

## 捷式負重衣設計及其對 25 公尺游泳運動表現之影響 Effects of a new front crawl resistance training vest on 25M swimming performance

<sup>1</sup>陳福君 Fu-Chun Chen <sup>2</sup>許瓊云 Chiung-Yun Hsu <sup>1</sup>劉 強 Chiang Liu\*

<sup>1</sup>臺北市立大學 運動器材科技研究所 Graduate Institute of Sports Equipment Technology, University of Taipei\*

<sup>2</sup>臺北市立大學 水上運動學系 Department of Aquatics, University of Taipei

投稿日期：2014 年 12 月；通過日期：2015 年 03 月

### 摘 要

**前言：**本研究目的在於設計捷式負重衣，並探討游泳時穿著負重衣是否對游泳選手的划幅、划頻及速度有所影響。**方法：**以臺北市立大學水上運動學系十名游泳專長選手為對象，隨機分別進行有、無穿著捷式負重衣之測驗，負重衣重量為每位選手體重的 5%，每種測驗各進行兩趟，每趟 25 公尺的全力捷泳；並使用 EXILIM EX-F1 高速攝影機(300Hz)，分別於前段(出發至 7 公尺)、中段(8 至 16 公尺)、後段(17 至 25 公尺)進行拍攝，以 Siliconcoach 動作分析系統分析三段之划幅、划頻和速度。**結果：**發現在 17 至 25 公尺後段的划頻及速度，穿著負重衣顯著慢於無穿著負重衣( $p < .05$ )，且有穿著捷式負重衣的 25 公尺游泳總時間顯著慢於無穿著負重衣( $p < .05$ )，顯示負重衣使划頻及速度變慢。**結論：**穿著捷式負重衣會降低 25 公尺捷泳後段之划頻與速度，並增加 25 公尺捷泳總時間，具有負重效果。未來可做為捷泳阻力訓練之用，以促進肌力及短暫爆發力。

**關鍵字：**阻力、划頻、划幅

### 壹、緒論

游泳是人類從遠古時代便學會的技能之一，它曾被利用於戰爭中。在 9000 年前，發現游泳者之游泳動作的壁畫，但我國游泳運動史料極少，有文字記載始於春秋時代。與西方相比，東方游泳尚有極大的發展空間。學者陳全壽(2014)年提到，即使有再完整的培育過程，最終在表現上，亦是會受到遺傳及環境因素的影響而有所差異。近幾年，東方人在游泳訓練上，雖有追上的趨勢，但礙於人種的差異性及經驗，相較之下還需進一步加以探討。在游泳運動器材上，國內並未像歐洲發展如此快速，因此本研究希望能夠提出增進游泳運動表現成績的輔具，使國內游泳技術發展更加完善。而在 2015 體適能趨勢排行前幾名中，包含肌力訓練在內等不同的體能訓練，可以增進肌力、肌耐力、心肺適能等能力，進而強化生活中的活動能力(侯彥竹、相子元，2014)。但在目前國內游泳運動發展中，游泳器材上並無水中阻力訓練器材，故設計捷式游泳負重衣，增加阻力負荷來訓練肌肉，可以增進運動員的特定肌群，但對游泳選手來說，重量訓練若無適當放鬆，肌肉的僵硬程度上升，可能會導致游泳成

績下滑。

水中前進所受之阻力可分為摩擦阻力、形狀阻力、波浪阻力(李靜雯, 2004; 府佩瑄, 1996; 許樹淵, 1997; 雲春萍, 2003)。在泳衣上進行負重，使泳衣達到變形效果，便形成形狀阻力，與游泳者在水中前進時身體迎水的形狀有關。此研究之捷泳負重衣達到負重及變形的效果並且增進阻力。重量訓練主要作用在於提升肌力；運用此想法，在水中增加負重游泳，增加肌群上的訓練，且在游泳領域上，並無水中負重器材，故設計捷式負重衣。Nigg (1983) 指出游泳的推進主要是藉由上肢的划手與下肢的踢腳，故追求游泳速度進步，必須注重划頻及划幅。學者 Maglischo(2003)亦利用划幅以及划頻來分析選手的游泳速度。Grimson 和 Hay (1986) 指出游泳選手的划頻及划幅對游泳比賽最後成績有最大的影響(速度=划幅×划頻)，突顯出負重帶來的效果是增加肌力，但在負重時是否對划頻及划幅有幫助，值得進一步探討。因此，本研究針對划頻及划幅等游泳表現為指標，研究目的旨在比較有無穿著捷式游泳負重衣，對游泳選手捷泳 25 公尺過程中，前

\*通訊作者：劉強 Email: chiangliu1974@yahoo.com.tw

段(出發至 7 公尺)、中段(8 至 16 公尺)、後段(17 至 25 公尺)之划幅、划頻、速度之差異。

## 貳、方法

### 一、負重衣設計

本研究負重衣設計是依據捷泳時主要肌群進行設計，捷泳時主要使用的肌群分別為胸大肌、肱二頭肌、肱三頭肌、大圓肌、三角肌(背部)等。本研究認為若將負重效果加置於肱二頭及肱三頭，其划手動作可能會受影響，導致划幅變化甚大；另外，大圓肌及三角肌為背部肌群，為避免該肌群有過重的負重，而導致身體下沉，故將負重效果設計於胸大肌及腹直肌(設計於腹直肌原因：此為人體的質心位置，較不會使游泳動作改變)；並利用魔鬼氈將防水鉛塊固定至負重衣，以方便拆取，負重衣之設計圖如圖一所示。



圖一、負重衣及加重鉛塊

### 二、研究對象

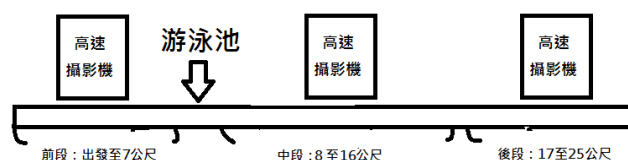
本研究是以 10 名臺北市立大學水上運動學系游泳專長選手為受試者(男生 5 名、女生 5 名)，年齡： $20 \pm 1.7$  歲，身高  $170.4 \pm 11.3$  公分，體重  $65.6 \pm 8.8$  公斤，泳齡： $12.1 \pm 2.8$  年，25 公尺捷泳歷年最佳成績平均為  $14.69 \pm 2.0$  秒。

### 三、實驗設計

本實驗設計請 10 名受試者隨機分別進行有、無穿著負重衣進行 25 公尺捷泳衝刺；每位選手在穿著負重衣時，負重重量為身體體重的 5%，並將 5% 負重重量平均放置於胸大肌及腹直肌兩側(共四處)。有、無穿著捷式負重衣各測試 2 次取平均值，次與次之間給予

十分鐘休息時間，以避免疲勞影響研究結果。短距離中，出發動作的好壞會造成秒數之差異，而不同的出發方式所需的時間亦不相同，且因選手本身習慣不同，導致動作上有所差異(葉俞辰、徐敬亭、何維華，2012；李建勳、陳羿揚、涂瑞洪，2001；Maglischo, 1994)。故本研究限制受試者以踩地動作出發，避免受試者在前段出發動作不一致。

實驗儀器架設，分別於前段(出發至 7 公尺)、中段(8 至 16 公尺)、後段(17 至 25 公尺)，架設 3 臺 EXILIM EX-F1 高速攝影機進行拍攝(300 張/秒)，每臺攝影機離池邊五公尺，第一臺攝影機置於 3.5 公尺處，第二臺置於 12.5 公尺，第三臺置於 21 公尺，實驗場地如圖二所示。



圖二、實驗場地圖

將受試者雙手黏貼白色膠帶，將第一次右手手指末端入水為第一點，到下次右手手指末端入水為第二點為一個划手週期，每一個分段取出一個划手週期，用以分析每個分段的划幅(公尺/次)、划頻(次/秒)及速度(公尺/秒)，受試者裝備如圖三所示。



圖三、受試者穿著負重衣

### 四、資料處理

使用 Siliconcoah 動作分析軟體，分析 25 公尺捷

泳前段(出發至 7 公尺)、中段(9 至 16 公尺)、後段(17 至 25 公尺)，各分段之單次划手週期，分析出划頻(次/秒)、划幅(公尺/次)及速度(公尺/秒)。

### 五、統計分析

本研究以統計套裝軟體 SPSS 12.0 進行所有數據統計分析，以成對樣本 T 檢定比較有、無穿著負重衣，在各分段下划幅、划頻和速度之差異。所有顯著水準

均訂為  $\alpha = 0.05$ 。

### 參、結果與討論

本研究使用 Siliconcoach 進行划幅與划頻及速度之分析，有、無穿著負重衣各分段的划頻(次/秒)、划幅(公尺/次)及速度(公尺/秒)平均值，如表一所示。

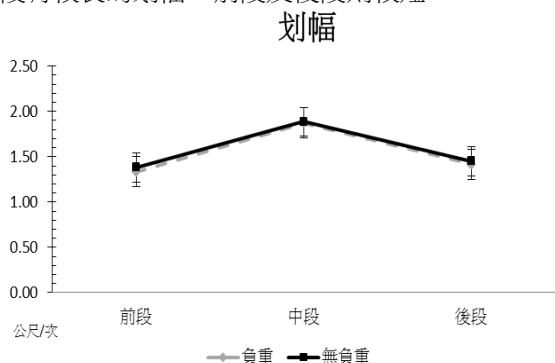
表一、25 公尺捷泳有無負重之分段划幅、划頻、速度與總成績平均值

分段	前段			中段			後段			25m
組別	划幅 (公尺/次)	划頻 (次/秒)	速度 (公尺/秒)	划幅 (公尺/次)	划頻 (次/秒)	速度 (公尺/秒)	划幅 (公尺/次)	划頻 (次/秒)	速度 (公尺/秒)	總秒數
有負重	1.33±0.16	0.94±0.11	1.2±0.14	1.87±0.21	0.91±0.08	1.7±0.2	1.42±0.14	0.85±0.09	1.2±0.12	17.01±2.14
無負重	1.38±0.23	1.02±0.13	1.35±0.27	1.89±0.2	0.92±0.1	1.74±0.18	1.45±0.12	0.88±0.1*	1.27±0.11*	16.22±2.05*

\*( $p < .05$ )

#### 一、捷式負重衣對划幅之影響

有、無穿著負重衣，其分段划幅(公尺/次)的平均數據，有相同趨勢，如圖四所示。各分段皆無顯著差異，說明在短距離 25 公尺下穿著體重 5% 的負重並不會導致游泳划幅(公尺/次)變短，而在有、無負重下，中段有較長的划幅，前段及後段則較短。

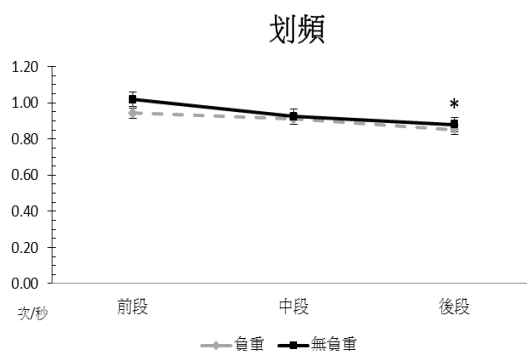


圖四、有無穿著負重衣之划幅比較

#### 二、捷式負重衣對划頻之影響

有無穿著負重衣，分段划頻(次/秒)的平均數據，雖趨勢接近相同，但僅於後段達顯著差異( $p < .05$ )，如圖五所示。說明短距離 25 公尺下，穿著體重 5% 的負重，會造成划頻改變。

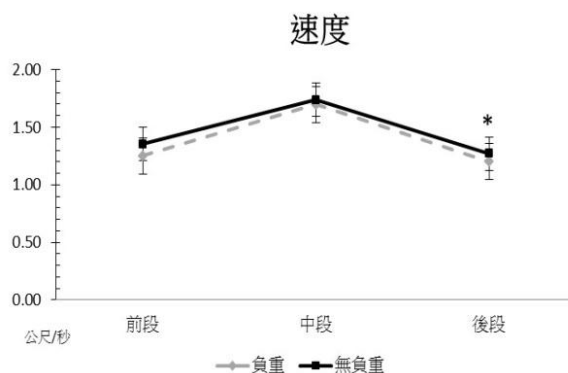
段的速度差異並無後段大，而後段划頻變慢而造成速度的改變，使划幅不變的情況下，划頻變慢，並造成總時間增加。



圖五、有無穿著負重衣之划頻比較

#### 三、捷式負重衣對速度之影響

本實驗中的速度(公尺/秒)為游泳前進速度，取各分段單一週期前進速度。結果顯示，有、無穿著負重衣在各分段的速度(公尺/秒)變化趨勢相似，但在後段有顯著差異( $p < .05$ )，如圖六所示。由此說明在前和中



圖六、有無穿著負重衣之速度比較

綜合上述實驗結果，負重衣可以帶來預期效果。有、無穿著負重衣之划幅無差異下，說明捷泳划手動

作並不會因負重效果，導致划幅動作改變，但此條件只限於游泳專業選手，如一般游泳初階學習者，游泳划手技術尚未成熟，而在有負重效果上，會形成過度使用手部肌肉，造成動作變形，所以在負重效果的使用對象上，游泳專業選手使用上，能較發揮負重衣效果。

學者 Somadeep(1992)、Arellano(1994)、Toussaint, Kranenborg 與 Truijens(2006) 和 Longo, Scurati, Michielon 與 Invernizzi(2008)等皆認為划幅與速度間有顯著相關，而本研究認為游泳短距離上划幅的微小改變；Pai、Hai 和 Wilson(1984)研究指出在比賽出發後，游泳速度和划頻隨著距離逐漸增快。本研究在後段時，在划幅不變的情況下，因划頻變慢，造成速度變慢。學者 Maglischo(2003)指出，疲勞會使選手划頻及划幅降低導致速度下降。而本研究中，穿著捷式負重衣測試中，雖在前至中段划頻呈上升趨勢，但因划手肌力疲乏，而造成後段划頻降低，證實負重衣影響受試者之划頻變化在中後段；所以，本研究認為在訓練游泳選手時，可利用負重衣此優點，為游泳選手增加短距離中後段加速訓練。

根據多位學者分析，較快的划頻會形成較大的阻力，又因划頻與能量消耗呈正相關，故在穩定的划頻下更需要較長的划幅來維持速度(王甯、劉有德，2007；Pelayo, Sidney, Kherif, Chollet&Tourny, 2001)，而穿著負重衣時，划頻有變慢的趨勢，說明選手穿著負重衣會導致能量消耗，更有學者陳福財(2006)指出即使選手在划頻過快情況下，會影響划幅，也會影響終點衝刺的速度，所以在負重情況下會間接影響到後段速度，但有、無負重對後段之划幅並無太大差異，因此在穿著負重衣情況下，划頻為影響後段速度的原因。

由於加速度取決於肌力與質量的提升；肌力與質量的比值可直接反映運動員加速身體能力。在訓練後運動員增加 15% 身體質量，但只增加 10% 力量，而肌力與質量之比值和運動員加速的能力下降有關(肌力與體能訓練)，所以推測在穿著捷式負重衣經過長時間訓練下，能增加運動員的質量，促使運動員必須使用更多力量來完成訓練，即使在脫下負重衣後，訓練出的肌力不會因此減少，進而提升加速能力，因此可作為訓練選手之划手肌力及爆發力。最後，本研究之研究限制必須明確說明：(一)因目前無水中負重訓練，僅將每位的負重重量訂為身體體重的 5%。

## 肆、結論與建議

本研究宗旨在設計捷式負重衣，並進一步探討穿著負重衣對 25 公尺划幅、划頻及速度之影響，結果發現穿著捷式負重衣游泳總時間顯著慢於無穿著負重衣，且穿著負重衣在 17 至 25 公尺划頻顯著慢於無穿著負重衣。本研究認為捷泳選手在穿著負重衣，因負重效果而使划頻變慢，此可能為肌肉產生疲勞現象所致。本研究認為在長時間使用負重衣的情況下，可做為提升肌力及短暫爆發力訓練之用。本研究只使用體重的 5% 為負重，建議使用不同百分比之負重進行長期訓練，比較前、後測之差異，亦可得到不同負重下之效用，而在本研究目前僅針對捷泳進行設計，往後可對捷泳以外的動作加以探討。(本研究為行政院國家科學委員會補助大專學生參與專題研究計畫 NSC 99-2815-C-154-001-H 之成果，特此感謝)

## 伍、參考文獻

- 王甯、劉有德(2007)。從動作協條探討提昇游泳速度之要素。《中華體育季刊》，21(3)，135-142。
- 李建勳、陳羿揚、涂瑞洪(2012)。蹺泳不同出發動作動力學分析。《華人運動生物力學期刊》，(7)，84-87。
- 李靜雯(2004)。淺談游泳的生物力學概念以及減少前進阻力的動作技巧。《學校體育》，14(3)，33-38。
- 府佩琯(1996)。運動科學在游泳方面的運動。《國民體育季刊》，15(2)，38-42。
- 林大豐、方進隆(1990)。身體負重運動之生理反應與應用。《中華體育季刊》，4(1)，67-73。
- 侯彥竹、相子元(2014)。從 2015 年全球體適能調查探討未來趨勢。《運動表現期刊》，1(2)，33-37。
- 許樹淵(1997)。《運動生物力學》。臺北市：合記。
- 陳全壽(2014)。追求卓越的運動表現。《運動表現期刊》，1(1)，1-5。
- 陳福財(2006)。不同年齡層 100 公尺自由式選手泳速之分析。《運動教練科學》，7，129-138。
- 雲春萍(2003)。從動力學的觀點探究影響蝶泳成績表現之因素。《中華體育季刊》，17(1)，49-56。
- 葉俞辰、徐敬亭、何維華(2012)。競速游泳擺臂式與抓臺式出發於膝關節角度及出發距離之研究。《華人運動生物力學期刊》，(7)，88-92。
- 臺灣運動生理暨體能學會(2004)。肌力與質量之比。《肌力與體能訓練》，41。
- Arellano, R., & Brown, P. (1994). Analysis of 50-, 100-,

- and 200-m Freestyle Swimmers at the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics*, 10, 189-199.
- Grimston, S. K., & Hay, J. G. (1986). Relationships among anthropometric and stroking characteristics of college swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18(1), 60-68.
- Longo, S., Scurati, R., Michielon, G., & Invernizzi, P. L. (2008). Correlation between two propulsion efficiency indices in front crawl swimming. *Sport sciences for health*, 4(3), 65-71.
- Maglischo, E. W. (1994). *Swimming even fastest*. Toronto: Mayfield.
- Maglischo, E. W. (2003). *Swimming fastest*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Nigg, B. (1983). Selected methodology in biomechanics with respect to swimming. *Biomechanics and medicine in swimming*, 72-80.
- Pai, Y. C., Hay, J. G., & Wilson, B. D. (1984). Stroking techniques of elite swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 2(3), 225-239.
- Toussaint, H., Carol, A., Kranenborg, H., & Truijens, M. (2006). Effect of fatigue on stroking characteristics in an arms-only 100-m front-crawl race. *Medicine Science Sports Exercise*, 38(9), 1635-42.