮脂厚、肩踝膝之柔軟性、肺活量及重心等。

民國74年，許樹淵在23屆奧運會運動員年齡體格分析一書中指出，第23屆奧運會游泳選手年齡、身高、體重之優勝前8名之平均數、標準差及第一名之數值（註44）。

民國75年，湯銘新在中華民國體育協進會漢城亞洲運動會考察報告書中之分析與討論，比較分析參加游泳比賽之年齡、身高、體重（註45）。

民國76年，樊正治在運動指導法書中，指出選擇游泳訓練人材，身材高大者是有

利的條件（註 46）。

從以上文獻可看出身高、體重與某些運動種類有絕對的相關。

三、基本體能與運動技能之相關的文獻

(一)肌力 (strength) :

一般所稱肌力是肌肉發生強大收縮時所產生的力量，亦為肌肉發揮力量的結果，能與所加的外力成反作用對抗的能力。事實上，肌力是三種因素的結合，①為產生動作各肌肉收縮力的綜合，②為作用肌與拮抗肌的協調能力，③為力學槓桿作用（註 47）。

1937年，Parick 以 51 名大學田徑選手及體育系學生為對象，研究各種肌力與動作速度及跳躍能力的相關，結果得到極低的相關（註 48）。同時，Anderson 的研究也認為，對女生而言，肌力對其競技能力並非極為重要，也無法自其肌力預測其競技能力（註 49）。

1940年，Cozens 在一般性競技能力的研究中，發現肌力是大學生競技運動能力的重要指標（註 50）。同年，Coleman 以速度、身高、體重三因素編製肌力量尺，以預測跳遠、60 碼跑、速度指數 (Velocity Index)、跳高、鉛球的成就，結果發現可以正確地預測（註 51）。

1958年，Espenchade 以小學四年級學生為對象，研究 Kraus Weber 肌力測驗與跑、跳、擲成績的相關，結果發現，一項與多項肌力差者，其跑、跳、擲成績亦差，除女生之擲遠外，其他項目不論男、女生都有顯著相關（註 52）。

1959年，Golvalos 以 6 至 11 歲 101 名學生為對象，研究握力與短距離跑、足球踢遠、壘球擲遠及擲準、立定跳遠的相關，結果得到 $r = 0.46 \sim 0.84$ 的顯著相關（註 53）。

1968年，齊沛林在運動生理一書中指出游泳與肌力相關極大（註 54）。

民國 56 年，方瑞民在「游泳運動指導法」一文中指出肌力與游泳速度的相關（註 55）。

1969年，楊基榮在運動員體力測驗一書中指出游泳運動適應性體力為①均衡的身體（修長的四肢、厚的胸、粗長的肌肉、適度的脂肪），②柔軟而富於彈性的強壯肌肉，③柔軟的關節，④強的內臟。優良的呼吸機能與循環機能是重要的。美國及澳洲選手實施肌力訓練的結果，認為是有效的，因此，身體各部位的肌力堅強是游泳的適應性（註 56）。

1973年，宮下充正等人研究游泳進步的條件，發現主要是體力與技術，而體力來自綜合的肌力，直接與推進力有關；技術在求動作的協調，直接與動作效率有關（註 57）。

1977年，Councilman 在游泳競賽手冊一書中論及游泳力學時，提到要增加游泳速度則必須增加身體的推進力，並減少身體的阻力，對推進力的增進必須增加肌力訓

練，諸如增加重量訓練等，同時在增加心肺功能之心肺機能訓練（Hypoxic Training）延長閉氣時間以較少的呼吸次數，以增加氧債，也使肺活量能力增加，對於泳速之增進有很大幫助。

1978年，美國印地安那大學 Jan H. Prins 曾以游泳選手做研究，探討兩種不同速度收縮訓練，對骨骼肌組織之改變，以了解不同速度訓練對肌力之效果及骨骼肌之組織影響，結果發現快速組，快縮肌直徑比例增加，慢縮肌則降低。慢速組快縮肌直徑比例降低，慢縮肌則增加，另外也顯示①腿圍並未因十週之訓練而增加，②快速組之垂直跳成績增加，③快縮纖維比例與垂直跳成績有關，④微血管數並未因十週訓練而增加（註 58）。

民國 72 年，國際奧委會商同國際游泳總會選派西德 Schmidl 與 Beckmann 二位專家來華主講游泳理論、游泳訓練法及訓練實習中，強調肌耐力對游泳運動技能具有絕對的關係（註 59）。

由以上之文獻得知肌力對運動技能具有重要性，因為運動技能的獲得，有賴不斷的練習，有了肌力和肌耐力者，可以延後疲勞現象的發生，增加練習時間，而且就運動技能的表現而言，疲勞現象的發生對細緻的協調性動作將發生不利的影響，失去控制力，對運動技能必然降低其準確性。

（二）動力（power）：

動力又稱爆發力（explosive power），為力量與速度的乘積，是由肌力和速度二種要素所構成。

1953年，Evertt 以 36 名大學壘球隊員為對象，設計 16 項測驗，以預測壘球運動能力，結果在 16 項測驗中選中垂直跳為唯一可預測壘球運動能力的因素（註 60）。

1961年，Barry 和 Cureton 二人，設計身體測量與運動能力測驗共 36 項，以分析所設計的項目與運動成就的相關，結果選出動力等三項（註 61）。

民國 62 年，李文峰在現代游泳論著中，強調游泳出發、轉身是以雙腿的跳躍動作，與動力具有密切關係（註 62）。

1976年，Stine, Steven W. 以 65 名大學男生為對象，以肌力、動力、心肺耐力為獨立變量，並分上、中、下三個等級，以網球發球為依變數，求獨立變數與依變數的相關，結果顯示，唯獨動力一項與網球發球的速度與準確具有顯著的相關外，肌力與心肺耐力無顯著相關（註 63）。

1981年，黃永賢以 46 名師大男生為對象，設計 16 項測驗，以選擇棒球運動能力的測驗項目，結果選中垂直跳等三項（註 64）。

1987年，林正常在「生理學研究在訓練上的應用」一文中指出，垂直跳高能力和游泳選手短長距離潛能直接相關，垂直跳高依能力可分成三組。A 組：17 吋（43 公分）以下，爆發力差，主要肌肉紅肌（慢縮肌），適合於長距離。B 組：17 吋至 23 吋（

43公分至58公分)瞬發力和耐力中等,適合於中距離。C組:23吋(58公分)以上,瞬發力優,短距離人才。在實際應用上,垂直跳高之高度在23公分~56公分適合400公尺至1500公尺游泳項目,51公分至61公分適合400公尺與800公尺項目,59公分至74公分適合於100公尺、200公尺項目,64公分至79公分適合於50公尺、100公尺項目(註65)。

(三)速度(Speed):

速度原是物理學的名詞,它是指物體在單位時間內移動快慢之意。即速度等於距離除以時間,由於速度是複合產生,它所包含範圍甚廣,構成速度的因子也甚複雜。日本豬飼道夫(註66)、我國阮如鈞(註67)、葉憲清(註68)、林正常(註69)均有所剖析。

1955年,Slalter Hammel 研究指出,快跑時雙腳交替的速度為每秒3.10~4.85次,而踏自由車每秒為5.7~7.1次(註70)。

1964年,日本體育學者研究參加東京奧運會選手的單純反應時間,游泳(含跳水)選手為0.200秒,全身反應時間跳水為0.278秒,100公尺自由式為0.295秒,1500公尺自由式為0.361秒。(註71)

民國72年,西德Schmidl 與 Beckmann 在來華游泳教練講習會中指出速度耐力、反應速度、動作速度在游泳運動技能中的重要性。(註72)

(四)柔軟性(flexibility):

柔軟性是指關節的可動範圍,是由肌肉的伸縮性、韌帶的彈性、關節的活動範圍等大小的程度所構成。

1940年,Cureton 的研究報告指出,21位美國參加奧運選手(1932年)踝關節的柔軟性,比一百位大學同年齡的游泳選手好11.4%,他同時提出另一項研究報告;耶魯大學的游泳選手之踝、肩、體前彎之柔軟性,比春田學院的普通學生好(註73)。Cureton(1951)曾經歷二年的時間(1946~1948),研究有關運動選手的柔軟性,發現業出運動選手具有較佳的柔軟性,結果之一,發現1936年奧運會冠軍的日本隊選手的柔軟性較美國大31%,同時發現美國奧運選手(21人)踝關節的柔軟性較大學游泳選手(10人)大11%,軀幹大8%,所以他認為,柔軟性若不能充分的訓練,將大大的限制運動成績的進步,因此,柔軟性為各種運動技能所必需(註74)。

Bohnen, M. Mathews, D.K.等研究指出,柔軟性與體型無關,彼等以軀幹長或腿長,對柔軟性無影響。(註75)

1956年,Bassey, B.H. N, L, Chanudet 等研究指出,適當的重量訓練不會對柔軟性有害(註76)。

1963年,Gardner, G.W 研究指出,實施等長性和等張性肌肉訓練,對柔軟性毫無影響(註77)。

1960年，Nright, V與R, J. Johns 研究發現柔軟性深受溫度影響，當身體一部份溫度昇至華氏113度時，其主動的柔軟性可增加20%，而溫度降至華氏65度時，其柔軟性約減少10～20%。（註78）

1960年，Robertson 發現有效的打腿與踝之柔軟性有密切相關，但並不是所選擇的肌肉群（註79）。

1969年，方瑞民在人體機動學一書中指出，捷泳時踝關節不柔軟而伸展時，無法有良好的打腿動作。相反地，蛙泳踝關節有善於彎屈的必要，可使踢水時腳掌垂直面向所進行的方向，產生向後推的力量（註80）。

民國61年，梁崑富研究大學男生柔軟性與運動能力的關係，結果發現柔軟性與肌力有顯著相關存在（註81）。

泳聖康索門在論及柔軟性時，他認為身體的柔軟性對游泳選手十分重要，尤其是踝、肩及上體部位的柔軟性最為重要，有好的柔軟性，可以使身體更加靈活，也較易於保持流線型，這對泳速很有幫助。游泳成績好，游得快，則需要三大要素，身體維持流線型、減少阻力、增加推進力，此三大要素，必須靠身體的柔軟性來達成，有好的柔軟度，易使身體維持流線型於水面上，使手腳的活動範圍加大，工作距離加長，而產生較大的力量，好的柔軟性，使身體維持流線體，不易下沉及減少阻力。

(四)敏捷性 (agility) :

敏捷性是與神經機能有關的基本能力之一，為人體快速而準確地轉換方向和位置的能力，是力量、動作速度、反應時間和協調性的結合體，在競技運動中是重要的體能因素。游泳敏捷性應用在各種泳姿動作與技巧上，尤其是在出發、轉身，以及終點衝刺上，是重要的體能因素。1982年，劉亞文以師大男生為對象，設計十八項測驗，以選擇桌球運動能力測驗項目，經多元相關選項結果，選中敏捷性之左右側併步等項（註82）。

(六)耐力 (Endurance) :

耐力是運動技能的基本因素之一，也是身體適應能力的要素。在競技運動項目中，除競賽的長距離跑項目外，其他如游泳、自由車、籃球、足球、羽球、網球、棒球等需長時間競技的項目，也需要耐力，耐力為競技表現優劣與否的重要因素（註83）。耐力的種類區分，①為局部性耐力（肌耐力）和全身性耐力（心肺耐力），②為有氧性耐力和無氧性耐力，③為靜性耐力和動性耐力，④為力量性耐力與速度性耐力等。

民國72年，西德史密特與白克曼，來華游泳教練講習會中強調競賽游泳的耐力是動力性一般的有氧耐力（註84）。

1976年，宮下充正以最大攝氧量與最大氧債量的潛在能力和游泳成績求其游泳效率，並計算其公式（註85）。

民國75年，林正常以卡波維琪氏之研究方法，求出游泳速度與氧需要量的關係（註86）。

民國 77 年，葉憲清在「體能訓練法與運動精神力訓練」一文中指出短距離游泳項目係屬無氧性耐力項目，長距離游泳項目係屬有氧性耐力項目（註 87）。

(四) 協調性 (coordination) :

協調性是指人體在同一時間融合不同動作的能力，主要分為手眼協調、腳眼協調、其他尚有全身性協調等。協調性有時與時機、技能、運動能力並稱，是優秀運動選手必備條件，因此，有良好協調性的選手，常被稱為「萬能選手」（註 88）。

(五) 平衡性 (balance) :

維持身體保持一定姿勢的能力是為平衡性，是運動技能巧妙表現所必要的因素，尤其是對於需要不斷改變身體位置或方向的運動。維持人體平衡的器官，主要在前庭半規管，但視覺也極重要。此外，肌肉、關節囊等本體受納器也是維持平衡的重要器官。關於平衡性與運動技能的研究，1953 年，Espenchade 等以 287 名高中男生為對象，進行平衡棒行走測驗，結果發現，此動態平衡與體育成績具有 $r = 0.6$ 的顯著相關。1957 年，Gross 和 Thompson，以大學生為對象，進行 Bass 的跳石頭測驗 (Bass stepping stone test)，結果發現，此動態平衡測驗與游泳速度呈高的負相關 ($r = -0.75$)，與游泳能力呈正的相關 ($r = 0.65$) (註 89)。

四、游泳基本能力與游泳技能之相關的文獻

游泳是在水中的運動，其特性是利用水的抵抗力而推進。因此，如何產生強大的推進能力，維持長久能力及控制或支配游泳機能是重要因素。

1956 年，美國運動生理學家 Karpovich P. V. 的研究報告指出：游泳速度的平方等於划臂速度的平方與打腿速度平方的總和 ($V_w^2 = V_a^2 + V_l^2$) (註 90)。

民國 56 年，武育勇曾就師範大學體育系 58 級男女生 26 人及游泳代表隊男女選手 10 人，作陸上臂腿肌力及水中各種泳姿划臂與腿部動作水中牽引力的測量，發現肌力與水中牽引力有正相關 (註 91)。

1968 年，James E. Counsilman 所著之游泳科學 (The Science of Swimming) 出版，強調正確游泳姿勢的重要性，認為正確的身體動作姿勢，直接與水中推進力及阻力有關 (註 92)。康索門在游泳科學中引用二百公尺蛙泳世界紀錄保持者 Terry Gattercole 的談話，蛙泳的推進力大約百分之八十來自雙腿，百分之二十來自雙臂 (註 93)。

1970 年，宮下充正做各種游泳姿勢推進力的測驗，結果指出蛙泳水中推進力，無論男女，腿的推進力均大於手的推進力，捷泳、仰泳及蝶泳三種泳姿測驗的結果與蛙泳剛好相反 (註 94)。同時，也研究指出，阻力與前進身體的截面積成正比及姿勢的變化對阻力的影響。

1970 年，Magel 的研究指出蛙泳蹬腿的力量，對於全部力量的供獻要比捷泳或仰泳來得大，手臂也提供部分推進力 (註 95)。

1976年，許樹淵指出蛙泳者肢體的變化對於阻力產生的影響，較其他泳姿為甚。蛙泳姿勢不佳者，游泳時身體與水面的角度增大，因而產生許多前方阻力和渦流阻力（註96）。

1979年，Graig, A.B.與Pendergast, D.R. 以1976年蒙特婁奧運會競賽游泳資料，提出競泳中划水速率，每划距離和速度的相關（註97）。

1981年，Remmonds, Paul 與 Roger M. Bartlett 研究手指張開對昇力和拉力的效果與影響（註98）。

1982年，張志滿在「流體力學與游泳生物力學」一文中指出，身體在水中的靜態漂浮能力（floatation）不但影響初學游泳者，而且影響到高水準的游泳選手，因為初學游泳的人如能浮在水面則可減少他在心理上的壓力而不必畏懼下沉，因此學習速度較快，浮力好的選手在前進時所遭遇到的阻力亦較小，因為他只要在向前的推進力下功夫而不必顧慮下沉之憂（註99）。

民國72年，蘇雄飛在運動生物力學探討書中指出競泳速度的產生是由平均划長和平均划數決定之。並由推進力和阻力來決定前進速度（註100）。

1986年，許樹淵在運動技術指導原理一書中，強調技術學習遷移的重要與成效，將游泳之划臂動作與腿部動作分別練習，依其遷移量將會遷移到整個動作（註101）。

1987年，松浦義行等以經高度游泳訓練的大學生75人為對象，測驗項目包括形態測量（16項）、基本運動能力因素（20項）、游泳基本能力（6項），三大要項，合計四十三因素，以研究對游泳技能表現（Performance），結果抽出，體型（body bulk）、游泳基本能力、腿肌力、姿勢、踝關節柔軟性（ankle flexibility）、臂力（arm strength）、身體垂直線（body linearity）、耐力、一般柔軟性（general flexibility）、軀幹伸展（trunk flexion）、敏捷和協調等十二因素，同時得到相對貢獻率（relative rate of contribution）如下：游泳基本能力（35%）、協調性（26.5%）、腿肌力（15.9%）、姿勢（10.6%），特別建議，游泳基本能力（即二十五公尺捷泳），協調（即韻律和時間感）為締造游泳成績最重要的因素（註102）。

1988年，陳太正在高雄左營運動訓練中心對參加國家級教練講習會講授運動生物力學架構中指出，身體漂浮的能力，能影響成就，能輕易漂浮者，學習動作較為快速（註103）。

有關與本研究有關的文獻，區分因子分析法在體育運動上的應用，身體形態與運動技能的相關，基本體能與運動技能的相關，游泳基本能力與游泳技能的相關等之文獻分別探討如上，綜觀上述可知，運動技能的結構因子極其複雜，其結構特性如何，應予瞭解並予掌握，對於選材、選項及訓練始能有效發掘、診斷、預測、指導，而解決這方面的困擾，體育運動學者專家們已提供多種有效的方法，並有相當的基礎和成就。依據上述

的文獻，筆者一本體育從業人員應有的職志，從事本研究，庶幾在體育學術園地裡一盡綿薄。

【註】

1. 顧吉衛：「因子分析法之基本概念」，測驗年刊合訂本（1～10輯），中國行為科學社；民國六十二年；P. 49。
2. Hutto, E.L.: "Measurement of velocity factors and of athletic power in high school boys", *R.Q.*; 9(3): 109-127, 1938.
3. Caleman, J.W.: "Pure speed as a positive factor in some track and field events" *R.Q.* Vol. 11(2): 47-59, 1940.
4. Larson, L.A.: "A factor and validity analysis of strength variables and tests with a test combination of chining dipping and vertical jump" *R.Q.*; 11, 82-96, 1940.
5. Larson, L.A.: "A factor analysis of motor ability variable and test with test for college men", *R.Q.*; 12(3): 499-517, 1941.
6. Marjoric, P.: "A study of a series of physical education test by factor analysis", *R.Q.*; 20: 6071, 1949.
7. 野口義之：運動能力の測定，不昧堂書店；1952年，PP. 101～105。
8. Barry, A.J.: and T.K. Cureton, "Factor analysis of physique and performance", *R.Q.*; 32: 100-108, 1961.
9. Fleishman, E.A.: "The structure and measurement of physical fitness", Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, Inc, 1964.
10. McCloy, C.H.: "A factor analysis of tests of endurance", *R.Q.*; 27: 213-216, 1965.
11. J.A. Baker, "A factor analysis of selected cardiovascular Variables", Completed research for AAHPER, 11: 83, 1969.
12. Margaret, L. H.: "A factor analytic study of flexibility". *R.Q.*; 40: 62-70, 1969.
13. Musgrove, D. M.: "A factor analytic study of perceptual motor attributes as measured by selected test batteries" *Completed Research for 1971. AAHPER Vol. 13: 146, 1971. 6, 1971.*
14. 楊基榮：「身體基本運動能力測驗的研究」，師大學報二十二期，師範大學；民國六十五年；PP. 483～493。
15. 莊美玲：「羽球技能測驗項目之編製」，國民體育季刊二十八期，教育部；民國六十五年三月；PP. 35～42。
16. Hopkins, D. R.: "Factor analysis of selected basketball skill tests" *R.Q.*; 48: 535-540, 1977.
17. Linder, M.: "Factor analytical study of Olympic decathlon data", *R.O.*; 48: 562-568, 1977.
18. 許樹淵：「高中生體能測驗項目編製之研究」，亞洲體育季刊，第二卷一期；民國六十八年一月。
19. 許樹淵：「體育學系體能測驗代表性項目之編製」，體育學報，第一輯；民國六十八

年十二月。

- 20.黃永賢：「棒球運動能力測驗項目之編製研究」，國立台灣師範大學體育研究所集刊；第八輯；民國七十年；P. 230。
- 21.劉亞文：「大學男生桌球運動能力測驗項目之編製研究」，國立台灣師範大學研究所集刊，第九輯；民國七十一年；P. 278。
- 22.顏世嘉：「拳擊運動技能測驗項目之編製研究」，體育學報，省立體專；民國七十三年十二月；P. 271。
- 23.杜登明：「羽球運動技能因子構造之分析研究」，體育學報，省立體專；民國七十四年十二月；P. 71。
- 24.體育大辭典，台灣商務印書館發行；民國七十三年五月；P. 193。
- 25.江良規：體育學原理新論，台灣商務印書館；民國五十七年七月；PP. 135 ~ 137。
- 26.許崗淵：運動員體格成績分析，中華民國體育協進會出版；民國七十三年四月；P. 301
27. Bookwalter K.W.: "The relationship of body size and shape with its physical performance" R.Q. 23: 271-279, 1952.
- 28.阮如鈞：競技運動訓練的理論與實際，體育出版社出版；民國七十年；P. 238。
29. Textbook of work Physiological bases of exercise by Per-Olof, Astrand Kanre Rodahl 1978.
- 29.陳金樹：運動的適應性，教育部國民體育委員會出版，維新書局印行；民國五十八年二月；PP. 236 ~ 237。
30. Degaray, A.L. et al.: "Genetic and anthropological studies of Olympic athletes," New York: Academic press, 1974.
- 31.陳和睦：人體測量與游泳速度相關之研究，國立台灣師範大學體育學會印行；民國六十八年四月；PP. 52 ~ 55。
32. Hirata, K. L:ta, "Age and physique of Montreal Olympic athletes Asian journal of physical education", 1(3);19, 1978.
- 33.蘇雄飛：「游泳運動的限制因子」，現代體育，第二卷三期；現代體育服務社；民國六十八年十二月；P. 5。
34. R. N. Singer 著，松田岩男譯：運動學習的心理學，大修館書店；昭和四十八年；P. 62。
- 35.同註34。
36. The Swimmer's Magazine: "AQUATIC World", March, 1975.
- 37.同註34。
38. "Swimming Instruction" by The Amateur Swimming Association of England 1957.
- 39.同註29；P. 237。
- 40.林承謀：「當前游泳理論與技巧暨學習方法」，中華游泳季刊第 19 期，中華民國游

- 泳協會出版；民國七十二年三月；P. 15。
41. 許樹淵：24 屆奧運會運動員年齡體格指數，中華民國體育協進會印行；民國七十八年五月；P. 5。
42. Marion, J.L.: "The relationship of somatotype and selected anthropometric measures to basketball performance in highest skilled female" R.Q.; 47: 575-585, 1976.
43. Swimming by Amateur Swimming Association of England 1975.
44. 許樹淵：23 屆奧運會運動員年齡體格分析，中華民國體育協進會出版；民國七十四年十二月；PP. 69 ~ 72。
45. 湯銘新：「中華民國體育協進會漢城亞洲運動會考察之分析與討論」；中華民國體育協進會漢城亞洲運動會考察報告書，中華民國體育協進會編印；民國七十五年十二月；PP. 135 ~ 137。
46. 樊正治：運動指導法，國立編譯館出版；民國七十六年一月；P. 413。
47. 葉憲清：「體能訓練法與運動精神訓練」，運動訓練與指導教材，中華民國體育協進會出版；民國七十七年六月；P. 21。
48. Parick, I: "An analysis of the speed factor in simple athletic activities", R.Q.: Dec. 1937.
49. Anderson, T.W.: "Weighted strength test for the prediction of athletic ability in high school girls" R.Q.; Mar. 1936.
50. Cozens, F.W.: "Strength tests as measures of general athletic ability in college men", R.Q.; 11: 41-45, 1940.
51. Coleman, J.W.: "Pure speed as positive factor in some track and field events", R.Q.; 11: 47-59, 1940.
52. Espenchede, A.: "Fitness of fourth grade children" R.Q.; Oct. 1958.
53. Colvalos, L.A.: "Relationships and age differences in growth measures and motor skill", R.Q.; Sep. 1959.
54. 齊沛林：運動生理，教育部國民體育委員會出版，維新書局印行；民國五十七年九月；P. 32。
55. 方瑞民：「游泳運動指導法」，台灣省中等學校體育教員暑假講習會講義；民國五十六年七月；PP. 1 ~ 6。
56. 楊基榮：運動員體力測驗，教育部國民體育委員會出版，維新書局印行；民國五十八年二月；P. 20。
57. 宮下充正：競泳のコーチンウ；大修館書店；昭和四十九年九月；P. 17 ~ 18。
58. Prins, J.H.: "Histological changes in human skeletal muscle with isokinetic strength training at two distinct climb speeds." 94-95, 1978.
59. 湯銘新等人：國家游泳教練講習會報告書，中華台北奧會出版；P. 18。
60. Evertt, P.W.: "The prediction of baseball ability" R.Q.; 23: 15-19, 1952.

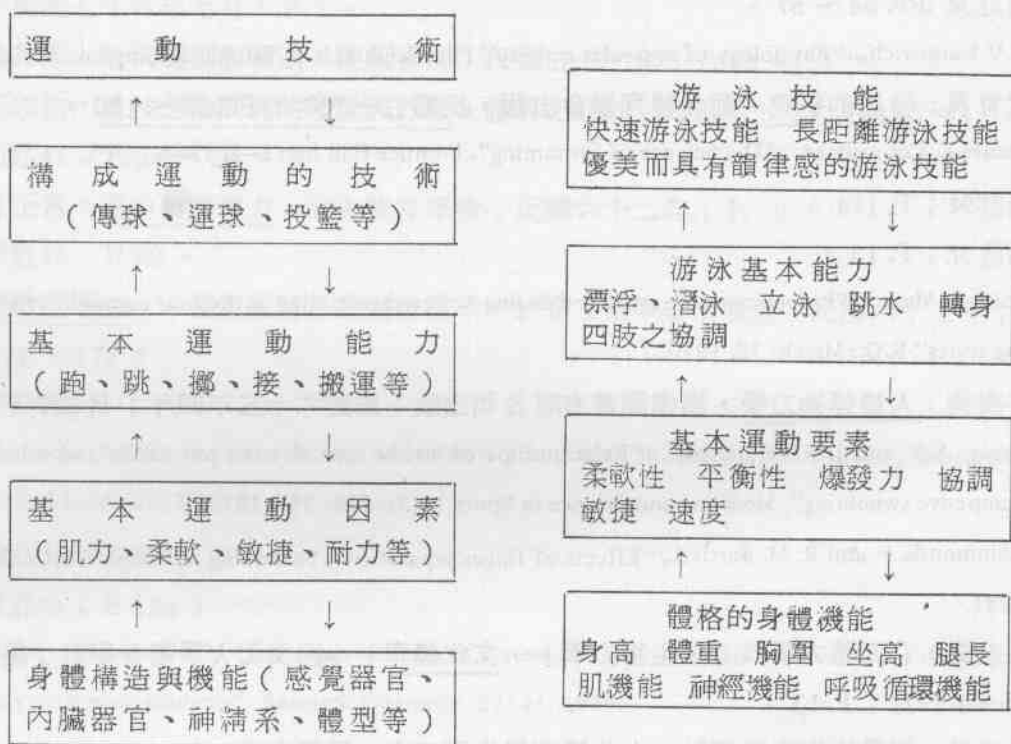
61. Barry, A.J. and T.K. Cureton: "Factor analysis of physique and performance" R.Q.; 32: 100-108, 1961.
62. 李文峰：現代游泳，驚聲文物供應公司印行；民國七十二年七月；P. 186。
63. Stine, S.W.: "The relationship of strength, power, and cardiovascular endurance to selected variables relating to success in learning tennis" Compled Research for 1976 AAHPER, 101, 1977.
64. 黃永賢：「棒球運動能力測驗項目之編製研究」，師大體育研究所集刊（八輯），國立台灣師範大學體育研究所；民國七十年六月；P. 230 ~ 279。
65. 林正常：「生理學研究在訓練上的應用」，左營訓練中心講義（國家運動教練講習會）；民國七十六年七月；P. 3。
66. 吳萬福：近代運動訓練法，維新書局；民國五十七年；P. 68。
67. 阮如鈞：競技運動訓練的理論與方法，體育出版社；民國七十年；P. 185。
68. 同註47. ; PP. 28 ~ 29。
69. 林正常：運動員與體力，師大體育學會；民國六十二年；P. 59。
70. 同註47. ; P. 29。
71. 運動指導法，中華民國體育協進會編印，幼獅文化事業出版社；民國六十七年；PP. 171 ~ 172。
72. 同註59。
73. Cureton, T.: "Review of a decade of research in aquatics at Spring Field college", Research Quarterly 11: 68-79, 1940.
74. 同註34. ; PP. 63 ~ 64。
75. 同註68. ; P. 134。
76. Bassey, B.H. and N.L. Chanudet: "Effects of systematic heavy resistance exercise on range of motion in young male students", Research Quarterly, 27: 41, 1956.
77. Gardner, G.W.: "Flexibility Changes as a result of isometric and isotonic exercise over a limited range of motion", Doctoral dissertation, Univ. California, 1963.
78. Nright, V. and R.J. Johns.: "Physical factors concerned with the stiffness of normal and diseased joints", J. Appl. physiol. 15: 706, 1960.
79. Roberton, D.F.: "Relationship of strength of selected muscle groups and flexibility to flutter kick in swimming," Master thesis, State University of Iowa, 1960.
80. 方瑞民：人體機動學，教育部國民體育委員會出版，維新書局印行；民國五十八年七月；P. 179。
81. 梁崑富：「柔軟性與運動能力相關研究」，體育論著選集，台灣省國民體育委員會出版；民國六十一年；P. 58 ~ 63。
82. 劉亞文：「大學男生桌球運動能力測驗項目之編製研究」，師大體育研究所集刊（第九集），國立台灣師範大學體育研究所；民國七十一年六月；PP. 278 ~ 310。

- 83.同註47； P. 35。
- 84.同註59。
- 85.宮下充正：Efficiency からみたスキル，身體運動の科學 11，身體運動のスキル 杏林，PP. 61～71，1976。
- 86.林正常：運動醫學，國立編譯館出版；民國六十年；P 248。
- 87.同註47； P. 35。
- 88.同註34；PP. 68～70。
- 89.同註34；PP. 64～67。
90. P.V.Karpovich.,:“Physiology of muscular activity” Philadelphia, W.B. Saunders Company, 96, 1956.
- 91.武育勇：游泳的研究，師大體育學會出版，民國五十八年；PP123～130。
92. James E. Counsilman. :“The Science of Swimming”, Prentice-Hall Inc; 1-8, 1968.
- 93.同註94； P. 114。
- 94.同註57； P. 13。
95. John R. Mager.,:“Propelling force measured during tethered swimming in the four competitive swimming styles” R.Q.; March: 72, 1970.
- 96.許樹淵：人體運動力學，協進圖書有限公司出版；民國六十五年四月； P. 627。
97. Craig, A.B. and D.R. Pendergast.,: “Relationships of stroke rate, distance per stroke and velocity in competitive swimming”, Medicine and Science in Sport 11(3): 276-283, 1979.
98. Remmonds, P. and R. M. Bartleth., “Effects of finger separation”, Swimming technique 18(1): 28-30, 1981.
- 99.張志滿：「流體力學與游泳生物力學」，文化體育，中國文化大學體育學社；民國七十一年四月； P. 13。
- 100.蘇雄飛：運動生物力學探討，台北體專學術研究會；民國七十二年三月； P. 261。
101. 許樹淵：運動技術指導原理，協進圖書有限公司印行；民國七十五年六月； P. 736。
102. 松浦義行等：「水泳パフォーマンスに關與する能力の抽出とその相對的貢獻度」，體育學研究，日本體育學會； 31 - 4 : 293 - 303. 1987。
103. 陳太正：「運動生物力學架構」，左營訓練中心（國家運動教練講習會）講義；民國七十七年二月；PP. 19～20。

叁、研究方法與步驟

一、研究設計

本研究設計，係參考 1951 年，L.A. Larson, 和 K.D. Yocom, 以運動技術的因子構造，分析籃球運動能力的結構，圖解如下表(註1)及 1982 年，山村慎一和松浦義行在分析游泳能力的階層結構，圖解如下表(註2)之方式，設計身體形態、基本體能、游泳基本能力及競賽游泳技能等四階層結構，並依有關文獻設計其項目。



籃球運動能力結構

游泳能力階層結構

二、測驗(量)項目

依據上述之研究設計，分四個測驗組合分別進行測驗，各組合之測驗項目如下：

(一)身體形態測量：①身高、②座高、③前臂長、④上臂長、⑤小腿長、⑥大腿長、⑦肩寬、⑧指極、⑨手掌長、⑩體重、⑪呼氣胸圍、⑫吸氣胸圍、⑬呼吸差數、⑭伸臂上臂圍、⑮屈臂上臂圍、⑯前臂圍、⑰手腕圍、⑱大腿圍、⑲小腿圍、⑳腰圍、㉑臀圍、㉒足踝圍、㉓頸圍、㉔肱三頭肌皮脂厚、㉕肩胛下肌皮脂厚、㉖腸骨上部皮脂厚、㉗小腿皮脂厚、㉘肱骨寬、㉙股骨寬、㉚腳掌長等共計三十項。

(二)基本體能測驗：①握力、②背肌力、③引體向上(男)、斜引體向上(女)、④仰臥舉腿、⑤仰臥起坐、⑥伏地挺身(男)、跪地伏地挺身(女)、⑦屈臂懸垂、⑧雙槓推撐、⑨腿肌力、⑩ 60 公尺跑、⑪垂直跳、⑫立定跳遠、⑬立定三步跳、⑭手球擲遠、⑮伏地背屈、⑯立體前屈、⑰舉肩、⑱踝關節柔軟度、⑲脊柱左轉動、⑳脊柱右轉動、㉑反複測併步、㉒ 10 公尺折返跑、㉓跳併步、㉔蹲後跳、㉕登階測驗、㉖安靜脈博、㉗肺活量、㉘水中無氧耐力、㉙ 12 分跑等共計二十九項(註 3)。

(三)游泳基本能力測驗：①俯臥蹬壁漂浮、②仰臥蹬壁漂浮、③屈體俯臥漂浮、④踩水、⑤潛泳、⑥ 20 公尺捷泳腿部動作、⑦ 20 公尺捷泳臂部動作、⑧ 20 公尺蛙泳腿部動作、⑨ 20 公尺蛙泳臂部動作、⑩ 20 公尺仰泳腿部動作、⑪ 20 公尺仰泳臂部動作、⑫ 20 公尺蝶泳腿部動作、⑬ 20 公尺蝶泳臂部動作等共計十三項。

(四)游泳技能測驗：① 25 公尺捷泳、② 50 公尺捷泳、③ 100 公尺捷泳、④ 400 公尺捷泳、⑤ 100 公尺蛙泳、⑥ 100 公尺仰泳、⑦ 100 公尺蝶泳等共計七項。

三、受測試者

以七十六學年度第二學期台灣省立體育專科學校游泳選手男生 13 名、女生 7 名，台中市新民商工職校游泳選手男生 12 名、女生 5 名，台中市青少年游泳選手男生 15 名、女生 7 名，合計 59 名。有關個人資料如附表。

四、測驗(量)時間：

民國七十七年四月八日至六月三十日。

五、測驗地點

(一)游泳基本能力及游泳技能測驗在台中市三信游泳池、新民商工游泳池、省立體育場游泳池分別舉行。

(二)身體形態測量及基本體能測驗在省立體育專科學校體育館、省立體育場田徑場、台中市三信游泳池、台中市中山國中田徑場分別舉行。

六、測驗實施所訂注意事項

(一)測驗前：

1. 所使用之儀器、器材送請校正。

- 2.主試者及協助人員（教練二人）先行熟練儀器、器材、成績丈量等操作方法。
- 3.主試者及協助人員熟記各項測驗之測驗（量）方法。
- 4.充分準備所需之儀器、器材、文具等。
- 5.佈置有關之場地、器材、設備。
- 6.游泳基本能力及競賽游泳技能測驗時水溫均在攝氏 23 度以上。

(二)測驗中：

- 1.講解並示範測驗方法。
- 2.身體形態測量除呼氣胸圍及吸氣胸圍測量二次外，其他各項僅測量一次。基本體能測驗之十二分鐘跑因時間關係，僅進行一次測驗，其餘各項基本體能測驗每一輪到時，均予試作兩次，取其較優一次為記錄，俟所有項目均測驗完畢，再行依第一次測驗方法進行第二輪測驗，以前後兩次測驗記錄求測驗之信度。至於游泳基本能力及競賽游泳技能測驗，每次在作準備活動及水中緩游 400 公尺至 800 公尺後，再衝刺 25 公尺或 50 公尺數次，再測一項（二次），以免因體力因素而影響成績，同時每星期僅測驗四天，每天一項。如因病及女性例假，則擇期另行測驗。
- 3.測驗場所維持良好秩序，並要求受測者認真試作。

(三)測驗後：

- 1.所使用之器材妥善收拾保管。
- 2.檢討得失及改進事項。
- 3.記錄表由主試者收齊保管。
- 4.準備下一次進行測驗之有關事宜。

七、測驗（量）方法

(一)身體形態測量：

1.身高：

(1)使用器材：身高計。

(2)方法：受測者赤足站立於身高計上，全身伸直，脚跟靠牆，脚尖分開 60 度，膝關節及頸椎伸直、收腹，注意耳、眼水平線，將頭後、背部、臀部與脚跟輕輕與垂直固定尺連接著，與水平面成垂直，測量自地面踏板到移動尺之間的垂直距離。為避免頭髮的厚度影響高度，儘使橫槓接觸頭皮。

(3)紀錄：以公分為單位。

2.坐高：

(1)使用器材：坐高計。

(2)方法：受測者穿著泳衣褲坐於坐高計上，兩大腿保持水平，小腿與地面垂直，上身保持直立，脊椎骨伸直，臀部與背部接觸尺柱，量頭頂至坐高計面之距離。

(3)紀錄：以公分為單位。

3.前臂長（前臂+手長）：

(1)使用器材：布尺。

(2)方法：直立姿勢，右臂平舉，然後屈臂，上臂保持水平，量肘頭尖端（鷹嘴角）到第三指（中指）指尖之直線距離。

(3)紀錄：以公分為單位。

4.上臂長：

(1)使用器材：布尺。

(2)方法：直立姿勢，兩臂自然下垂，量肩峯外側突起至橈骨點的距離。

(3)紀錄：以公分為單位。

5.小腿長：

(1)使用器材：布尺。

(2)方法：坐姿，小腿與地面垂直，量脛骨內側踝最高點至地面的距離。

(3)紀錄：以公分為單位。

6.大腿長：

(1)使用器材：布尺。

(2)方法：直立姿勢，量腸骨棘至地面之距離，減去小腿長（大腿長=下肢長-小腿長）。

(3)紀錄：以公分為單位。

7.肩寬：

(1)使用材料：布尺。

(2)方法：由指極減去二上肢長的距離。

(3)紀錄：以公分為單位。

8.指極：

(1)使用材料：布尺。

(2)方法：兩臂側平舉，手心向前，背向牆壁，量左右手中指指尖點之距離。

(3)紀錄：以公分為單位。

9.手掌長：

(1)使用器材：布尺。

(2)方法：量自腕骨與掌骨連接處下凹點至中指指尖之直線距離。

(3)紀錄：以公分為單位。

10.體重：

(1)使用器材：彈簧磅秤。

(2)方法：磅秤放平，受測者穿著游泳衣褲，併足站立於磅秤上，測量時身體保持

穩定並將身體重心置於磅秤中點前方。上下磅秤時，要求動作輕微。

(3)紀錄：以公斤為單位。

11.吸氣胸圍、呼氣胸圍及其呼吸差數：

(1)使用器材：布尺。

(2)方法：量其體前之乳頭上與體後之肩胛骨下緣的周徑。測量時頭伸，兩肩自然平放，雙手自然下垂，量其最大圍與最小圍，測量時布尺之鬆緊度以不感覺痛楚的程度。亦即用力吸氣時之最大胸圍與用力呼氣時之最小胸圍及其差數。

(3)紀錄：以公分為單位。每種測量二次，以較佳（呼氣時最小，吸氣時最大）之周徑為紀錄。

12.伸臂上臂圍與屈臂上臂圍：

(1)使用器材：布尺。

(2)方法：直立姿勢，右臂側平舉，自然放鬆，五指併攏，量其上臂最大部位之周徑即為伸臂上臂圍。然後握拳用力屈肘，上臂保持水平，量其上臂最大部位之圍徑即為屈臂之上臂圍。

(3)紀錄：以公分為單位。

13.前臂圍：

(1)使用器材：布尺。

(2)方法：手臂側平舉，自然放鬆，五指併攏，量旋前圓肌橫過前臂之中心點亦即腕側屈腕肌與肱腕肌之最大肌腹。

(3)紀錄：以公分為單位。

14.手腕圍：

(1)使用器材：布尺。

(2)方法：手臂側平舉，自然放鬆，五指併攏，量橈骨與尺骨兩莖狀突起上方之最細小之周徑。

(3)紀錄：以公分為單位。

15.大腿圍：

(1)使用器材：布尺。

(2)方法：直立姿勢，兩腳開立與肩同寬，兩眼平視，量時布尺由下向上移動，量臀肌下右大腿最大處周徑。

(3)紀錄：以公分為單位。

16.小腿圍：

(1)使用器材：布尺。

(2)方法：量右小腿之腓腸肌與比目魚肌之最大處周徑。

(3)紀錄：以公分為單位。

- 17.腰圍：
 (1)使用器材：布尺。
 (2)方法：直立姿勢，放鬆、自然呼吸，測量部位在腰部凹處，其高度約與肚臍平，即肋骨弓與髂骨脊之間，左右側腹最小的位置之周徑。
 (3)紀錄：以公分為單位。
- 18.臀圍：
 (1)使用器材：布尺。
 (2)方法：量臀部最豐碩突出的部位，即找出股骨大轉子的位置，經恥骨之周徑。
 (3)紀錄：以公分為單位。
- 19.足踝圍：
 (1)使用器材：布尺。
 (2)方法：量腓骨外踝及脛骨內踝之最細部之周徑。
 (3)紀錄：以公分為單位。
- 20.頸圍：
 (1)使用器材：布尺。
 (2)方法：直立姿勢，頸椎伸直，兩眼平視，量喉頭下方之頸部周徑。
 (3)紀錄：以公分為單位。
- 21.肱三頭肌皮脂厚：
 (1)使用器材：皮脂厚測量器。
 (2)方法：手臂自然下垂，量上臂後側距離肩峯與鷹嘴突之中點位置，測量方向與手臂縱軸平行。
 (3)紀錄：以厘米為單位。
- 22.肩胛下肌皮脂厚：
 (1)使用器材：皮脂厚測量器。
 (2)方法：直立姿勢、放鬆，量肩胛部內角的下方部位，測量方向是斜右方成45度。
 (3)紀錄：以厘米為單位。
- 23.腸骨上部皮脂厚：
 (1)使用器材：皮脂厚測量器。
 (2)方法：直立姿勢、放鬆，量肚臍右側20~25公分之位置，測量方向則與軀幹縱軸平行。
 (3)紀錄：以厘米為單位。
- 24.小腿皮脂厚：
 (1)使用器材：皮脂厚測量器。

(2)方法：坐姿，量小腿最大圍部位，也就是小腿中間側面位置，測量方向與小腿縱軸平行。

(3)紀錄：以厘米為單位。

25. 肱骨寬：

(1)使用器材：寬葉人體測量計。

(2)方法：手臂側平舉，前臂屈曲成 90 度，量上臂肱骨在肘關節的最大寬度。

(3)紀錄：以公分為單位。

26. 股骨寬：

(1)使用器材：寬葉人體測量計。

(2)方法：坐姿，雙腳平行，小腿與地面垂直，量大腿股骨在膝關節的最大寬度。

(3)紀錄：以公分為單位。

27. 腳掌長：

(1)使用器材：皮尺。

(2)方法：將皮尺先置於地面，然後受測者赤足踏於皮尺上並與地面接觸，量腳跟與第二個腳指之間的距離。

(3)紀錄：以公分為單位。

(二)基本體能測驗：

1. 握力：

(1)使用器材：握力計。

(2)方法：雙腿開立，雙臂下垂，使握力器與手臂成一直線，握力計指針向外，用力握。用力時，不可搖動，並避免接觸身體或其他物體或連續用力，但可吶喊。

(3)紀錄：以公斤為單位。

2. 背肌力：

(1)使用器材：背肌力計。

(2)方法：站立於背肌力計板上所劃的腳印上，身體前傾 30° 雙手握把柄，然後由主試者調整鐵鏈長度，雙臂雙膝伸直，上身由 30° 前傾角度用力挺直，並避免身體後仰。

(3)紀錄：以公斤為單位。

3. 引體向上與斜引體向上：

引體向上：

(1)使用器材：單槓（直徑為 2.8 公分，其高度 2.4 公尺）。

(2)方法：兩手正握槓，與肩同寬，腕、肘、肩成一直線，身體在靜止狀態時，然後屈臂引體向上，至下顎過槓，然後伸臂還原至懸垂姿勢，試作時身體不得搖

動振起，亦不得屈膝、抬腿以幫助引體，雙臂在未伸直前，亦不得屈臂引體，凡失敗或犯規不予計次，僅計成功之次數，直至無力再做為止。

(3)紀錄：以次數為單位。

斜引體向上：

(1)使用器材：低單槓（直徑為 2.8 公分）。

(2)方法：兩手正握槓，腳跟著地，兩臂與身體成 90° ，兩手與肩同寬，身體與地面約成 45° ，屈臂引體至胸部觸槓然後伸臂還原，直至無力再做為止。凡身體彎曲，臂未伸直即屈臂引體者或胸部未觸槓即還原者，均不記成績。

(3)紀錄：以次數為單位。

4. 仰臥舉腿：

(1)使用場地：墊子。

(2)方法：仰臥，雙臂後伸併攏，雙腳伸直併攏，利用腹肌收縮，以直臂與伸膝抬高在腹部上方接觸，然後還原，即算成功一次，以一分鐘為限，計算其成功次數。

(3)紀錄：以次數為單位。

5. 仰臥起坐（屈膝）：

(1)使用場地：墊子。

(2)方法：二人一組，受測者仰臥於地面，屈膝，五指交叉抱頭，扶助者蹲於地面上按住受測者之兩踝關節，受測者自仰臥姿勢起坐轉身並使肘關節觸反測之膝，以一分鐘為限，動作還原仰臥時，雙肘應觸及地面。

(3)紀錄：以次數為單位。

6. 伏地挺身與跪地伏地挺身：

伏地挺身（伏臥雙臂屈伸）：

(1)使用場地：平地。

(2)方法：伏臥以手掌與足尖支撐地面，並使上體與下肢成一直綫，兩臂與地面成 90° ，兩足跟靠攏，腳尖分開約 30° ，做雙臂屈伸運動，兩肘關節儘量彎屈至胸部幾乎觸地，然後再用力撐直，算為成功一次，以一分鐘為限，次與次之中間休息不得超過十秒，否則，以動作結束論。

(3)紀錄：以次數為單位。

跪地伏地挺身（跪地雙臂屈伸）：

(1)使用場地：平地。

(2)方法：伏臥以手掌、膝、足尖支撐於地面，兩手與地面成 90° ，兩足後伸，足背朝下，足跟併攏，做雙臂屈伸，兩肘關節儘量彎屈至胸部幾乎觸地，然後用力撐直算一次，以一分鐘為限，次與次之中間休息不得超過十秒，否則，以動

作結束論。

(3)紀錄：以次數為單位。

7. 屈臂懸垂：

(1)使用設備：單槓。

(2)方法：立於單槓下之椅子上，雙手正握槓，屈臂使下顎過槓，聞動令後，雙足離凳，成屈臂懸垂姿勢，下顎必須維持在單槓之上，並不得與槓接觸或下顎低於槓下，否則計時立即停止。

(3)紀錄：以十分之一秒為單位。

8. 雙槓推撐：

(1)使用設備：雙槓。

(2)方法：雙手直臂正撐槓端，下肢自然下垂而不觸地，肩膀放鬆，胸部挺起，然後屈臂下彎使肘關節成直角以下，然後返原。上撐時，身體不得擺腿助勢，直至無法做時。

(3)紀錄：以次數為單位。

9. 腿肌力：

(1)使用器材：腿力計。

(2)方法：站在腿力計上之底盤，雙膝彎屈 90 角，上身挺直，雙手握緊握把，然後由主試者調整鐵鏈長度，並將磅秤歸零，聞動令用力伸直雙腿，動作中不能向後仰或連續用力或背部用力而影響成績。

(3)紀錄：以公斤為單位。

10. 六十公尺跑：

(1)器材設備：①田徑場之跑道，跑道劃起終點線。②發令鎗。③碼錶（4 只）。

(2)方法：著膠底運動鞋立於起跑線後，以站立式起跑，步驟為預備，聞鎗聲起跑衝刺至終點，二人計時，取其平均數（不可穿釘鞋）。

(3)紀錄：以百分之一秒為單位紀錄。

11. 垂直跳：

(1)場地設備：①平坦牆壁。②藍色粉筆。③黑板擦。④皮尺。

(2)方法：雙足併立站於牆邊，一手持粉筆並儘量伸直手臂在牆上劃一標記，然後屈膝擺臂數次，全力向上躍起，並在牆上劃另一標記，丈量兩記號間距離，即為所跳高度。試作中不可以作二次起跳。站立時手臂一定要向上伸直。

(3)紀錄：以公分為單位。

12. 立定跳遠：

(1)場地設備：

①沙坑（挖鬆、整平），沙之高度與起跳線水平。

②鐵錘、沙把、插針、皮尺。

(2)方法：立於起跳線後，屈膝擺臂數次，全力向前跳，以起跳線至著地腳踵之最近距離為成績，起跳時腳尖不得離地。

(3)紀錄：以公分為單位。

13.立定三步跳：

(1)場地設備：平坦地面、皮尺、插針。

(2)方法：立於起跳線後屈膝擺臂數次，雙足作連續跳三次，以起跳線至第三跳著地腳踵之最近距離為成績。

(3)紀錄：以公分為單位。

14.手球擲遠：

(1)器材設備：手球（三號）、皮尺、石灰、劃線器、田賽場地。

(2)方法：以單手肩上傳球法於投擲線後以站立式將球擲出，不得踩線或越線。球出手之同時，得用交換步以配合腰力助勢，但仍不得踩線或越線，以丈量球之落點至投擲線之最短距離。

(3)紀錄：以公尺為單位。

15.伏地背屈：

(1)場地設備：平坦地、木尺。

(2)方法：二人一組，受測者伏臥，兩足平行，兩手背後交叉，扶助者以兩手按住其大腿，受測者上體儘量後挺，量下頷至地面之垂直距離。

(3)紀錄：以公分為單位。

16.立體前屈：

(1)場地設備：在測驗台邊緣裝釘一寬四公分的指標尺，指標尺齊台面處為零，以公分為單位，台面上為負，台面下為正。

(2)方法：赤足立於台上，兩姆趾夾住指標尺，足尖與台邊齊，屈體前彎，兩手並列，食指尖沿指標尺下滑，膝關節不得彎曲，量中指尖在指標尺上之最大數字。動作中雙腳應保持併攏直膝，腳尖不得超過台之邊緣。

(3)紀錄：以公分為單位。

17.舉肩：

(1)場地設備：平坦地面、木尺、木棒。

(2)方法：俯臥在地面上，雙臂向前伸直與肩同寬，雙手握一長六十公分木棒，然後直臂向上高舉，受測者的下頷始終保持與地面接觸，雙肘與雙腕保持伸直。量所持木棒下緣與地面之距離。

(3)紀錄：以公分為單位。

18.踝關節柔軟度：

(1)使用器材：角度圖(半圓弧向原點零起每 5 度自圓心至圓弧劃一直線，至終點共計 180 度 36 條線)。

(2)方法：坐姿伸膝，角度圖置於脚跟側面，足背盡下向下壓，然後使踝背屈，量其之間角度。

(3)紀錄：以度為單位。

19. 脊柱右轉動與脊注左轉動：

(1)場地設備：平牆、皮尺。

(2)方法：站於牆前，背對牆，雙脚併攏，牆上劃一垂直線與身體上下垂直軸前後平行，此垂直線的刻度為零，依此垂線向左右分別劃上以一公分為單位的刻度至 100 公分為止，測驗開始時受測者舉右(左)臂與肩同高，肘關節伸直，掌心向下，舉右肩者順時轉體，舉左臂者逆時轉體，轉至身體能左或右轉的極限，雙脚不得離開地面，超過零公分以上者為正，不足者為負。

(3)紀錄：以公分為單位。

20. 反復側併步：

(1)場地設備：①劃三條相距 120 公分之平行線，中間一條為中線。②碼錶。③平坦而不滑之田徑場塑膠跑道。

(2)方法：預備時受測者跨立於中線，全部動作分為四動：

①自跨立中線向右橫步至右脚跨過右線，即得一分。

②然後向左橫步回跨於中線，又得一分。

③繼續向左橫步，至左脚跨過左線，又得一分。

④然後向右橫步，回跨於中線，又得一分。

側步動作不可以用跳，不超過或達到兩側之平行線與不跨過中線時，均不給分，測驗時間為 20 秒。

(3)紀錄：以得分為單位。

21. 十公尺折返跑：

(1)場地設備：

①劃兩條相隔 10 公尺之平行線，一條為起終點線，一條為折返線。

②準備 5 cm 厚× 5 cm 寬× 10 cm 長之木塊兩個置於折返線外。

③碼錶。

(2)方法：受測者在起跑線後，聞動令後，快跑至折返線外，取一木塊(在線外 30 公分處)，折回置於起跑線外之目標內(不得用丟)再折回取另一木塊，再向起跑線衝刺。第二木塊可以不必放下。

(3)紀錄：以秒為單位。

22. 跳併步：

(1)場地設備：30 cm長×30 cm寬×10 cm高之測驗台與碼錶。

(2)方法：

①預備時受測者立於測驗台上，聞令併跳，其併步之順序為

①台前、②台上、③台後、④台上、⑤台左、⑥台上、⑦台右、⑧台上，如此反覆實施，每一動作即算一分。

②測驗十秒鐘，測驗前可允許在地面自由練習。

(3)紀錄：以得分為單位。

23.蹲後跳（蹲伸測驗）：

(1)場地設備：平坦草地、碼錶。

(2)方法：

①直立姿勢，聞動令後，第一動是屈膝彎腰下蹲，並將雙手掌置於腳前之地面，第二動是利用雙手支撐身體，並將雙腳向後伸直使身體呈伏地挺身的預備動作，第三動則再屈膝彎腰，第四動則再由蹲踞部位恢復到直立姿勢。伸時必須雙腳向後伸直，膝部不得彎曲或著地。

②測驗以六十秒。每完成四動算一分，未完成四動者，不計分。

(3)紀錄：以得分為單位。

24.登階測驗：

(1)器材設備：

①木製長凳高45公分（女40公分）。

②呼唱口令錄音帶（節拍口令）。

③碼錶。

(2)方法：

①依據口令每兩秒上下階凳一次。

②全部動分為四動：

(A)一脚先踏上凳（左或右足均可，但中途不得更換）。

(B)另一腳再上凳，成直立姿勢於凳上。

(C)先上凳之一腳還原。

(D)另一腳再還原至預備姿勢。

③測驗五分鐘。

④測驗畢令受測者靜坐於椅上。

⑤測量其測驗後1分～1分30秒，2分～2分30秒，3分～3分30秒等三次脈搏數。

⑥動作有三次無法配合節拍口令即令停止，另安排他組重測。

(3)紀錄：

①計算體能指數：(註4)

$$\text{體能指數} = \frac{\text{上下階凳持續時間(秒)} \times 100}{2(\text{三次脈搏數和})}$$

②以體能指數為單位。

25.十二分鐘跑測驗(註5)

(1)場地設備：

①400公尺周長之田徑場，自起點起每隔10公尺作一記號。

②碼錶、發令鎗、皮尺。

(2)方法：

①受測者分為4組，每兩組相互配對，相互計算其成績(所跑距離)。

②各組之測驗由主試者統一發令，鳴鎗起跑，時間終了亦鳴鎗。

③當一組受測者其配對人負責計算成績，反之亦然。

④起跑之姿勢採站立式，不分道。

⑤聞鎗聲起跑十二分鐘，途中如無法跑時，可以用走代跑。

⑥配對人確計所跑圈數及餘數距離。

⑦最後五分鐘起每當受測者經過起點時告之所餘時間，以使受測者作最後衝刺。

⑧最後一分鐘時，配對人應陪受測者伴跑以確知時間終了時受測者之位置。

⑨成績計算以受測者在十二分鐘內所跑之距離(圈數加餘數距離)為成績。

(3)紀錄：以公尺為單位。

26.肺活量：

(1)器材設備：濕式肺活量計，水溫計。

(2)方法：先將肺活量器盛滿水，再測水溫，當天水溫為24度，將肺活量器上之水溫指標固定於24度上，深吸氣後，立刻帶上口罩吹氣，用最大深吸氣後，再啟最大吹氣。

(3)紀錄：以cc為單位。

27.安靜脈博：

(1)使用器材：碼錶。

(2)方法：

①受測者以坐姿休息十分鐘後，第二、三、四手指併攏，以中指輕壓腕關節之橈骨動脈。

②時間以一分鐘。

(3)紀錄：以次數為單位。

28.水中無氧耐力(註6)：

(1)場地設備：游泳池、碼錶。

(2)方法：在競賽游泳技能測驗中，將受測者 25 公尺和 100 公尺自由式成績計算之，也就是將百公尺自由式成績除以四，然後將所得商數減去 25 公尺自由式之秒數，所得之差即為無氧耐力指標。

(3)紀錄：以秒為單位。

三)游泳基本能力測驗：

1.俯臥蹬壁漂浮與仰臥蹬壁漂浮。

(1)場地設備：50 公尺游泳池、皮尺。

(2)方法：站立游泳池中。俯臥採背向池壁，仰臥採面向池壁，雙手觸及池壁，待開始動令後，用雙手或兩足推（蹬）離池壁，俯臥採俯姿，仰臥採仰姿，兩臂伸直，兩手交叉，頭部平沈水中，不可有臂腿之蹬、划、及軀幹上下起伏、左右擺動作，量其蹬壁漂浮後站立之位置的距離。

(3)紀錄：以公尺為單位。

2.屈體俯臥漂浮：

(1)場地設備：50 公尺游泳池、碼錶、口笛。

(2)方法：站在游泳池中，聞動令後，彎腰，頭部沒入水中，背部朝上，雙腳離開池底，雙手握住足踝或抱住膝蓋，量其漂浮（閉氣）之水中時間。

(3)紀錄：以秒為單位。

3.踩水：

(1)場地設備：50 公尺游泳池、碼錶、口笛。

(2)方法：在游泳池 1.8 公尺水深位置，聞令後，雙臂之肘關節以下部份抬出水面，雙手置於頭頂上方，雙腳採蹬夾式、踏車式、剪腿式、捲足式等任何姿勢不拘，量其肘關節以下部位抬出水面之踩水時間。

(3)紀錄：以秒為單位。

4.潛泳：

(1)場地設備：50 公尺游泳池、皮尺。

(2)方法：站立游泳池端，聞動令後，蹬池壁沿目標線直線潛行，在水中前進，泳姿不拘，待臉面部露出水面，量其所潛距離。凡超過 50 公尺者，必須觸壁後轉身，可蹬壁，但不可將臉面部露出水面。

(3)紀錄：以公尺為單位。

5.二十公尺四種泳姿腿部動作：

(1)場地設備：50 公尺游泳池、口笛、碼錶。

(2)方法：

①在距池端 5 公尺處作第一標竿，在距池端 25 公尺處作第二標竿。

②捷泳、蛙泳、蝶泳時，受測者站立於池端，雙手握漂浮板，不可蹬壁，一次一人，聞令後，以各式規定腿部動作推進，以漂浮板前緣通過第一標竿開始計時至第二標竿終點停錶。仰泳則不用握漂浮板，則以手臂後伸，雙手互握。以雙手通過第一標竿時開始計時，至第二標竿終點停錶。

(3)紀錄：以百分之一秒為單位。

6.二十公尺四種泳姿臂部動作：

(1)場地設備：50 公尺游泳池、口笛、碼錶。

(2)方法：除以橡皮帶縛以足踝關節上端，並在二小腿間夾一漂浮板，利用雙臂動作外，餘均照 20 公尺腿部動作方法辦理。

(3)紀錄：以百分之一秒為單位。

(四)競賽游泳技能測驗：

(1)場地設備：50 公尺游泳池、碼錶、發令鎗。

(2)方法：依照 75 年 10 月中華民國游泳協會所編印之游泳規則之正式比賽方式進行測驗。每一組二人同時進行。

(3)測驗項目：25 公尺捷泳、50 公尺捷泳、100 公尺捷泳、400 公尺捷泳、100 公尺仰泳、100 公尺蛙泳、100 公尺蝶泳。

(4)紀錄：以百分之一秒為單位。

八、資料統計：

(一)資料之基本統計係使用 IBM-PC 電腦統計處理，處理內容如下：

1.平均數。

2.標準差。

3.測驗之信度：

(1)基本體能測驗，游泳基本能力測驗、競賽游泳技能測驗三項組合，以積差相關法，計算複測信度，並檢定顯著性，其計算公式：

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2} \cdot \sqrt{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2}} \quad (\text{註 7})$$

(2)顯著性之表示， $P < 0.05$ 為顯著， $P < 0.01$ 為非常顯著。

(二)依據研究設計，以威杜測驗選擇法 (Wherry - Doolittle test selection method) 計算身體形態測量、基本體能測驗、游泳基本能力測驗與競賽游泳技能測驗之相關，以作選項分析，資料係使用 Kingteck 牌之微電腦處理 (註 8)。

【註】

1.楊基榮：體育測驗與統計，正中書局；民國六十年；P. 230。

2.山村慎一·松浦義行：「水泳能力因子構造の性差」，體育學研究，第二十七卷第四號；昭和五八年三月；P. 288。

- 3.教育部國民體育季刊：「國際標準體能測驗委員會之基本運動能力測驗方法」，國民體育季刊，第十二卷四期；民國七十二年十二月；PP. 85 ~ 87。
- 4.杜登明：「登階測驗對體能指標的評價問題之探討」，體育學報第四期，省立體專；民國六十六年；P. 279。
5. Cooper, K.H.: "A means of assessing maximal oxygen intake", *Journal of American Medical Association*. 203: 201-204, 1968.
- 6.張至滿：體育測量與評價，水牛圖書出版事業有限公司；民國七十五年一月；P. 104。
7. Verducci, F.M.: "Measurement concepts in physical education", The C.V. Mosby company: 65, 1980.
- 8.同註 6；P. 112 ~ 126。

肆、資料處理與結果

一、各項測驗結果及信度考驗

(一)身體型態測量結果，如表一之1。

表一之1：身體形態測量統計結果

統計結果	項目	1. 身高	2. 座高	3. 前臂長	4. 上臂長	5. 小腿長	6. 大腿長	7. 肩寬	8. 指極	9. 手掌長	10. 體重
		(公分)	(公分)	(公分)	(公分)	(公分)	(公分)	(公分)	(公分)	(公分)	(公分)
最大		187.5	96.0	52.0	41.0	58.4	60.1	54.0	197.0	24.0	87.5
最小		136.0	50.5	21.0	21.3	36.2	40.0	31.0	134.4	14.6	34.0
平均數		165.432	83.302	41.836	31.556	42.271	46.907	43.093	169.741	18.681	57.858
標準差		10.983	13.573	7.962	4.216	4.729	5.113	5.043	14.917	1.598	11.401
統計結果	項目	11. 呼氣胸圍	12. 呼氣胸圍	13. 呼吸差數	14. 伸臂上臂圍	15. 屈臂上臂圍	16. 前臂圍	17. 手腕圍	18. 大腿圍	19. 小腿圍	20. 腰圍
		(公分)	(公分)	(公分)	(公分)	(公分)	(公分)	(公分)	(公分)	(公分)	(公分)
最大		103.0	114.0	14.0	34.1	39.8	29.3	19.0	60.0	41.2	83.5
最小		62.5	68.4	1.5	17.8	20.0	19.0	12.6	38.0	26.5	52.0
平均數		85.364	91.080	5.766	26.593	29.436	23.778	16.146	50.363	35.263	69.661
標準差		9.605	10.220	2.309	3.341	4.109	2.808	1.358	4.908	3.420	7.662
統計結果	項目	21. 臀圍	22. 足踝圍	23. 頸圍	24. 皮脂厚 肱三頭肌	25. 皮脂厚 肩胛下肌	26. 皮脂厚 腸骨上	27. 皮脂厚 小腿	28. 肱骨寬	29. 股骨寬	30. 腳掌長
		(公分)	(公分)	(公分)	(公分)	(公分)	(公分)	(公分)	(公分)	(公分)	(公分)
最大		101.6	27.9	41.0	17.1	17.1	14.8	18.6	9.8	11.8	28.8
最小		67.0	19.0	27.0	0.8	0.8	1.0	0.8	4.8	6.8	21.0
平均數		87.071	23.669	34.681	7.069	7.069	7.046	6.658	7.144	9.793	24.929
標準差		7.667	2.090	3.380	4.847	4.847	4.670	4.946	1.048	0.878	1.963

(二)基本體能測驗結果及信度顯著性考驗，如表一之 2

表一之2:基本體能測驗統計結果及信度顯著性考驗表

統計結果 項目	1. 握力	2. 背肌力	5. 斜引體向上(女) 引體向上(男)	4. 仰臥舉腿	5. 仰臥起坐	6. 伏地挺身(男) 跪地伏地挺身(女)	7. 屈臂懸垂	8. 雙槓推撐	9. 腿肌力	10. 六十公尺跑
	(公斤)	(公斤)	(次)	(次)	(次)	(次)	(秒)	(次)	(公斤)	(秒)
最大	65.0	98.0	36	56	70	84	59.0	36	120.0	13.00
最小	3.0	1.5	0	15	18	10	2.17	0	2.5	7.90
平均數	29.017	34.229	17.220	36.119	41.525	40.932	18.781	11.153	49.886	9.917
標準差	13.569	29.210	9.920	8.939	10.035	15.486	15.802	9.667	38.374	1.358
信度係數	0.8092 ^{**}	0.9948 ^{**}	0.9863 ^{**}	0.9702 ^{**}	0.9808 ^{**}	0.9906 ^{**}	0.9966 ^{**}	0.9906 ^{**}	0.9777 ^{**}	0.8980 ^{**}
統計結果 項目	11. 垂直跳	12. 立定跳遠	13. 立定三步跳	14. 手球擲遠	15. 伏地背屈	16. 立體前屈	17. 舉肩	18. 踝關節柔軟度	19. 脊柱左轉動	20. 脊柱右轉動
	(公分)	(公尺)	(公尺)	(公尺)	(公分)	(公分)	(公分)	(度)	(公分)	(公分)
最大	69	2.72	7.90	34.10	78.5	29.0	81.0	110.0	72.0	70.0
最小	25.5	1.40	4.13	6.20	35.0	0.5	30.0	60.0	28.0	27.5
平均數	46.203	2.094	6.199	20.250	60.669	17.297	51.136	90.220	45.127	44.525
標準差	10.725	0.360	1.065	7.745	8.396	5.795	10.895	9.447	11.641	11.308
信度係數	0.9882 ^{**}	0.9889 ^{**}	0.9841 ^{**}	0.9911 ^{**}	0.9802 ^{**}	0.9812 ^{**}	0.9816 ^{**}	0.9585 ^{**}	0.9976 ^{**}	0.9959 ^{**}
統計結果 項目	21. 反復側併步	22. 10公尺折返跑	23. 跳併步	24. 蹲後跳	25. 登階測驗	26. 安靜脈博	27. 肺活量	28. 水中無氧耐力	29. 12分鐘跑	註： 平成12 均績分 數為僅 準。測 驗一次。 第二次 測驗
	(次)	(秒)	(次)	(次)	(次)	(次)	(cc)	(秒)	(公尺)	
最大	43	13.03	44	36	153	80	6250	7.73	3025	
最小	15	9.79	19	14	92	54	1650	2.18	1480	
平均數	32.627	11.068	28.983	22.593	115.729	67.085	3828.888	4.167	2475.61	
標準差	5.756	0.814	4.932	5.697	17.226	5.360	1139.995	1.446	307.563	
信度係數	0.9589 ^{**}	0.9189 ^{**}	0.9668 ^{**}	0.9699 ^{**}	0.9933 ^{**}	0.9447 ^{**}	0.9930 ^{**}	0.9673 ^{**}		

1 - .05r57 = .267 (P < .05)

1 - .01r57 = .345 (P < .01)

(三)游泳基本能力測驗結果及信度顯著性考驗，如表一之3。

表一之3:游泳基本能力測驗統計結果及信度顯著性考驗表

項 目 統 計 結 果	1. 俯臥蹬壁漂 浮	2. 仰臥蹬壁漂 浮	3. 屈體俯臥漂 浮	4. 踩 (立 泳) 水	5. 潛 泳	6. 20. 公尺 捷 作 泳	7. 20. 公尺 捷 作 泳
	(公尺)	(公尺)	(秒)	(秒)	(公尺)	(秒)	(秒)
最 大	10.75	10.05	125.19	354.00	75.00	28.10	24.06
最 小	4.60	4.75	20.50	15.00	15.00	14.12	12.04
平均數	8.342	7.156	47.653	82.51	39.551	20.249	16.566
標準差	1.498	1.343	20.061	59.523	12.392	3.718	3.355
信 度 係 數	** 0.9907	** 0.9893	** 0.9503	** 0.9821	** 0.9215	** 0.9934	** 0.9923
項 目 統 計 結 果	8. 20. 公尺 動 作 蛙 泳	9. 20. 公尺 動 作 蛙 泳	10. 20. 公尺 動 作 仰 泳	11. 20. 公尺 動 作 仰 泳	12. 20. 公尺 動 作 蝶 泳	13. 20. 公尺 動 作 蝶 泳	註： 平均數、標準差以第二次測驗成績為準。
	(秒)	(秒)	(秒)	(秒)	(秒)	(秒)	
最 大	30.83	37.32	45.01	42.35	43.54	38.34	
最 小	18.06	17.50	15.62	14.83	16.02	12.56	
平均數	22.425	24.981	25.260	22.323	24.161	21.018	
標準差	3.230	5.156	6.429	6.366	6.457	6.522	
信 度 係 數	** 0.9844	** 0.9940	** 0.9944	** 0.9979	** 0.9970	** 0.9968	

$1 - .05r57 = .267 (P < .05)$

$1 - .01r57 = .345 (P < .01)$

四、競賽游泳技能測驗（效標）結果及信度顯著性考驗，如表一之4。

表一之4：競賽游泳技能測驗統計結果及信度顯著性考驗表

項 統 計 結 果	1. 二 五 公 尺 捷 泳 (秒)	2. 五 〇 公 尺 捷 泳 (秒)	3. 一 〇 〇 公 尺 捷 泳 (秒)	4. 四 〇 〇 公 尺 捷 泳 (秒)
最 大	21.87	51.40	114.89	558.00
最 小	11.47	25.60	58.09	288.00
平 均 數	14.688	34.509	76.679	622.220
標 準 差	3.215	6.295	14.664	110.700
信 度 係 數	** 0.6155	** 0.9954	** 0.9978	** 0.9935
項 統 計 結 果	5. 一 〇 〇 公 尺 蛙 泳 (秒)	6. 一 〇 〇 公 尺 仰 泳 (秒)	7. 一 〇 〇 公 尺 蝶 泳 (秒)	註：平均數、標準差以第二次測驗成績為準
最 大	148.00	185.12	177.08	
最 小	75.90	71.00	64.70	
平 均 數	97.527	101.564	95.875	
標 準 差	15.850	26.971	20.632	
信 度 係 數	** 0.9970	** 0.9992	** 0.8064	

*

**

$1 - .05r57 = .267 (P < .05)$

$1 - .01r57 = .345 (P < .01)$

二、競賽游泳運動技能多元迴歸方程式之編製

本研究中之測驗項目計有三大組爲：身體型態測量共三十項；基本體能測驗共二十九項；游泳基本能力測驗共十三項，並以七項競賽游泳技能測驗做爲各類測驗之效度標準。依據Wherry及Doolittle兩人所提解決多元相關問題的方法，以游泳技能爲標準變項，以各組測驗項目爲預測變項，期以選出的測驗所得之迴歸方程式，對游泳技能之預測，具有最高的準確性。其步驟爲：先進行代表性測驗項目的選擇，再根據選出項目求得多元迴歸方程式，並分析其效度。編製過程爲：

(一)各組測驗項目交互相關，及其與效標之相關係數計算，其結果如表二：

表二之 1 爲游泳基本能力測驗項目與效標之相關矩陣。

表二之 2 爲身體型態測量項目與效標之相關矩陣。

表二之 3 爲基本體態測驗項目與效標之相關矩陣。

表二之 1：游泳基本能力測驗項目與效標之相關矩陣

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
C	0.739	0.756	0.518	0.383	0.777	-0.749	-0.901	-0.690	-0.717	-0.856	-0.903	-0.891	-0.904
1		0.857	0.552	0.289	0.630	-0.479	-0.623	-0.570	-0.624	-0.617	-0.675	-0.711	-0.709
2			0.561	0.254	0.626	-0.490	-0.621	-0.512	-0.630	-0.651	-0.690	-0.763	-0.730
3				0.181	0.616	-0.398	-0.425	-0.281	-0.469	-0.383	-0.415	-0.491	-0.439
4					0.293	-0.391	-0.354	-0.288	-0.355	-0.214	-0.224	-0.306	-0.242
5						-0.501	-0.685	-0.533	-0.604	-0.580	-0.687	-0.610	-0.692
6							0.772	0.355	0.430	0.759	0.619	0.749	0.592
7								0.625	0.718	0.758	0.860	0.767	0.852
8									0.639	0.604	0.697	0.598	0.703
9										0.484	0.648	0.567	0.675
10											0.893	0.923	0.838
11												0.879	0.944
12													0.885

- 1.俯臥蹬牆漂浮 2.仰臥蹬牆漂浮 3.屈體仰臥漂浮 4.踩水 5.潛泳 6.二十公尺捷泳腿部動作 7.二十公尺捷泳臂部動作 8.二十公尺蛙泳腿部動作 9.二十公尺蛙泳臂部動作 10.二十公尺仰泳腿部動作 11.二十公尺仰泳臂部動作 12.二十公尺蝶泳腿部動作 13.二十公尺蝶泳臂部動作

表二之 2：身體型態測量項目與效標之相關矩陣

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
1	0.757																																	
2	0.452	0.726																																
3	0.423	0.614	0.744																															
4	0.385	0.584	0.552	0.744																														
5	0.382	0.584	0.552	0.584	0.744																													
6	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.744																												
7	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.744																											
8	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744																										
9	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744																									
10	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744																								
11	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744																							
12	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744																						
13	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744																					
14	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744																				
15	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744																			
16	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744																		
17	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744																	
18	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744																
19	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744															
20	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744														
21	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744													
22	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744												
23	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744											
24	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744										
25	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744									
26	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744								
27	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744							
28	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744						
29	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744					
30	0.382	0.584	0.552	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.584	0.744				

- 1.身高 2.坐高 3.前臂長 4.上臂長 5.小腿長 6.大腿長 7.肩寬 8.指極 9.手掌長 10.體重 11.呼氣胸圍
- 12.吸氣胸圍 13.呼吸差數 14.伸臂上臂圍 15.屈臂上臂圍 16.前臂圍 17.手腕圍 18.大腿圍 19.小腿圍
- 20.腰圍 21.臀圍 22.足踝圍 23.頸圍 24.肱三頭肌圍 25.肩胛下肌圍 26.腸骨上部皮脂厚
- 27.小腿皮脂厚 28.肱骨寬 29.股骨寬 30.腳掌長

(c) 依據表二數值以威杜多元相關法之一計算得表三。

計算步驟如下：

1. V_1 係將各測驗項目與效標之相關係數符號改變填入 V_1 列中。

2. $V_2 = V_1 + b_1$ (能力標準) $\times C_1$ (各測驗)。

3. $V_3 = V_2 + b_2$ (能力標準) $\times C_2$ (各測驗)。

餘類推

各組結果如下：

表三之 1：威杜多元相關法之一身體型態測量組

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V 1	-0.767	-0.562	-0.76	-0.664	-0.645	-0.395	-0.744	-0.752	-0.644	-0.784
V 2	-0.149	-0.012	-0.267	-0.110	-0.118	-0.128	-0.081	-0.192	-0.189	-0.089
V 3	-0.022	0.0257		-0.021	0.0168	-0.004	-0.024	-0.027	-0.140	-0.009
V 4	0.0197	-0.024		-0.067	0.0292	-0.131	0.0413	0.0184	-0.037	0.0541
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
V 1	-0.767	-0.796	-0.346	-0.688	-0.757	-0.797	-0.62	-0.663	-0.642	-0.67
V 2	-0.079	-0.101	-0.099	-0.028	-0.029		-0.031	-0.017	-0.030	-0.028
V 3	-0.033	-0.042	-0.040	-0.002	-0.017		0.0234	0.0013	0.0129	-0.008
V 4	0.0378	0.0301	-0.009	0.0116	0.0600		0.1563	0.0356	0.0388	0.0662
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
V 1	-0.627	-0.333	-0.754	-0.381	-0.475	-0.261	-0.309	-0.075	-0.356	-0.674
V 2	-0.011	-0.040	-0.069	0.0438	0.0175	0.2427	0.0480	-0.149	-0.109	-0.132
V 3	0.0513	-0.028	-0.019	0.0825	0.0417	0.1988	0.0839	-0.129	-0.125	-0.038
V 4	0.0193	0.1545	0.1141	-0.122	-0.113		-0.127	0.0565	-0.013	0.0613

表三之 2：威杜多元相關法之一基本體能測驗組

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V1	-0.76	-0.694	-0.005	-0.671	-0.59	-0.595	-0.5	-0.61	-0.764	0.627
V2	-0.346	-0.259	0.0341	-0.220	-0.163	-0.181	-0.184	-0.246	-0.329	0.3469
V3		0.0202	-0.057	-0.077	-0.039	-0.036	0.0149	0.0001	-0.053	0.0885
V4		0.0099	-0.068	-0.074	-0.032	-0.067	-0.005	-0.023	-0.052	0.0946
V5		0.0086	-0.076	-0.053	-0.036	-0.051	0.0133	-0.005	-0.052	0.0605
V6		0.0159	-0.055	-0.045	-0.029	-0.036	0.0243	-0.014	-0.053	0.0727
V7		0.141	-0.051	-0.029	-0.008	-0.039	0.0486	-0.024	-0.048	
V8		0.0070	-0.079	-0.037	-0.025	-0.023	0.0186	-0.026	-0.034	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
V1	-0.661	-0.744	-0.733	-0.73	-0.399	-0.504	-0.27	0.08	0.092	0.15
V2	-0.345	-0.309	-0.303	-0.297	-0.219	-0.209	-0.201	-0.051	-0.132	-0.042
V3	-0.120	-0.050	-0.048	-0.049	-0.054	-0.100	-0.133	-0.128	-0.207	-0.108
V4	-0.090	-0.058	-0.060	-0.032	-0.037	-0.079	-0.116	-0.078		-0.002
V5	-0.059	-0.021	-0.024	-0.024	-0.039	-0.061	-0.104	-0.082		-0.009
V6	-0.064	-0.022	-0.019	-0.034	-0.035	-0.034		-0.060		-0.020
V7	-0.043	-0.008	-0.005	-0.031	-0.008	-0.033		-0.055		-0.017
V8	-0.027	0.0105	0.0158	-0.013	-0.033	-0.047		-0.046		-0.017
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
V1	-0.579	0.643	-0.212	0.087	0.488	0.528	-0.72	0.798	-0.677	
V2	-0.225	0.2958	-0.105	0.0223	0.1903	0.1361	-0.329		-0.211	
V3	-0.008	0.1106	-0.145	-0.093	0.0499	0.0351	-0.081		-0.049	
V4	-0.005	0.1189	-0.083	0.089	0.0316	0.0173	-0.077		-0.037	
V5	0.0065		-0.067	-0.083	0.0056	-0.011	-0.041		0.0085	
V6	0.0130		-0.043	-0.083	0.0049	-0.017	-0.043		0.0063	
V7	0.0240		-0.046	-0.100	0.0000	-0.023	-0.034		-0.004	
V8	-0.005		-0.010		-0.025	-0.0078	-0.033		0.0105	

表三之 3：威杜多元相關法之一游泳基本能力測驗組

	1	2	3	4	5	6	7
V1	-0.739	-0.758	-0.518	-0.383	-0.777	0.749	0.901
V2	-0.098	-0.098	-0.121	-0.164	-0.151	0.214	0.131
V3	-0.078	-0.079	-0.075	-0.082	0.121		0.0426
V4	-0.047	-0.052	-0.005	-0.061			0.0289
V5	-0.033	-0.038	0.0055	-0.041			0.0141
V6	-0.021	-0.021	0.0175	-0.039			0.0273
	8	9	10	11	12	13	
V1	0.69	0.717	0.856	0.903	0.891	0.904	
V2	0.054	0.107	0.098	0.045	0.091		
V3	0.0746	0.0967	0.0119	0.0262	0.0168		
V4	0.0615	0.0652	0.0206	0.0209	0.0249		
V5	0.0418		0.0314	0.0211	0.0290		
V6	0.0425		0.0163	0.0176	0.0060		

(二) 依據表三數值，以威杜多元相關法之二計算得表四。

計算步驟如下：

1. 將 1,000 填入表中 Z_1 列中
2. $Z_2 = Z_1 + b_1$ (某測驗) $\times C_1$ (同一測驗)
3. $Z_3 = Z_2 + b_2$ (某測驗) $\times C_2$ (同一測驗)

餘類推

各組結果如下：

表四之 1：威杜多元相關法之二身體型態測量組

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Z ₁	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Z ₂	0.3993	0.5239	0.6180	0.5169	0.5630	0.8884	0.3094	0.5071	0.6751	0.2396
Z ₃	0.2594	0.5114		0.4486	0.4050	0.7555	0.2810	0.2721	0.6541	0.1847
Z ₄	0.2333	0.4748		0.4171	0.4027	0.5172	0.2169	0.2404	0.4984	0.1249
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Z ₁	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Z ₂	0.2569	0.2396	0.9045	0.3160	0.1664		0.4553	0.3439	0.4117	0.3519
Z ₃	0.2383	0.2096	0.8736	0.3098	0.1652		0.4288	0.3408	0.3952	0.3484
Z ₄	0.1626	0.1321	0.8596	0.3070	0.0757		0.1678	0.3234	0.3852	0.2662
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Z ₁	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Z ₂	0.4040	0.8653	0.2621	0.7159	0.6180	0.6005	0.7992	0.9913	0.9045	0.5376
Z ₃	0.3695	0.8640	0.2406	0.7029	0.6129	0.5838	0.7881	0.9881	0.9024	0.4615
Z ₄	0.3544	0.3694	-0.023	0.0824	0.2558		0.1285	0.4739	0.7167	0.3143

表四之 2：威杜多元相關法之二基本體能測驗組

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Z1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Z2	0.7316	0.7029	0.9975	0.6819	0.1748	0.7316	0.8439	0.7920	0.7040	0.8767
Z3		0.2260	0.9464	0.5557	0.6207	0.6031	0.6001	0.4213	0.2375	0.4690
Z4		0.2184	0.9380	0.5551	0.6174	0.5335	0.5690	0.3798	0.2375	0.4664
Z5		0.2184	0.9350	0.5371	0.6169	0.5222	0.5533	0.3654	0.2374	0.4171
Z6		0.2138	0.8981	0.5315	0.6131	0.5031	0.5427	0.3578	0.2372	0.4042
Z7		0.2135	0.8962	0.5118	0.5796	0.5023	0.4969	0.3502	0.2350	
Z8		0.2091	0.8261	0.5066	0.5563	0.4790	0.4169	0.3501	0.2177	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Z1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Z2	0.8439	0.7029	0.7105	0.7062	0.9493	0.8638	0.9926	0.9727	0.9724	0.9419
Z3	0.5350	0.2929	0.3129	0.3291	0.7824	0.7916	0.9644	0.9366	0.9378	0.9150
Z4	0.4700	0.2875	0.3028	0.3108	0.7629	0.7592	0.9428	0.7597		0.1125
Z5	0.4290	0.2284	0.2477	0.3077	0.6727	0.7453	0.9373	0.7592		0.1105
Z6	0.4268	0.2283	0.2454	0.2994	0.7610	0.6848		0.7189		0.0993
Z7	0.3923	0.2117	0.2308	0.2986	0.7060	0.6846		0.7168		0.0983
Z8	0.3694	0.1808	0.1900	0.2718	0.6528	0.6672		0.7101		0.0983
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Z1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Z2	0.8037	0.8107	0.9820	0.9934	0.8608	0.7589	0.7608		0.6601	
Z3	0.5151	0.6010	0.9720	0.9113	0.7404	0.6965	0.3845		0.4983	
Z4	0.5144	0.5962	0.7036	0.9101	0.7166	0.6741	0.3831		0.4896	
Z5	0.5087		0.6928	0.9088	0.6880	0.6391	0.3306		0.3979	
Z6	0.5051		0.6412	0.9088	0.6880	0.6363	0.3303		0.3975	
Z7	0.4956		0.6406	0.8884	0.6861	0.6334	0.3234		0.3889	
Z8	0.4189		0.5223		0.6273	0.5477	0.3233		0.3695	

表四之 3：威杜多元相關法之二游泳基本能力測驗組

	1	2	3	4	5	6	7
Z1	1	1	1	1	1	1	1
Z2	0.4973	0.4671	0.8072	0.9414	0.5211	0.6595	0.2740
Z3	0.4919	0.4619	0.7779	0.8469	0.5082		0.1638
Z4	0.4581	0.4369	0.6092	0.8307			0.1572
Z5	0.4349	0.4151	0.5933	0.7825			0.1310
Z6	0.4009	0.3407	0.5561	0.7821			0.0852
	8	9	10	11	12	13	
Z1	1	1	1	1	1	1	
Z2	0.5057	0.5443	0.2977	0.0993	0.2167		
Z3	0.5000	0.5429	0.1913	0.0943	0.1387		
Z4	0.4940	0.5033	0.1886	0.0933	0.1364		
Z5	0.4480		0.1747	0.0933	0.1344		
Z6	0.4479		0.1151	0.0902	-0.003		

(四)依據表三、表四數據，以威杜多元相關法之三得表五。

計算步驟如下：

1.於 0 列 c 行 (即 K^2) 中填入 1,000，在 d 行中填入 $N = 59$ 。

2.於表中選擇 $\frac{V_i^2}{Z_i}$ 之商數最大的測驗項目作為第一個測驗，再用威杜縮減公式

$$K^2 = 1 - \frac{V_m^2}{Z_m}, R = 1 - K^2 \left(\frac{N-1}{N-m} \right) \text{ 計算 } K^2 = 1 - \frac{V_m^2}{Z_m},$$

$$\bar{R}^2 = 1 - K^2 \left(\frac{N-1}{N-m} \right), \text{ 其中 } m \text{ 為所選測驗數, } N \text{ 為人數。}$$

3.將 $\frac{V_i^2}{Z_i}$ 之商數填入第 1 列之 6 行中。

4.從 1,000 中減去 $\frac{V_i^2}{Z_i}$ ，將無數記入第 1 列之 c 行中。

5.求出 $\frac{N-1}{N-m}$ 之商數：記入第 1 列之 d 行中。

6.將 c 行與 d 行之乘積填入 e 行 (即 K^2) 中。

7. 從 1.000 中減去 e 行中之數即得 \bar{R}^2 ，並填入 f 行中。

8. 求出 \bar{R}^2 之平方根填入 g (即 \bar{R}) 行中。

餘類推

各組結果如下：

表五之 1：威杜多元相關法之三身體型態測量組

a	b	c	d	e	f	g	
m	$V^2 m / Zm$	K^2	$N-1 / N-m$	\bar{K}^2	\bar{R}^2	\bar{R}	測驗項目
0		1.000	(N=59)				
1	0.6352	0.3648	1.000	0.3648	0.6352	0.7969	16
2	0.1157	0.2491	1.0175	0.2534	0.7465	0.8640	3
3	0.0677	0.1814	1.0357	0.1878	0.8121	0.9011	26
4	0.1815	-0.000	1.0545	-0.000	1.0001	1.0000	24

表五之 2：威杜多元相關法之三基本體能測驗組

a	b	c	d	e	f	g	
m	$V^2 m / Zm$	K^2	$N-1 / N-m$	\bar{K}^2	\bar{R}^2	\bar{R}	測驗項目
0		1.000	(N=59)				
1	0.6368	0.3632	1.000	0.3632	0.6368	0.7979	28
2	0.1642	0.199	1.0175	0.2024	0.7975	0.8930	1
3	0.0459	0.1531	1.0357	0.1585	0.8414	0.9172	19
4	0.0237	0.1294	1.0545	0.1364	0.8635	0.9292	22
5	0.0116	0.1178	1.0740	0.1265	0.8734	0.9345	17
6	0.013	0.1048	1.0943	0.1146	0.8853	0.9409	10
7	0.0112	0.0936	1.1153	0.1044	0.8956	0.9463	24
8	0.0075	-0.003	1.1372	-0.004	1.0042	1.0021	3

表五之3：威杜多元相關法之三游泳基本能力測驗組

a	b	c	d	e	f	g	
m	$V^2 m / Z m$	K^2	$N-1 / N-m$	\bar{K}^2	\bar{R}^2	\bar{R}	測驗項目
0		1.000	(N=59)				
1	0.817	0.183	1.000	0.183	0.817	0.904	13
2	0.0703	0.1127	1.0175	0.1146	0.8853	0.9409	6
3	0.0289	0.0838	1.0357	0.0867	0.9132	0.9556	5
4	0.0083	0.0755	1.0545	0.0796	0.9203	0.9593	9
5	0.0062	0.0693	1.0740	0.0744	0.9255	0.9620	12

(五) 為選擇次一代表性項目的基礎資料，以威杜多元相關法之四計算得表六。計算步驟如下：

1. a_1 列空著不填。

2. b_1 列為選中的測驗與其他測驗之相關係數，在所選中測驗項目的行中填入 1.000，於一 C 行中將選中項目與效標之相關係數變號填入。

3. 將 b_1 列各數之代數和記入「SUM (校驗和)」項下。

4. 將 b_1 列各數與選中測驗項目之 b_1 的負倒數相乘，並記入 c_1 列中。

5. $c_2 = a_2 + b_1$ (某一測驗) $\times c_1$ (所選出第二個測驗)。

$$c_2 = b^2 \text{ (某一測驗)} \times \left(-\frac{1}{b_2}\right) \text{ (所選出之第二個測驗)}。$$

6. $b_3 = a_3 + b_1$ (某一測驗) $\times c_1$ (所選出第三個測驗) + b_2 (某一測驗) $\times c_2$ (所選出第三個測驗)。

$$c_3 = b_3 \text{ (某一測驗)} \times \left(-\frac{1}{b_3}\right) \text{ (所選出第三個測驗)}。$$

各組結果如下：

表六之 1：威杜多元相關法之四身體型態測量組

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
a1																	
b1	0.775	0.69	0.618	0.695	0.661	0.334	0.831	0.702	0.57	0.872	0.862	0.872	0.309	0.827	0.913		
c1	-0.775	-0.69	-0.618	-0.695	-0.661	-0.334	-0.831	-0.702	-0.57	-0.872	-0.362	-0.872	-0.309	-0.827	-0.913		
a2	0.773	0.514	1	0.635	0.721	0.493	0.646	0.815	0.466	0.723	0.64	0.875	0.329	0.573	0.591		
b2	0.2940	0.0875	0.6180	0.2054	0.3125	0.2865	0.1324	0.3811	0.1137	0.1841	0.1072	0.1361	0.1380	0.0619	0.0267		
c2	-0.475	-0.141	-1.000	-0.332	-0.505	-0.463	-0.214	-0.616	-0.184	-0.297	-0.173	-0.220	-0.223	-0.100	-0.043		
a3	0.318	0.568	0.289	0.541	0.33	0.537	0.31	0.245	0.04	0.334	0.317	0.316	0.082	0.472	0.344		
b3	-0.123	0.1463		0.1355	-0.026	0.3729	-0.193	-0.136	-0.301	-0.186	-0.210	-0.212	-0.095	-0.040	-0.228		
c3	0.2115	-0.250		-0.232	0.0623	-0.638	0.3313	0.2330	0.5165	0.3200	0.3599	0.3644	0.1552	0.0693	0.3916		
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	-C	SUM	ITEM
a1																	
b1	1	0.738	0.81	0.767	0.805	0.772	0.367	0.859	0.533	0.618	0.632	0.448	-0.093	0.309	0.68	-0.797	18.979
c1	-1	-0.738	-0.81	-0.767	-0.805	-0.772	-0.367	-0.859	-0.533	-0.618	-0.632	-0.448	0.093	-0.309	-0.68	0.797	-18.979
a2	0.618	0.584	0.544	0.575	0.544	0.623	0.255	0.646	0.419	0.438	0.289	0.36	-0.013	0.155	0.637	-0.76	15.508
b2	0.1279	0.0434	0.1009	0.0465	0.1459	0.0281	0.1151	0.0896	0.0560	-0.101	0.0831	0.0444	-0.035	0.2167	-0.267	3.77897	3
c2	-0.206	-0.070	-0.163	-0.075	-0.236	-0.045	-0.186	-0.144	-0.090	0.1643	-0.134	-0.071	0.0581	-0.350	0.4327	-6.1148	
a3	0.362	0.055	0.404	0.392	0.282	0.558	-0.31	0.131	0.924	0.838	1	0.89	-0.614	-0.128	0.101	-0.261	9.667
b3	-0.390	-0.100	-0.076	-0.219	0.0940	-0.537	-0.392	0.6018	0.4566	0.5638	0.6205	-0.547	-0.329	-0.293	0.1987	-1.4368	26
c3	0.6687	0.1726	0.1304	0.3753	-0.161	0.9203	0.6731	-1.030	-0.782	-1.000	-1.062	0.9385	0.5638	0.5021	-0.340	2.46114	

表六之 2 : 威杜多元相關法之四基本體能測驗組

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
a1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
b1	-0.518	-0.545	-0.049	-0.564	-0.534	-0.518	-0.395	-0.456	-0.544	0.351	-0.395	-0.545	-0.538	-0.542	-0.225	-0.269
c1	0.518	0.545	0.049	0.564	0.534	0.518	0.395	0.456	0.544	-0.351	0.395	0.545	0.538	0.542	0.225	0.269
a2	1	0.873	-0.168	0.596	0.539	0.575	0.627	0.757	0.866	-0.728	0.68	0.83	0.818	0.806	0.466	0.421
b2	0.7318	0.5906	-0.193	0.3038	0.2623	0.3066	0.4223	0.5207	0.5842	-0.546	0.4753	0.5476	0.5393	0.5252	0.3494	0.2298
c2	-1.000	-0.807	0.2643	-0.415	-0.358	-0.419	-0.577	-0.711	-0.798	0.7465	-0.649	-0.748	-0.737	-0.717	-0.477	-0.314
a3	-0.245	-0.303	-0.055	-0.137	-0.09	-0.408	-0.328	-0.388	-0.211	0.226	0.078	-0.281	-0.304	-0.073	0.022	0.053
b3	-0.084	-0.088	0.0226	0.0556	-0.255	-0.170	-0.197	0.0062	0.0490	0.2468	-0.071	-0.097	0.1311	0.1352	0.1742	
c3	0.0897	0.0947	-0.024	-0.059	0.2723	0.1819	0.2102	-0.006	-0.052	-0.263	0.0762	0.1039	-0.139	-0.144	-0.185	
a4	-0.517	-0.553	0.118	-0.51	-0.352	-0.49	-0.507	-0.584	-0.552	0.62	-0.565	-0.723	-0.711	-0.55	-0.264	-0.362
b4	0.0063	0.0421	-0.103	0.0167	-0.082	-0.096	-0.092	-0.003	0.1714	-0.156	-0.187	-0.181	-0.042	0.0111	-0.090	
c4	-0.010	-0.070	0.1738	-0.028	0.1377	0.1623	0.1554	0.0051	-0.287	0.2624	0.3146	0.3040	0.0712	-0.018	0.1526	
a5	0.188	0.215	0.135	0.194	0.164	0.208	0.2	0.036	0.147	-0.036	0.134	0.15	0.201	0.085	0.147	0.35
b5	0.0656	0.1861	0.0726	0.0598	0.1340	0.0997	-0.084	-0.015	0.1102	-0.045	-0.011	0.0464	-0.088	0.0398	0.2382	
c5	-0.070	-0.198	-0.077	-0.063	-0.142	-0.106	0.0900	0.0165	-0.117	0.0484	0.0121	-0.049	0.0943	-0.042	-0.254	
a6	-0.723	-0.517	0.129	-0.534	-0.485	-0.414	-0.615	-0.54	-0.659	1	-0.649	-0.741	-0.72	-0.616	-0.474	-0.299
b6	0.0101	-0.027	-0.089	-0.116	0.0179	-0.136	0.0555	-0.029	0.4044	-0.118	-0.081	-0.076	-0.017	-0.149	-0.008	
c6	-0.025	0.0678	0.2204	0.2878	-0.044	0.3364	-0.137	0.0731	-1.000	0.2920	0.2026	0.1901	0.0443	0.3686	0.0215	
a7	-0.287	-0.306	-0.2	-0.23	-0.3	-0.002	-0.472	-0.213	-0.122	0.296	-0.059	-0.074	-0.046	-0.063	-0.382	-0.223
b7	-0.063	-0.249	-0.068	-0.143	0.1437	-0.266	-0.011	0.1239		0.1427	0.1656	0.1903	0.1542	-0.217	-0.124	
c7	0.0709	0.2808	0.0767	0.1620	-0.161	0.3000	0.0123	-0.139		-0.160	-0.186	-0.214	-0.173	0.2448	0.1401	
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	-C	SUM	ITEM
a1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
b1	-0.086	0.165	0.166	0.241	-0.443	0.435	-0.134	0.081	0.373	0.491	-0.489	1	-0.583	0.798	-4.371	28
c1	0.086	-0.165	-0.166	-0.241	0.443	-0.435	0.134	-0.081	-0.373	-0.491	0.489	-1	0.583	-0.798	4.371	
a2	0.188	-0.248	-0.245	-0.265	0.689	-0.517	-0.016	-0.287	-0.49	-0.468	0.778	-0.518	0.646	-0.76	7.345	
b2	0.1434	-0.162	-0.159	-0.140	0.4595	-0.391	-0.085	-0.245	-0.296	-0.213	0.5246		0.3440	-0.346	5.0808	1
c2	-0.196	0.2221	0.2173	0.1915	-0.628	0.5353	0.1167	0.3349	0.4056	0.2920	-0.717		-0.470	0.4738	-6.944	
a3	0.097	0.47	1	0.938	-0.148	0.225	0.498	0.1	-0.023	-0.017	-0.159	0.166	-0.081	0.092	0.725	
b3	0.1424	0.4072	0.9378	0.8675	0.0253	0.0676	0.5916	0.0333	-0.149	-0.144	0.0361		0.0905	-0.115	2.5556	19
c3	-0.151	-0.434	-1.000	-0.925	-0.027	-0.072	-0.534	-0.035	0.1593	0.1545	-0.038		-0.096	0.1234	-2.725	
a4	-0.161	0.206	0.225	0.277	-0.495	1	-0.057	0.141	0.441	0.462	-0.568	0.435	-0.565	0.643	-4.818	
b4	-0.057	0.0178		0.0346	-0.058	0.5962	-0.080	-0.027	0.1306	0.1444	-0.177		-0.233	0.1186	-0.380	22
c4	0.0957	-0.030		-0.058	0.0975	-1.000	0.1351	0.0466	-0.219	-0.242	0.2959		0.3920	-0.199	0.6390	
a5	1	0.208	0.097	-0.023	0.196	-0.161	0.298	-0.047	-0.132	-0.171	0.152	-0.086	0.134	-0.27	3.713	
b5	0.9375	0.1942		-0.102	0.0584		0.2197	0.0903	-0.006	-0.051	-0.015		-0.019	-0.104	1.9180	17
c5	-1.000	-0.207		0.1093	-0.082		-0.234	-0.000	0.0971	0.0545	0.0163		0.0209	0.1115	-2.045	
a6	-0.036	0.199	0.226	0.213	-0.569	0.62	0.062	0.296	0.409	0.394	-0.667	0.351	-0.467	0.527	-5.304	
b6	-0.029			-0.019	-0.061		0.0165	0.0908	0.0275	0.0342	-0.052		0.0591	0.0723	-0.226	10
c6	0.0724			0.0477	0.1531		-0.041	-0.224	-0.068	-0.084	0.1309		-0.146	-0.178	0.5589	
a7	-0.047	0.152	0.1	0.09	-0.461	0.141	0.367	1	-0.104	0.363	-0.208	0.081	-0.004	0.087	-1.106	
b7	0.0773			-0.000	-0.260		0.3242	0.8895	-0.228	0.2758	0.0096		0.1311	-0.100	0.8918	24
c7	-0.087			0.0009	0.2936		-0.364	-1.000	0.2571	-0.310	-0.010		-0.147	0.1129	-1.003	

表六之 3：威杜多元相關法之四游泳基本能力測驗組

	1	2	3	4	5	6	7	8
a 1	-	-	-	-	-	-	-	-
b 1	-0.709	-0.73	-0.439	-0.242	-0.692	0.592	0.852	0.703
c 1	0.709	0.73	0.439	0.242	0.692	-0.592	-0.852	-0.703
a 2	-0.479	-0.49	-0.398	-0.391	-0.501	1	0.772	0.355
b 2	-0.059	-0.057	-0.138	-0.247	-0.091	0.6495	0.2676	-0.061
c 2	0.0912	0.0890	0.2126	0.3814	0.1406	-1.000	-0.412	0.0941
a 3	0.63	0.626	0.616	0.293	1	-0.501	-0.685	-0.533
b 3	0.1310	0.1127	0.2927	0.0907	0.5082		-0.057	-0.055
c 3	-0.257	-0.221	-0.576	-0.178	-1.000		0.1137	0.1084
a 4	-0.624	-0.63	-0.469	-0.355	-0.604	0.43	0.718	0.639
b 4	-0.108	-0.105	-0.089	-0.156			0.1155	0.1529
c 4	0.2134	0.2069	0.1769	0.3080			-0.227	-0.300
	9	10	11	12	13	- C	SUM	ITEM
a 1	-	-	-	-	-	-	-	-
b 1	0.670	0.838	0.949	0.885	1	0.904	4.586	
c 1	-0.675	-0.838	-0.949	-0.885	-1	-0.904	-4.586	13
a 2	0.43	0.759	0.619	0.749	0.592	0.749	3.766	
b 2	0.0304	0.2629	0.0571	0.2250		0.2138	1.0510	
c 2	-0.046	-0.404	-0.088	-0.346		-0.329	-1.618	6
a 3	-0.604	-0.58	-0.687	-0.61	-0.692	-0.777	-2.504	
b 3	-0.132	0.0368	-0.022	0.0340		-0.121	0.8173	
c 3	0.2609	-0.072	0.0437	-0.067		0.2388	-1.608	5
a 4	1	0.484	0.648	0.567	0.675	0.717	3.196	
b 4	0.5083	-0.084	-0.001	-0.031		0.0652	0.2648	
c 4	-1.000	0.1655	0.0019	0.0626		-0.128	0.521	9

(六)根據上述統計處理程序，依序選中之各組代表性測驗項目為：

1.身體型態測量組：16.前臂圍 3.前臂長 26.腸骨上部皮脂厚。

2.基本體能測驗組：28.水中無氧耐力 1.握力 19.脊柱左轉動 22.十公尺折返跑 17.舉肩
10.六十公尺跑 24.蹲後跳。

3.游泳基本能力測驗組：13.二十公尺蝶泳臂部動作 6.二十公尺捷泳腿部動作 5.潛泳
9.二十公尺蛙泳臂部動作。

(七)依據威杜多元相關法，將各組選中之代表性測驗項目之 C_m 值與能力標準 - C 值依序寫出如表七。

表七：代表性測驗項目之 C_m 值與能力標準之相關值表。

表七之 1：身體型態測量組

	16	3	26	-C
C_1	-1.000	-0.618	-0.632	0.797
C_2		-1.000	0.1643	0.4327
C_3			-1.000	-0.340

表七之 2：基本體能測驗組

	28	1	19	22	17	10	24	-C
C_1	-1.000	0.518	-0.166	-0.435	0.086	-0.351	-0.081	-0.798
C_2		-1.000	0.2173	0.5353	-0.196	0.7465	0.3349	0.4738
C_3			-1.000	-0.072	-0.151	-0.052	-0.035	0.1234
C_4				-1.000	0.0957	-0.287	0.0466	-0.199
C_5					-1.000	-0.117	0.000	0.1115
C_6						-1.000	-0.224	-0.178
C_7							-1.000	0.1129

表七之 3：游泳基本能力測驗組：

	13	6	5	9	-C
C ₁	-1.000	-0.592	0.692	-0.675	-0.904
C ₂		-1.000	0.1406	-0.046	-0.329
C ₃			-1.000	0.2609	0.2388
C ₄				-1.000	-0.128

(A) 依據表七各組列數，其選中項目之多元迴歸方程演算如下：

1. 當表七各列數等於零時，即為求出各 β 值的方程式

(1) 身體型態測量組為

$$-1.000 \beta_{16} - 0.618 \beta_3 - 0.632 \beta_{26} + 0.797 = 0$$

$$-1.000 \beta_3 + 0.1643 \beta_{26} + 0.4327 = 0$$

$$-1.000 \beta_{26} - 0.340 = 0$$

方程式經計算得： $\beta_{16} = 0.779$ ， $\beta_3 = 0.377$ ， $\beta_{26} = -0.340$

將 B 值代入標準多元迴歸方程式得：

$$Z_c = 0.779 Z_{16} + 0.377 Z_3 - 0.340 Z_{26}$$

(2) 基本體能測驗組為

$$-1.000 \beta_{28} + 0.518 \beta_1 - 0.166 \beta_{19} - 0.435 \beta_{22} + 0.086 \beta_{17} - 0.351 \beta_{10}$$

$$- 0.081 \beta_{24} - 0.798 = 0$$

$$- 1.000 \beta_1 + 0.2173 \beta_{19} + 0.5353 \beta_{22} - 0.196 \beta_{17} + 0.7465 \beta_{10}$$

$$+ 0.3349 \beta_{24} + 0.4738 = 0$$

$$- 1.000 \beta_{19} - 0.072 \beta_{22} - 0.151 \beta_{17} - 0.052 \beta_{10} - 0.035 \beta_{24}$$

$$+ 0.1234 = 0$$

$$- 1.000 \beta_{22} + 0.0957 \beta_{17} - 0.287 \beta_{10} + 0.0466 \beta_{24} - 0.199 = 0$$

$$- 1.000 \beta_{17} - 0.117 \beta_{10} - 1.000 \beta_{24} + 0.1115 = 0$$

$$- 1.000 \beta_{10} - 0.224 \beta_{24} - 0.178 = 0$$

$$- 1.000 \beta_{24} + 0.1129 = 0$$

經計算求出 $\beta_{28} = -0.539$ ， $\beta_1 = 0.294$ ， $\beta_{19} = 0.118$ ，

$$\beta_{22} = -0.122$$
， $\beta_{17} = 0.135$ ， $\beta_{10} = -0.203$ ，

$$\beta_{24} = 0.113$$

將 β 值代入標準多元迴歸方程式得：

$$Z_c = -0.539 Z_{28} + 0.294 Z_1 + 0.118 Z_{19} - 0.122 Z_{22} + 0.135 Z_{17}$$

$$- 0.203 Z_{10} + 0.113 Z_{24}$$

(3)游泳基本能力測驗組為：

$$-1.000 \beta_{13} - 0.592 \beta_6 + 0.692 \beta_5 - 0.675 \beta_9 - 0.904 = 0$$

$$-1.000 \beta_6 + 0.1406 \beta_5 - 0.046 \beta_9 - 0.329 = 0$$

$$-1.000 \beta_5 + 0.2609 \beta_9 + 0.2388 = 0$$

$$-1.000 \beta_9 - 0.128 = 0$$

方程式經計算得： $\beta_{13} = -0.501$ ， $\beta_6 = -0.294$ ， $\beta_5 = 0.205$ ，

$$\beta_9 = -0.128$$

將B值代入標準多元迴歸方程式得：

$$Z_c = -0.501 Z_{13} - 0.294 Z_6 + 0.205 Z_5 - 0.128 Z_9$$

計算所得之多元迴歸方程式 Z_c ，表示任何一位游泳運動選手，依所選取之代表性測驗項目測驗所得之成績，轉化為標準差單位後代入 Z_c 方程式，即可預測其能力標準的高低。

2. 為便於利用原始單位， β 將 Z_c 方程式轉化成原始單位之多元迴歸方程式。其步驟是先將 β 值轉化為 b 值（部份迴歸係數）。

β 值與 b 係數的關係為：

$$b_{12-31 \dots n} = \beta_{12-31 \dots n} \frac{\delta_1}{\delta_2}$$

而原單位之迴歸方程式為：

$$\bar{X}_c = b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + K$$

因此，根據各組選中項目之原始資料標準差，效標標準差及各 β 值，轉化成 b 值後代入原單位迴歸方程式。其中 K 值（常數）為截距。經轉化後得：

(1) 身體型態測量組：

$$b_{16} = \frac{6.4}{2.81} \times 0.779 = 1.774$$

$$b_3 = \frac{6.4}{7.96} \times 0.377 = 0.271$$

$$b_{26} = \frac{6.4}{4.95} \times -0.34 = -0.44$$

$$K = 0 - 1.774 \times 23.78 - 0.271 \times 41.84 - (-0.44 \times 6.66) \\ = -50.595$$

$$\bar{X}_c = 1.774 X_{16} + 0.271 X_3 - 0.44 X_{26} - 50.595$$

其標準估計誤差為：

$$S_{est.xc} = 6.4 \times \sqrt{1 - 0.819} = 2.723$$

(2)基本體能測驗組：

$$b_{28} = \frac{6.4}{1.46} \times -0.539 = -2.363$$

$$b_1 = \frac{6.4}{13.71} \times 0.294 = 0.137$$

$$b_{19} = \frac{6.4}{11.75} \times 0.118 = 0.064$$

$$b_{22} = \frac{6.4}{0.73} \times -0.122 = -1.07$$

$$b_{17} = \frac{6.4}{10.97} \times 0.135 = 0.079$$

$$b_{10} = \frac{6.4}{1.15} \times -0.203 = -1.13$$

$$b_{24} = \frac{6.4}{6.01} \times 0.113 = 0.12$$

$$K = 0 + 2.363 \times 4.09 - 0.137 \times 29.55 - 0.064 \times 45.22 + 1.07 \times 10.91 \\ - 0.079 \times 51.4 + 1.13 \times 9.78 - 0.12 \times 23.42 \\ = 18.576$$

$$\bar{X}_c = -2.363 X_{28} + 0.137 X_1 + 0.064 X_{19} - 1.07 X_{22} + 0.079 X_{17} - 1.13 X_{10} \\ + 0.12 X_{24} + 18.576$$

其標準估計誤差為：

$$Sest.xc = 6.4 \times \sqrt{1 - .875} = 2.262$$

(3)游泳基本能力測驗組為：

$$b_{13} = \frac{6.4}{6.53} \times -0.501 = -0.491$$

$$b_8 = \frac{6.4}{3.67} \times -0.294 = -0.513$$

$$b_5 = \frac{6.4}{12.64} \times 0.205 = 0.104$$

$$b_9 = \frac{6.4}{5.11} \times -0.128 = -0.16$$

$$K = 0.491 \times 20.73 + 0.513 \times 20.03 - 0.104 \times 40.87 + 0.16 \times 24.67 \\ = 20.151$$

$$\bar{X}_c = -0.491 X_{13} - 0.513 X_8 + 0.104 X_5 - 0.16 X_9 + 20.151$$

其標準估計誤差為：

$$Sest.xc = 6.4 \times \sqrt{1 - .924} = 1.762$$

伍、分析與討論

一、各組組合測驗之檢討

以威杜法選擇組合測驗項目，為瞭解累加預測項目後之多元相關係數是否具有意義，據以作為選項依據，乃採用凱利 (Kelley, F. J.) 等人所提方法加以檢定，其公式如下 (註 1)：

$$F = \frac{(R^2 f - R^2 r) / (m_1 - m_2)}{(1 - R^2 f) / (N - m_1)}$$

利用 Kelley 等人的公式，將各組累加預測項目所得增加之多元相關係數，逐步進行 F 檢定，結果如表八所示。

表八之 1：身體型態測量組累加預測項目所增加之多元相關係數檢定表

預測項目 ITEM	R 值 R VALU	增加的 R 值 PLUS R	F 值 F VALU	查表值 TABLE	D.F.	人數 N
16	0.7969					
3	0.864	0.0671	25.059	4.012	(1,57)	57
26	0.9011	0.0371	19.504	4.016	(1,56)	56

表八之 2：基本體能測驗組累加預測項目所增加之多元相關係數檢定表

預測項目 ITEM	R 值 R VALU	增加的 R 值 PLUS R	F 值 F VALU	查表值 TABLE	D.F.	人數 N
28	0.7979					
1	0.893	0.0951	45.252	4.012	(1,57)	57
19	0.9172	0.0242	15.454	4.016	(1,56)	56
22	0.9292	0.012	8.922	4.020	(1,55)	55
17	0.9345	0.0053	4.210	4.024	(1,54)	54
10	0.9409	0.0064	5.546	4.028	(1,53)	53
24	0.9463	0.0054	5.070	4.032	(1,52)	52

表八之 3：游泳基本能力測驗組累加預測項目所增加之多元相關係數檢定表

預測項目 ITEM	R 值 R VALU	增加的 R 值 PLUS R	F 值 F VALU	查表值 TABLE	D.F.	人數 N
13	0.904					
6	0.9409	0.0369	33.829	4.012	(1,57)	57
5	0.9556	0.0147	17.980	4.016	(1,56)	56
9	0.9593	0.0037	4.887	4.02	(1,55)	55
12	0.962	0.0027	3.757	4.024	(1,54)	54

由表八得知，身體型態測量組及基本體能測驗組，雖然累加預測項目所增加之多元相關係數檢定之 F 值大於查表值，然而由表五之 1 及表五之 2 得知其 R 值等於 1 或大於 1，顯然已不能再取為預測項目，因此，身體型態測量組選取第 16，3，26 等三項；基本體能測驗組選取第 28，1，19，22，17，10 及 24 等七項；而游泳基本能力測驗組，由表八之 3 得知累加預測項目在第 12 項後，發現檢定之 F 值低於查表值，故捨去第 12 項，祇取第 13，6，5，9 等四項。

二各組測驗項目對競賽游泳運動技能之預測效度檢定

為證實計算所得之迴歸方程式是否能有效的應用，乃將 β 值與多元相關係數進行 R 值檢定，其關係如下（註 2）：

$$R^2_{1(2,3 \dots n)} = \beta_{12,34 \dots n} \gamma_{1,2} + \beta_{13,24 \dots n} \gamma_{1,3} + \dots + \gamma_{1n,23 \dots (n-1)} \gamma_{1,n}$$

本研究之 β 值可由下式表示

$$R^2 c(1,2 \dots n) = \beta_1 \gamma_1 c + \beta_2 \gamma_2 c + \dots + \beta_n \gamma_n c$$

式中 C 為效標， γ 為選中項目與效標之相關係數。今將各組之 γ 值與求出之 β 值代入公式，得：

(一) 身體型態測量組：

$$R^2 c(16,3,26) = (0.797 \times 0.779) + (0.76 \times 0.377) - (0.261 \times 0.34) \\ = 0.819$$

$$Rc(16,3,26) = 0.905$$

由 $R^2 c$ 值得知，本組所選出的測驗項目中有 82 % 可視為效度標準的變異量。

(二)基本體能測驗組：

$$\begin{aligned} R^2 c (28,1,19,22,17,10,24) &= (-0.798 \times -0.539) + (0.76 \times 0.294) \\ &+ (-0.092 \times 0.118) + (-0.643 \times -0.122) \\ &+ (0.27 \times 0.135) + (-0.627 \times -0.203) \\ &+ (-0.087 \times 0.113) = 0.875 \end{aligned}$$

$$Rc (28,1,19,22,17,10,24) = 0.935$$

由 $R^2 c$ 值得知，本組所選出的測驗項目中，有 88 % 可視為效度標準的變異量。

(三)游泳基本能力測驗組：

$$\begin{aligned} R^2 c (13,6,5,9) &= (-0.904 \times -0.501) + (-0.749 \times -0.294) \\ &+ (0.777 \times 0.205) + (-0.717 \times -0.128) \\ &= 0.924 \end{aligned}$$

$$Rc (13,6,5,9) = 0.961$$

由 $R^2 c$ 值得知，本組所選出的測驗項目中，有 92 % 可視為效度標準的變異量。

理論上，計算所得的 $R^2 c$ 值應與表五的 $1 - K^2$ 相等，但是三組計算所得之 $R^2 c$ 值均比表五的 $1 - K^2$ 要大些，這是由於機誤之故，由樣本所得的多元相關係數總比由樣本所在之全體而得的係數要大些，因此，所計算之 R 值必須予以調整，才可對全體中之相關有較佳的估計。校正機誤後之 R 與平常計算出來的 R 間的關係如下：

$$\bar{R}^2 = \frac{(N-1)R^2 - (m-1)}{N-m}$$

將各組相關資料代入上述公式得知：

(一)身體型態測量組之校正後多元相關係數為：

$$\bar{R}^2 = \frac{(59-1)0.819 - (3-1)}{59-3} = 0.813$$

$$\bar{R} = 0.901$$

由於所取樣本相當多，而迴歸方程式中的測驗項目又只有三個，因此 R 值縮減為 0.004 ($0.905 - 0.901 = 0.004$)。

(二)基本體能測驗組之校正後多元相關係數為：

$$\overline{R^2} = \frac{(59-1)0.875 - (7-1)}{(59-7)} = 0.861$$

$$\overline{R} = 0.928$$

本組 R 值縮減為 0.007 (0.935 - 0.928 = 0.007)，同樣也是因為所取樣本多，而方程式中的預測變項只有七項所產生的結果。

(三)游泳基本能力測驗組之校正後多元相關係數為：

$$\overline{R^2} = \frac{(59-1)0.924 - (4-1)}{59-4} = 0.92$$

$$\overline{R} = 0.956$$

同樣因所取樣本多，預測變項少，而發生縮減之 R 很低 (0.961 - 0.956 = 0.005)。然而縮減後之 R^2 值與表五之 $1-K^2$ 值相當，可見各組所計算出來的 β 值正確的。

三應用凱利法檢驗各組所選出測驗項目之組合測驗與基準之複相關

如表九所示。

表九之 1：身體型態測量組

項目	0	16	3	26	
	wt^2				$(Wts)^2$
16	1	0.797	—	0.618	0.362
3	1	0.76	0.618	—	0.289
26	1	0.261	0.362	0.289	—
		1.818	0.98	0.907	0.651
		= S	S ₁	S ₂	S ₃
					3
					= SW ²

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 2.538$$

組合標準差為 (註 3)：

$$\delta_c = \sqrt{3 + 2.538} = 2.35$$

組合測驗的總合與效標的相關為：

$$r_{c \cdot e} = \frac{S}{\delta_c} = \frac{1.818}{2.35} = 0.774 = R$$

F 值爲 (註 4) :

$$F = \frac{R^2 / K}{(1 - R^2) / (N - K - 1)} = \frac{(0.774)^2 / 3}{[1 - (0.774)^2] / 55} = 27.44$$

同 F 之計算值大於查表值 $F_{95}(3, 55) = 2.73$ ，所以 $R = 0.774$ 達顯著水平，此即表示本組所選出的測驗項目與基準的複相關很高。

表九之 2：基本體能測驗組

項目	0	28	1	19	22	17	10	24		
	wt ²								(wts) ²	
28	1	-0.798	-	-0.518	0.166	0.435	-0.086	0.351	0.081	1
1	1	0.76	-0.518	-	-0.245	-0.617	0.188	-0.728	-0.287	1
19	1	-0.092	0.166	-0.245	-	0.225	0.097	0.226	0.1	1
22	1	-0.643	0.435	-0.617	0.225	-	-0.161	0.62	0.141	1
17	1	0.27	-0.086	0.188	0.097	-0.161	-	-0.036	-0.047	1
10	1	-0.627	0.351	-0.728	0.226	0.62	-0.036	-	0.296	1
24	1	-0.087	0.081	-0.287	0.1	0.141	-0.047	0.296	-	1
		-1.217	0.429	-2.207	0.569	0.643	-0.045	0.729	0.284	7
		= S	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	= SW ²

$$S = S_1 + S_2 + \dots + S_7 = 0.402$$

組合標準差爲：

$$\delta_c = \sqrt{7 + 0.402} = 2.721$$

組合測驗的總合與效標的相關爲：

$$r_{cc} = \frac{S}{\delta_c} = \frac{-1.217}{2.721} = -0.447$$

F 值爲：

$$F = \frac{(-0.447)^2 / 7}{[1 - (-0.447)^2] / 51} = 1.82$$

計算所得之 F 值小於查表值 $F(7, 51) = 2.2$ ，顯然以基本體能來預測競賽游泳運動能力，深值得進一步探討。

表九之 3：游泳基本能力測驗組

項目		0	13	6	5	9	
	wt ²						(wts) ²
13	1	-0.904	—	0.592	-0.692	0.675	1
6	1	-0.749	0.592	—	-0.501	0.43	1
5	1	0.777	-0.692	-0.501	—	-0.604	1
9	1	0.717	0.675	0.43	-0.604	—	1
		-1.593	0.575	0.521	-1.797	0.501	4
		S	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	=S _w ²

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = -0.2$$

組合標準差為：

$$\delta_c = \sqrt{4 - 0.2} = 1.95$$

組合測驗的總合與效標的相關為：

$$r_{cc} = \frac{S}{\delta_c} = \frac{-1.593}{1.95} = -0.82$$

F 值為：

$$F = \frac{(-0.82)^2 / 4}{[1 - (-0.82)^2] / 54} = 27.71$$

計算所得之 F 值 27.71 大於查表值 $F_{.95}(4, 54) = 2.59$ ，此即表示本組所選出之預測項目與基準之複相關很高，用以預測游泳運動能力相當有效。

四各組所選出之代表性項目之分析：

(一) 身體形態測量：

身體形態測量項目共計三十項，其中對競賽游泳運動能力表現最具代表性的項目為

前臂圍、前臂長、腸骨上部皮脂厚。就前臂圍結構分析，除了骨骼之外，最主要為肌肉，而其主要肌肉為肱橈肌、旋前圓肌、橈腕屈肌、尺腕屈肌、尺腕伸肌、長短橈腕伸肌等（註5），這些肌肉具有屈肘、伸肘、屈腕、伸腕、內外轉手腕等主要作用。這種作用與競賽游泳運動之各種泳姿之臂部划水動作密切相關。如捷泳手臂划水動作，其推進力大小取決於臂肌力與肩肘腕之配合的綜合表現。況且，肌力來自肌纖維的收縮，欲求良好肌力的表現，必先要有高效率的肌纖維，而肌纖維變粗，直接影響前臂圍的大小，也象徵有效訓練的具體結果和肌力大小的指標（註6），與林正常（註7）研究結果不謀而合。就前臂長而言，其主要結構是橈骨、尺骨、手骨所組成，競賽游泳運動各項泳姿之臂部划水動作最有效的角度是手掌與前臂和水面垂直（註8），因其拉（推）水的截面與划水面積具有相當關連，則其前臂長短與推動面積具有密切關係，與武育勇（註9）研究的論點相符。皮脂厚旨在瞭解營養狀態及評定肥胖度的基準，腸骨上部皮脂厚與競賽游泳運動能力的關係，依照流體力學的分析，為身體在水中的重心之浮力及身體姿勢在水中的體位，其數值影響漂浮及牽引力，符合許樹淵（註10）液體動力學之研究理論以及田古里（註11）之游泳姿勢阻力分析報告。

(二)基本體能測驗：

基本體能乃是一切活動的基本條件，諸如肌力、耐力、速度、瞬發力、敏捷性、協調性、柔軟性等，這些條件之一或者綜合表現，即可構成某一運動能力。依據本研究資料顯示，在二十九項基本體能測驗中，具有代表性項目為水中無氧耐力、握力、脊柱左轉動、十公尺折返跑、舉肩、六十公尺跑及蹲後跳等七項。就水中無氧耐力而言，是顯示身體在乏氧狀態下所表現的一種心肺功能之持久能力，這種能力是受運動神經、生物型態、功能性、新陳代謝等之特性與因素的影響（註12），無論是短距離的五〇公尺或者長距離的一五〇〇公尺之競賽游泳，水中無氧耐力可說具有決定性的影響力，Cureton（註13）McCurdy（註14）等人的研究，也強調此種論點。就握力而言，一般競賽游泳成績是取決於身體維持流線型、減少阻力、增加推進力，而推進力的大小主要因素之一為握力，強而有力的握力，能夠平穩的划水與抓水。就脊柱左轉動而言，乃在保持身體在水中動作時之平衡與穩定，以使呼吸時頭部能保持適當位置，而不致影響兩臂和兩腿動作形式，以免妨礙推進力及產生阻力。就十公尺折返跑而言，它是一種敏捷性的能力表現，與游泳之關係乃在取得出發（起泳）轉身動作的快速及兩臂動作的配合與臂腿動作的結合，也是非常重要的取勝條件之一。就舉肩而言，是使游泳姿勢保持流線型並減少阻力，以擴大動作範圍，增加划水距離，來充分發揮有效動作。就六十公尺跑而言，是在取得動作反應時間，其划動頻率與速度是有密切影響。就蹲後跳而言，是在顯示下肢肌群持續動作的耐力，也是大腿臀肌之肌耐力的一種表現，無論是短距離之速耐力或者中長距離之肌耐力，蹲後跳能力的表現與競賽游泳腿部動作蹬夾水、踢水能力具有密切關係。

(三)游泳基本能力測驗：

本研究中游泳基本能力測驗項目共計十三項，其中最具代表性之項目為20公尺蝶泳臂部動作、20公尺捷泳腿部動作、潛泳及20公尺蛙泳臂部動作。就20公尺蝶泳臂部動作而言，蝶泳時須將頭部及兩臂提臂出水，臂與兩腿下沉較深，支撐重力為各泳姿之冠，而其動作時，雙臂同時壓、划、伸，較其他泳姿消耗體力為大，所以堅強有力的蝶泳臂部動作，愈有利於水中推進力與作用力，捷泳、蛙泳、仰泳的划臂動作之力學原理與蝶泳幾乎相同，故其能力的表現與競賽游泳成績具有高度關係。就20公尺捷泳腿部動作而言，捷泳腿部動作所擔任的角色是推進與穩定及保持體位，快速、有力的腿部動作，將使身體重心浮於水面，並避免腿部、臀部下沉而增加阻力，並幫助帶動及促進臂部動作快速，因此，其動作能力之強弱將直接或間接影響競賽成績。就潛泳而言，潛泳時，由於體角小，不受重力與波浪影響，其潛泳速度，是需要優異的游泳技巧與良好的心肺機能及閉氣能力，所以潛泳成績與競賽游泳成績具有密切的關係。就20公尺蛙泳臂部動作而言，蛙泳的腿部、臂部動作始終是在水中進行，當蹬夾腿或划臂時前進速度突增，向前衝去，當收腿或伸臂時，因受阻力作用，前進速度降低，而其速度形成一種間歇性的增加或減少，消耗大量體力，也降低工作效率，如其臂力堅強有力，則有助於競賽游泳運動能力的提昇。

陸、結 論

本研究以省立體專、新民商工、台中市青少年游泳隊，男選手 40 人，女選手 19 人，合計 59 人為對象，以威杜法 (Wherry-Doolittle method)，從身體形態測量、基本體能測驗、游泳基本能力測驗、競賽游泳技能測驗等四個測驗組七十九項目中，分析構成競賽游泳運動技能的因子，並以分析所得編製多元迴歸方程式，以預測競賽游泳運動技能。所獲資料經統計分析，各測驗組中所選中的因子如下：

一身體形態測量：前臂圍（第十六項）、前臂長（第三項）、腸骨上部皮脂厚（第二十六項）。

二基本體能測驗：水中無氧耐力（第二十八項）、握力（第一項）、脊柱左轉動（第十九項）、十公尺折返跑（第二十二項）、舉肩（第十七項）、六十公尺跑（第十項）、蹲後跳（第二十四項）。

三游泳基本能力測驗：二十公尺蝶泳臂部動作（第十三項）、二十公尺捷泳腿部動作（第六項）、潛泳（第五項）、二十公尺蛙泳臂部動作（第九項）。

又得多元迴歸方程式如下：

一身體形態測量： $Z_c = 0.779 Z_{16} + 0.377 Z_3 - 0.340 Z_{26}$

二基本體能測驗： $Z_c = -0.539 Z_{28} + 0.294 Z_1 + 0.118 Z_{19} - 0.122 Z_{22}$
 $+ 0.135 Z_{17} - 0.203 Z_{10} + 0.113 Z_{24}$

三游泳基本能力測驗： $Z_c = -0.501 Z_{13} - 0.294 Z_6 + 0.205 Z_5 - 0.128 Z_9$

身體形態測量所選出之代表性因子對競賽游泳運動能力的重要價值、意義、影響為：

一前臂圍：其數值大小象徵有效訓練的具體結果和肌力大小的指標，對臂部划水動作具有相當作用。

二前臂長：其長短對臂部拉（推）水的截面與划水面積具有效益。

三腸骨上部皮脂厚：其數值大小對身體在水中之重心、浮力、體位等之漂浮及牽引力具有流體力學的功能。

基本體能測驗所選出之代表性因子對競賽游泳運動能力的主要價值、意義、影響為：

一水中無氧耐力：是顯示身體在乏氧狀態下所表現的一種心肺功能之持久能力，對競賽成績具有相當之影響。

二握力：對各式游泳臂部動作之平穩划水、抓水具有推進力之功能。

三脊柱左轉動：對保持身體在水中動作之平衡與穩定具有價值。

四十公尺折返跑：對出發（起泳）、轉身、兩臂動作的配合與臂腿動作的結合等具有密切作用。

五舉肩：對泳姿保持流線型並減少阻力，擴大動作範圍，增加划水距離，具有影響。

六六十公尺跑：對臂腿動作之划動頻率與速度具有密切關係。

七蹲後跳：對腿部動作之蹬夾水與踢水能力具有密切影響。

游泳基本能力測驗所選出之代表性因子對競賽游泳運動能力的主要價值、意義，影響為：

一20公尺蝶泳臂部動作：蝶泳時須提臂出水，臀部與兩腿下沉較深，支撐重力為各泳姿之冠，同時雙臂之壓、划、伸較其他泳姿消耗體力為大，故其能力的表現，具有相當的意義。

二20公尺捷泳腿部動作：對推進、穩定及保持體位並避免腿部、臀部下沉等具有良性的作用。

三潛泳，其能力具有顯示優異的游泳技巧、良好的心肺機能及閉氣能力。

四20公尺蛙泳臂部動作：其能力有助於泳力的提昇及對其他泳姿臂部動作的助益。

註：

1.Kelley, F. J. :“ Research design in the behavior science. multiple regression approach ” South Illinois University Press, Feffer and Simons Inc. P68 - 69, 1968.

2.Garrett, H. E. :“ Statistics in psychology and education ” , New York :David McKay :P419, 1966.

3.楊基榮：體育測驗與統計，正中書局；民國六十年；P.P.627 - 629 .

4.林清山：心理與教育統計學，東華書局；民國六十七年；P. 119.

5.許樹淵：人體運動力學，協進圖書有限公司印行；民國七十三年十二月；P. 227.

6.體育大辭典：台灣商務印書館發行；民國七十三年五月；P. 184.

7.林正常：運動醫學，國立編譯館出版；民國六十年十月；P. 399.

8.武育勇：游泳的研究，國立台灣師範大學體育學會發行；民國五十八年四月，P.P.36 - 37 .

9.同註8；P.P.9 - 14 .

10.許樹淵：運動技術指導原理，協進圖書有限公司印行；民國七十五年六月；P.P.704 - 707 .

11.張義恒等人：「游泳教練赴日進修報告」，體育與運動第 63 期，中華民國體育協進會，民國七十八年十月；P.P.89 - 90 .

12.陳金銘：「國家級拳擊教練赴西德進修心得」，體育與運動第 64 期，中華民國體育協進會；民國七十八年十二月，P. 63 .

13.Cureton, T. K. :“ A test for endurance in speed swimming ” Research Quarterly 1935.

14.McCurdy, J. H. & L. A. Larson. :“ The validity of circulatory respiratory measures as an index of endurance condition in swimming, ” Research Quarterly, 1940.