

輕艇競速加拿大式划槳動作技術分析

賈俊瀚¹ 張立羣²

¹國立臺灣體育運動大學體育學系 ²國立臺灣體育運動大學競技運動學系

摘要

輕艇競速為奧林匹克運動會正式比賽項目，包括愛斯基摩式與加拿大式兩種船型，比賽過程中運動員要重複相同的划槳動作通過終點，為典型的週期性運動項目。輕艇前進速度是比賽獲勝之關鍵因素，由每次划槳位移與划槳時間所決定。加拿大式艇採用單腳高跪姿勢划艇，在單側邊划槳和控制行進方向，動作技術的難度相當高，划槳動作分為入水階段、拉槳階段、操向階段、出水階段和恢復階段等五個階段，其動作核心是透過身體軀幹的屈伸和旋轉用力，帶動上肢來完成。本文以文獻回顧方法，探討影響輕艇競速成績生物力學因素以及加拿大式划槳動作的技術與常見錯誤，以提供給教練與運動員在技術訓練上的參考與應用。

關鍵詞：水上運動、生物力學、速度

壹、前言

輕艇競速 (Canoe sprint) 運動員在船艇上握槳划水，以最短的時間通過一段清楚且無障礙的航道為目標，是一項以體能為主導，對技術有高度要求的水上競技運動 (尹小光、王衛呈、張小虎，2010)。1936 年成為奧林匹克運動會正式比賽項目，在 2012 年倫敦奧運會共有 12 個競賽項目，包括愛斯基摩艇 (Kayak，簡稱 K 艇) 與加拿大式艇 (Canoe，簡稱 C 艇) 這兩種船型，男子有 8 個項目，分別為男子 1000 公尺愛斯基摩艇四人 (K4)、雙人 (K2) 和單人 (K1)，1000 公尺加拿大式艇雙人 (C2) 和單人 (C1)，200 公尺愛斯基摩艇雙人、單人和加拿大式艇單人，女子有 4 個項目分別為 500 公尺愛斯基摩艇四人、雙人和單人，200 公尺愛斯基摩艇單人。

這兩種船型的划槳動作有很大差異，愛斯基摩艇採用坐姿划艇，利用雙邊槳葉的槳划行前進，艇上有舵可以控制輕艇移動方向。而加拿大式艇採用單腳高跪姿勢划艇，利用單邊槳葉的槳划行前進，艇上無舵，行進時須使用槳來控制方向 (張正忠，2006)。由於加拿大式艇採用單腳高跪姿勢的划槳動作，使得身體重心較高，在加上僅在單側邊划槳和控制輕艇行進方向，屬於動作技術難度很高的奧運競賽項目。然而有關加拿大式艇划槳動作的研究相對於愛斯基摩艇少很多，因此本文透過搜尋輕艇競速專業書籍、學術期刊與研討會論文，以文獻回顧方法探討加拿大式艇的划槳動作技術，提供教練和運動員在技術訓練上的參考與應用。

貳、影響輕艇競速成績的生物力學因素

輕艇競速運動以最短時間內完成比賽距離的運動員為優勝者，輕艇行進的速度是獲勝之關鍵因素，比賽過程中運動員要重複相同的划槳動作通過終點，為典型的週期性運動項目。為了維持輕艇高速度前進，每個划槳動作都是關鍵，因此提高划槳動作的效率，是運動員所追求的目標。McDonnell, Hume, and Nolte (2013) 以速度方程式 (速度=位移/時間) 為基礎，提出影響輕艇速度的決定性模式 (Deterministic model)，如圖 1。輕艇比賽時間受到全程平均輕艇速度的影響，輕艇速度越快，則比賽時間越短。而全程平均輕艇速度由每次划槳平均輕艇速度與划槳次數所決定。一個完整的划槳動作從槳葉接觸水開始到槳葉再一次接觸水，稱為一個划槳週期。隨著比賽距離的增加，划槳次數也會增加，但輕艇速度則降低 (表 1 和表 2)，每次划

槳平均輕艇速度是由每次划槳位移與划槳時間所決定。

一、划槳位移

划槳位移為完成一次划槳週期動作過程中輕艇所行進的位移，可再細分為槳葉在水中階段位移及空中階段位移兩個部分。在 K 艇的研究發現划槳位移和輕艇速度並無顯著相關 (Mcdonnell et al., 2013)。

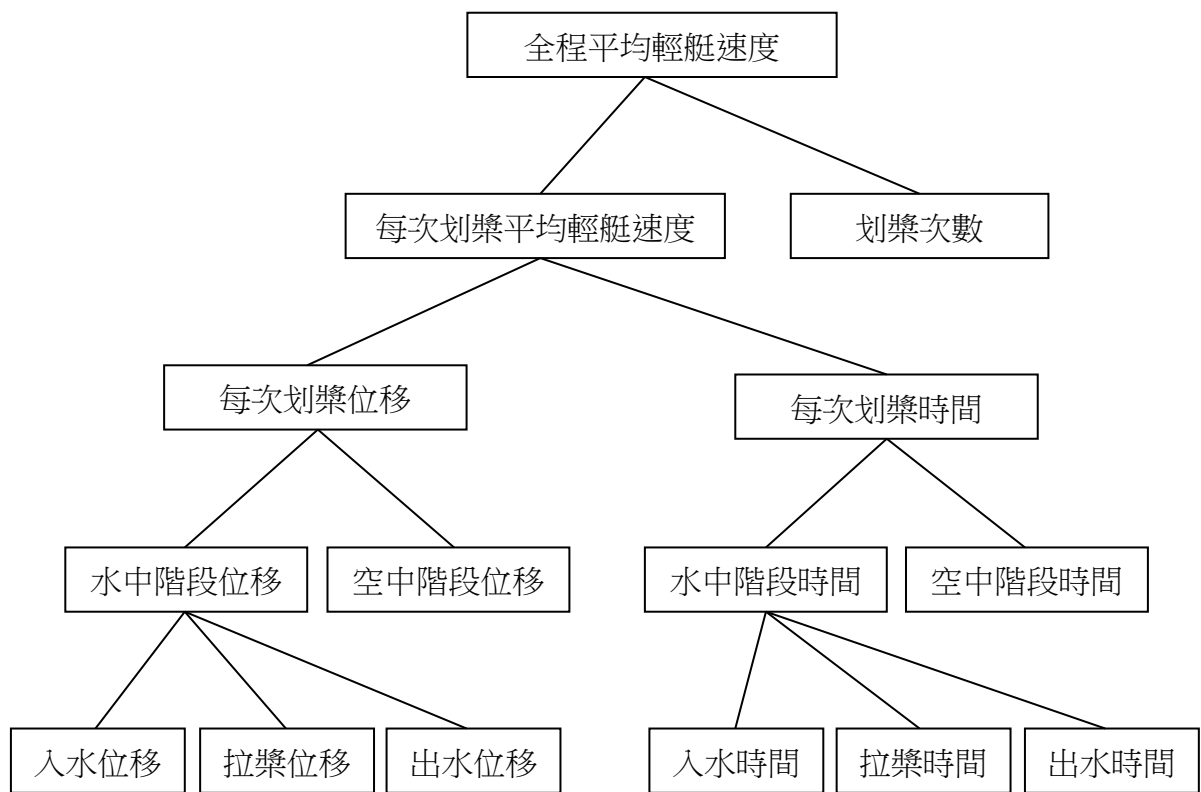


圖 1 影響輕艇速度的決定性模式 (Mcdonnell et al., 2013)

表 1 加拿大式艇在不同比賽距離的世界最佳成績與輕艇速度(至 2014 年止)

項目	世界最佳成績	輕艇速度
200 公尺	38.137 秒	5.24m/s
500 公尺	104.614 秒	4.73m/s
1000 公尺	224.578 秒	4.45m/s

資料來源： International Canoe Federation (2014)

表 2 加拿大式艇在不同比賽距離的輕艇速度比較 (平均數± 標準差)

	200 公尺	500 公尺	1000 公尺
最高速度(m/s)	6.1±0.2	5.9±0.2	5.4±0.1
最低速度(m/s)	3.9±0.1	3.9±0.1	3.0±0.1

資料來源： Frantisek, Tomas, Lucie, Martin, and Jan (2011)

(一) 水中階段位移

水中階段位移為槳葉在水中時輕艇行進的位移，水中階段位移可再分為入水位移、拉槳位移和出水位移。李曉浦、魏文儀、裘藝 (2006) 研究指出依照運動員個人特點，合理的搭配划槳位移與划槳頻率，可充分提高划槳位移。劉慧泉、何國民、汪福寧、許梧雄 (1994) 研究划槳位移、划槳頻率與比賽成績的相關性發現，划槳位移對比賽成績的影響相較於划槳頻率更為重要。而多數的優秀輕艇競速運動員在槳葉入水時的水中階段位移會比一般的運動員來的長 (Kendal & Sanders, 1992)。其槳葉在水中階段時間則較短 (Baker, Rath, Sanders, & Kelly, 1999)。要產生高效率的划槳位移，必需奠定在穩定的拉槳位移基礎，並控制輕艇穩定前進方向，盡量減少槳葉在空中位移與空中時間，可以提高划槳頻率，使輕艇在高速行進中不間斷給予新的推進力 (嚴本發，1995)。

(二) 空中階段位移

空中階段位移為槳葉離開水面至下一次槳葉接觸水的過程中輕艇行進的位移。此階段槳葉在空中移動，輕艇處於滑行前進，其槳葉划離水面瞬間的輕艇行進速度與流體阻力將影響其位移的大小。

二、划槳時間

划槳時間為一個划槳週期所花費的時間，一般較常使用划槳頻率 (stroke rate) 一詞，划槳頻率和划槳時間是呈反比關係 (划槳頻率=1/划槳時間)，以每分鐘划槳次數來表示其槳頻快慢。划槳時間可再細分成水中階段時間與空中階段時間，加拿大式艇 500 公尺的划槳時間為 0.789 秒，划槳頻率為 76 槳/分 (余克望，1991)。在 K 艇的研究發現划槳頻率和輕艇速度達顯著相關 (Mcdonnell et al., 2013; Brown, Lauder, & Dyson, 2011; Mononen & Viitasalo, 1995)。由於加拿大式艇採單邊划槳，節奏比較鮮明，在一個划槳週期循環中各階段的相對時間決定了划槳節奏。划槳節奏是運動員在一個划槳週期循環中各個階段的時間與總時間的比例關係，每位運動員都有自己獨特的划槳節奏 (曹春梅、王春才、季林紅、王子羲、陳小平，2007)。運動員的最高槳頻應該是運動員的最佳槳頻，超過最佳槳頻不僅無效，而且會降低輕艇速度 (尹小光等，2010)。

表 3 第 23 屆奧林匹克運動會輕艇加拿大式艇的划槳槳頻(划槳次數/分鐘)

項目	最高槳頻	途中划槳頻
500 公尺	76	70
1000 公尺	68	56

資料來源：余克望 (1991)

(一) 水中階段時間

水中階段時間為槳葉在水中所花費的時間，可再細分為入水時間、拉槳時間、出水時間等三個時間。通常有兩種方式呈現水中階段時間，絕對水中階段時間(時間以秒表示)和相對水中階段時間(以佔一個划槳週期的百分比表示)。在水中階段，從槳葉在入水後到與水面呈垂直位置期間為划槳最佳效率 (Sanders & Kendal, 1992)。當槳葉處於和水面呈垂直位置時，划槳施加的力量將有助於輕艇的水平推進 (Michael, Smith, & Rooney, 2009)。Brown et al. (2011) 指出划槳最佳表現是較短的絕對水中階段時間和較長的相對水中階段時間的結合。因此，有效的划槳將快速地達到最佳位置，並盡可能維持一段時間 (Mann & Kearney, 1980; Plagenhoef, 1979; Sanders & Kendal, 1992)。

(二) 空中階段時間

空中階段也稱為恢復階段 (Recovery phase)，划槳入水結束後槳葉離開水面到槳葉再次入水前為空中階段時間。此階段是運動員的恢復階段，要盡可能在此時期得到放鬆。Baker et al. (1999) 指出提高划槳頻率需要透過降低空中階段時間，且不能縮短拉槳時間來獲得。

參、加拿大式艇划槳動作的技術

輕艇競速為週期性運動，每一次划槳動作的效率將影響輕艇行進速度，加拿大式艇的艇身長且窄，其長寬比為 7:1，運動員雙手握槳划水，單跪腿立於艇上，另一腿做前支撐來完成划槳動作，人、艇、槳始終不停地相對運動 (曹春梅等，2007)。划槳的基本原理是透過運動員的划槳動作將力量從槳傳遞給艇 (于文亭，1993)，運動員的划槳力量是划艇前進的主要動力，划槳力量的大小、槳入水角度、出水角度的合理性是影響輕艇速度的主要因

素，同時，槳在輕艇左右方向偏轉的角度也會對輕艇速度造成一定的影響(曹春梅等，2007)。高效率的划槳動作運動員必須使划槳動作保持一個最佳循環(余克望，1991)。划槳動作的核心是軀幹透過屈、伸和旋轉用力，帶動上肢完成划艇動作，優秀運動員的划槳動作以軀幹的轉為主、以抬為輔、靜動結合的划槳技術(徐菊生、彭宗平、王晴晴、王萍，2007)。上肢需要保持各肢體正確的姿勢和調節槳葉角度，並充分向前伸展，增加划艇距離(徐菊生等，2007)。由於在划槳時，槳並無支撐點，因此其運動路線不受限制，完成划槳的方法很多。然而要形成正確有效的划槳技術還應符合人體解剖學、生物力學及生物學的原理(于文亭，1993)。有效的划槳動作最基本要求是能將輕艇平穩地推進向前，不產生顛頗，以及有力地軀幹旋轉和手臂運動，並且還要使槳葉入水有力，出水迅速(于文亭，1993)。

正確的跪姿可以使運動員在艇內保持良好的穩定性，在跪姿的前腳稱為支撐腿，而後腳則稱為跪腿，通常支撐腿、跪腿的膝蓋與腳這三個點，必須穩定的放在一個鈍角三角型的一個頂點上，以確保運動員在不穩定的輕艇上將划槳技術動作完整的發揮(徐菊生等，2007)。支撐腿的大腿與小腿夾角約為 100 度(于文亭，1993)。由於下肢主要扮演為支撐作用，透過其小幅度膝關節運動促進骨盆積極前傾、後傾和旋轉，為軀幹的屈伸和旋轉創造有利條件(徐菊生等，2007)。除了下肢推蹬保持輕艇穩定外，而身體穩定平衡也是划槳時槳葉入水點的動力鏈關鍵(李佳怡、何維華、劉德智、戴憲維，2003)。目前加拿大式艇划槳技術可分為髖關節不動與髖關節轉動技術，這兩種髖關節技術類型基本原則是使輕艇平穩地向前推進，沒有或幾乎沒有前後左右的波動和搖晃(徐菊生等，2007)。完整划槳動作可分為入水階段、拉槳階段、操向階段、出水階段、恢復階段等五個階段(徐菊生等，2007)。本文是以右側划槳動作為例，分別敘述各階段划槳動作技術與常見錯誤。

一、入水階段

入水階段為槳葉前端碰觸水面至整個槳葉浸在水中(Lenz, 2011)，此階段極為重要，為力量傳遞的一部分。槳葉入水前離水面高度大約為 20-30 公分(余克望，1991)，其槳葉入水角度的範圍在 50-80 度之間(Lenz, 2011)，見圖 2。槳葉入水角度太小或太大都將影響划槳推進力表現(徐菊生等，2007；于文亭，1993)。在入水階段前身體需要一個有力、連貫和有節奏的

運動作為基礎，進而加速槳葉靠近輕艇，沿著艇身平行的向前伸出，軀幹前傾與肩膀旋轉，使槳葉和水平面成一個 80 度的夾角 (Rottenbacher, Mimmi, & Ramponi, 2011)，此時身體背部面向划槳入水那一側，兩手臂伸直，抬高推槳臂的肘關節，拉槳肩向前，推槳臂向後移動，並位在頭部上方 (徐菊生等，2007)。若此階段運動員身體重量落在支撐腿上將使船頭下壓減少輕艇行進速度，造成船頭起伏 (徐菊生等，2007；許四海等，1996；于文亭，1993)。此外，槳葉入水時無力、不穩、不快或濺水花，也會降低輕艇速度 (徐菊生等，2007；許四海等，1996)。

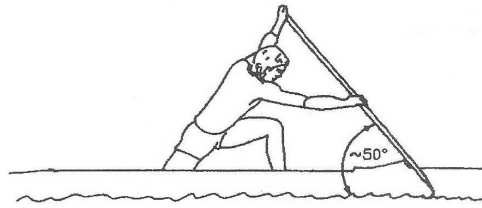


圖 2 划槳入水動作 (Lenz, 2011)

二、拉槳階段

拉槳階段為整個槳葉浸入水中，此階段從最不穩定姿勢轉變為最穩定姿勢 (余克望，1991) 拉槳動作屬於將輕艇往前推進與槳葉往後這兩個相反方向之運動所架構而成，此過程盡量保持有效的力量傳遞 (徐菊生等，2007)。推槳臂開始前推槳桿並且撐住，使槳葉能確實抓住水。將身體重量落於槳上，並且利用身體的力量使軀幹向上抬起與旋轉，使拉槳臂直臂向後拉槳 (徐菊生等，2007)。拉槳時腰部與背部保持挺直，拉槳至跪腿時開始彎曲拉槳臂。若槳葉入水過淺，槳葉與水的作用面積小，從而水對輕艇的反作用力也變小，無法獲得較快的輕艇速度 (張琴，2006)。槳葉入水太深，則不利於運動員施力，並導致輕艇前進過程中上下起伏過大，給運動員維持輕艇穩定平衡造成一定影響 (張琴，2006)。槳葉入水划水到達支撐腿位置時，槳葉與水平面的角度為 80-120 度 (Lenz, 2011)，見圖 3。而輕艇最高速度則出現在槳葉和水平面的角度為 100-110 度時的位置 (孟關良、朱麗敏，2009；嚴發本，1995；Lenz, 2011)。當軀幹前傾過程中身體失去平衡，輕艇朝划

槳側的另一面傾倒，使槳葉力量被釋放，槳桿超過垂直點，減少了推進的作用力 (余克望，1991)。

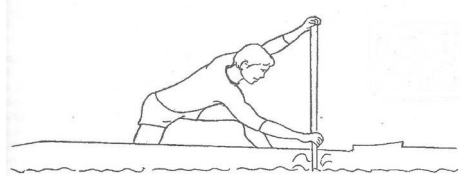


圖 3 划槳時槳葉垂直動作 (Lenz, 2011)

三、操向階段

由於加拿大式艇為單邊槳葉行進，從開始到結束皆為單邊划動，過程中也包含操控輕艇行進方向。由於划右邊槳的運動員在輕艇右側划槳時輕艇行進方向會偏向左側；而相反方向旋轉槳葉時輕艇行進方向則偏向右側，這個階段槳葉並不在進行划槳運動，而是以槳葉作為舵用來調整輕艇行進方向，要求能以最小的阻力方式調整輕艇行進方向 (Rottenbacher et al., 2011)。每一划槳須轉動槳葉為 J 字型方式來控制輕艇的方向，見圖 4，運動員運用推槳臂的手轉動槳桿的 T 型握把與下壓槳桿，拉槳臂的手腕向內旋轉並往上提拉，讓槳以逆時鐘方向轉動槳桿，身體軀幹延伸和髖關節向前移動抵消上提的動作(Rottenbacher et al., 2011)，但身體軀幹仍持續旋轉和抬起的動作(余克望，1991)。當槳葉到達跪腿膝蓋時，將槳葉水平推進，以完成整體划槳動作或操向動作(Rottenbacher et al., 2011)。

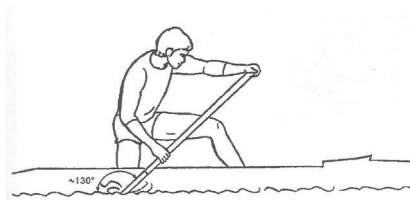


圖 4 划槳操向動作 (Lenz, 2011)

四、出水階段

準備出水時，雙臂向前並向上提槳，將槳葉迅速出水離開水中。出水

角度範圍為 120-140 度 (圖 5)，槳葉離開水面已無划槳動作，在沒有推進作用下輕艇速度開始下降 (Lenz, 2011)。因此槳葉的出水動作必須輕柔又快速，盡量不讓水花挑起 (徐菊生等，2007)。槳葉出水時機太早，拉槳動作就不充分 (許四海等，1996；于文亭，1993)。出水太晚，則使船尾下沉，輕艇的行進受到阻礙 (許四海等，1996；于文亭，1993)。

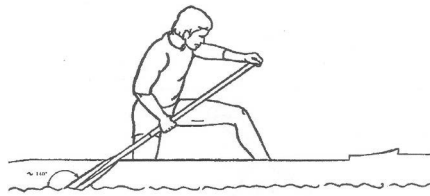


圖 5 划槳出水動作 (Lenz, 2011)

五、恢復階段

恢復階段從槳葉出水後至下一次槳葉再進入水之間，又稱為回槳階段。槳葉在離開水面之後，運動員軀幹挺直向前轉動，槳與腕部向前方向移動 (徐菊生等，2007)。

此時軀幹與下肢之間必須無相對運動，此階段強調身體放鬆與調整呼吸 (余克望，1991)。為划槳動作的連貫與協調階段，並為下一次划槳動作做準備 (徐菊生等，2007)。槳葉出水後輕艇的速度繼續下降，並出現輕艇速度的最低值 (Lenz, 2011；孟關良、朱麗敏，2009)。輕艇不穩定前進將會增加水中阻力，降低了輕艇前進的速度 (Lenz, 2011)。若槳握得太緊，造成前臂肌肉無法適度放鬆，導致槳回入水階段太慢，使得槳頻變慢 (徐菊生等，2007)。抬槳過高將使肩膀出現疲勞，而抬槳過低則使槳葉提早入水，不利於下一划槳動作之連貫 (徐菊生等，2007；許四海等，1996；于文亭，1993)。

伍、結論

輕艇競速為典型的週期性運動，其運動本質為速度競賽，划槳位移與划槳時間決定輕艇前進速度。每次划槳動作都是關鍵，提高划槳動作的效率，是運動員所追求的目標。加拿大式採用單腳高跪姿勢划艇，在單側邊划

槳和控制行進方向，其動作核心是透過身體軀幹的屈伸和旋轉用力，帶動上肢來完成划槳。有效的划槳動作要求能將輕艇平穩地推進向前，不產生顛頗，以及有力地軀幹旋轉和手臂運動，並且還要使槳葉入水有力，出水迅速。而錯誤的划槳動作將影響輕艇速度，運動員本身也會消耗過多的體能在錯誤動作上，因此初學者需要強調學習正確的划槳動作技術，對於錯誤動作應給予改進與修正，最後形成正確有效的划槳動作並保持一個最佳循環。

陸、參考文獻

- 于文亭(譯)(1993)。皮划艇手冊 (原作者：Szanto, C., & Dallos,F.C)。武漢：武漢育學院。(原著出版年：1987)
- 尹小光、王衛星、張小虎 (2010)。對皮划艇(靜水)項目特徵的研究。北京體育大學學報，33，106-110。
- 余克望(譯)(1991)。皮划艇大全 (原著出版者：Toro, A)。武漢市：武漢育學院。(原著出版年：1986)
- 李曉浦、魏文儀、裘藝 (2006)。優秀運動員皮艇 K1-500m 加速階段的速度構成研究。中國體育科技，42，119-121。
- 李佳怡、何維華、劉德智、戴憲維 (2003)。足底壓力與划槳作用力量測量系統在划槳動作之應用。2003 年台灣運動生物力學年會暨國際學術專刊，1，68-69。
- 孟關良、朱麗敏 (2009)。孟關良、楊文軍一次划槳技術以及比賽速度結構分析。運動觀點，1，20-22。
- 徐菊生、彭宗平、王晴晴、王萍 (2007)。現代皮划艇運動。武漢市：長江。
- 張琴 (2006)。注重每槳划傳效果訓練思想科學內涵探析。湖北體育科技，25，308-309。
- 張正忠 (2006)。輕艇運動簡介。競技運動，8，33-41。
- 許四海、夏雪珍、葛新發、余克望、張滬、周學軍(譯)(1996)。皮划艇運動(原著出版者：Dallos,F.C)。武漢：中國皮划艇協會。(原著出版年：1991)
- 曹春梅、王春才、季林紅、王子義、陳小平 (2007)。划艇運動力學參數檢測與分析。體育科學，27，86-89。
- 劉慧泉、何國民、汪福寧、許梧雄 (1994)。對划船運動訓練成績的綜合評價。

- 武漢體育學院學報，73-75。
- 嚴發本 (1995)。划艇 500m 單划全程技術分析。浙江體育科學，1，10-14。
- Brown, M. B., Lauder, M., & Dyson, R. (2011). Notational analysis of sprint kayaking: Differentiating between ability levels. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 11, 171–183.
- Baker, J., Rath, D., Sanders, R., & Kelly, B. (1999). A three-dimensional analysis of male and female elite sprint kayak paddlers. In R. H. Sanders & B. J. Gibson (Eds.), *Scientific proceedings of the XVIIth International society of biomechanics in sports conference* (pp.53–56). Perth, Edith Cowan University.
- Frantisek, Z., Tomas, M., Lucie, M., Martin, D., Jan, V. (2011). Kinematic Analysis of Canoe Stroke and its Changes During Different Types of Paddling Pace—Case Study. *Journal of Human Kinetics*, 29, 25-33.
- International Canoe Federation. (2014). *Results & Records*. Retrieved from International Canoe Federation, Web site:
[http://www.canoeicf.com/icf/Aboutoursport/Canoe-Sprint/ Results--Records.html](http://www.canoeicf.com/icf/Aboutoursport/Canoe-Sprint/Results--Records.html)
- Lenz, J. (2011). *Performance and Theory of Canoe Training*. Hellenic,IL: Canoe-Kayak Trainers Association.
- Kendal, S. J., & Sanders, R. H. (1992). The technique of elite flatwater kayak paddlers using the wing paddle. *International Journal of Sport Biomechanics*, 8, 233–250.
- McDonnell, L. K., Hume, P. A., & Nolte, V. (2013). A Deterministic model based on Evidence for the Associations between Kinematic Variables and Sprint Kayak Performance. *Sports Biomechanics*, 12, 1-16.
- Michael, J. S., Smith, R & Rooney, K. B. (2009). Determinants of kayak paddling performance. *Sports Biomechanics*, 8, 167-179.
- Mononen, H. V., & Viitasalo, J. T. (1995). Stroke parameters and kayak speed during 200m kayaking. Paper presented at the XVth *Congress of the International Society of Biomechanics*, 632-633.
- Mann, R. V., & Kearney, J. T. (1980). A biomechanical analysis of the Olympic-style flatwater kayak stroke. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 12, 183–188.

- Plagenhoef, S. (1979). Biomechanical analysis of Olympic flatwater kayaking and canoeing. *Research Quarterly*, 50, 443–459.
- Rottenbacher, C., Mimmi, G., & Ramponi, A. (2011). Experimental Analysis of Paddling Efficiency of Elite and Non-elite Athletes with Instrumented Canoe Sprint C1. *20th AIMETA Conference on Theoretical and Applied Mechanics*.
- Sanders, R. H., & Kendal, S. J. (1992). A description of Olympic flatwater kayak stroke technique. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 24, 25–30.

通訊作者：張立羣
e-mail: lichun@ntupes.edu.tw