

第五章 討論

一、最大攝氧量、無氧閾值、臨界負荷與運動成績之相關

本研究結果發現，經由線性模式所計算出來的 CV 與 CP 與不同距離（400 公尺、600 公尺、800 公尺、1000 公尺與 2000 公尺）的運動成績表現有顯著相關。CV 的相關度為 $- .79$ - $.97$ ；CP 的相關度為 $- .55$ - $.81$ ，且相關程度會隨著距離的增加而增加。另外一方面，比較 AT4 與不同距離成績的相關也介於 $- .73$ - $.85$ ； VO_{2max} 與不同距離成績的相關程度為 $- .64$ - $.88$ 。由以上的發現可以看出，這些訓練參考指標對於長距離的划船運動表現預測較準確，儘管與短距離成績仍有相關，但較不適用於短距離。對於標準的划船 2000 公尺的運動成績而言，CV 的相關大於 CP、 VO_{2max} 與 AT4。

VO_{2max} 與耐力運動成績的表現相關長久以來就是一個爭議的焦點，研究結果並不趨於一致。很多關於跑步的研究都發現 VO_{2max} 並不是預測耐力運動表現的單一指標，如 Conley 等人（1980）研究 12 名男性頂尖的長距離跑步選手，在 VO_{2max} 相近情況下，發現 VO_{2max} 與 10 公里運動成績的相關性為 $- .12$ ，無顯著且接近於零相關；Noakes 等人（1988）亦對以 VO_{2max} 來解釋耐力運動表現的可信度抱持懷疑的態度。然而，仍然有些研究發現 VO_{2max} 與耐力運動表現有相關（Kranenburg 等人，1996；Kolbe 等人，1995）。對於這樣不同的結果，除了因為受試者能力與取樣人數的不同所造成的差異外，較重要的差異可能來自於對於測量 VO_{2max} 方法的不同（王順正，1998）。

對於划船而言，它是屬於全身性的有氧耐力運動，在 2000 公尺的競賽過程中，約有 65% - 75% 是來自於有氧系統（Droghetti 等人，1991），而無氧系統約 30%（Michelson & Hagerman，1982），可見有氧能力扮演重要的角色。相較於跑步運動，本研究發現，划船運動的 VO_{2max} 與 2000 公尺運動表現具有顯著的高相關（ $r = - .88$ ），這樣

的結果與 Cosgrove 等人 (1999)、Steinacker 等人 (1993)、Peltonen 與 Rusko (1993)、Russell 等人 (1998) 與 Kennedy 與 Bell (2000) 的研究結果趨於一致，然而在 Riechman (2002) 針對 12 位女性划船選手的預測成績表現研究中， $VO_2\max$ 與 2000 公尺的成績並未達顯著相關 ($r = -.50$)，比較之後發現，可能的影響因素是 Riechman 的研究中測量 $VO_2\max$ 的方法與先前研究不同所致。在其研究中漸進負荷的初始階段為 25W，每個階段是兩分鐘，中間休息 1 分鐘運動至衰竭；而本研究與其他研究所採用的是 100W，每階段 3 分鐘；初始階段的負荷太低，可能會造成運動至衰竭的時間過長，造成受試者提早疲勞而無法測到最大值，Cosgrove (1999) 在其研究方法中即提到，整個 $VO_2\max$ 測驗約在 8~14 分鐘完成，本研究的受試者平均衰竭時間約為 15 分鐘，仍屬合理範圍，雖然在 Riechman (2002) 的研究中並未提及衰竭時間，測驗方法的不同仍可能是造成結果差異的原因，但仍須進一步探討。

無氧閾值與耐力運動表現的關係，被認為是比 $VO_2\max$ 更能有效評估個人的耐力成績。本研究的結果發現在划船運動中，AT4 所代表的無氧閾值與 2000 公尺的成績具顯著相關 ($r = -.85$)，這樣的結果與 Cosgrove (1999)、Peltonen 與 Rusko (1993) 的研究相同 ($r = -.68 \sim -.82$)，顯示 AT4 確實能作為評估划船成績的指標，儘管相關程度低於 $VO_2\max$ ，但確實顯示 $VO_2\max$ 在划船運動中扮演重要角色。另外一方面，發展出臨界負荷的主要目的，即是希望利用簡易與客觀的方式，找出一個指標來代表需要複雜程序的無氧閾值，以用來評估運動表現；而臨界負荷指標於跑步、腳踏車或游泳項目的應用性，皆以經由效度概化證明，可以作為有效的無氧閾值評估方式 (王順正, 1998)，經由本研究相關程度的結果可以初步看出，CV 與運動成績的高相關度，可以替代 AT4 作為划船運動的無氧閾值指標。

在以往的研究中，CV 與 CP 都被視為臨界負荷的概念指標，應用於跑步 (Hill 與 Rowell, 1996; 王順正, 1998)、游泳運動 (Wakayoshi, 1992) 時，以 CV 作為指標；而應用在腳踏車 (deVries & Moritani,

1980) 時, 則以 CP 作為臨界負荷指標, 這些研究的結果皆顯示不管是 CV 或 CP 都與運動表現呈現顯著的相關性。對於划船而言, 應用於臨界負荷的研究並不多, 先前的研究僅有 Clingeleffer 等人(1994a, 1994b) 針對愛斯基摩艇選手 (kayaker) 進行 CP 為臨界負荷指標的方法考驗, 以及 Kennedy 與 Bell (2000)、Hill 等人 (2003) 研究以 CV 作為划船選手的臨界負荷的相關研究, 並沒有研究指出究竟是 CV 或者 CP 作為划船運動臨界負荷的較佳指標。本研究分別測得划船運動 CV 與 CP, 發現不管是以速度為單位的 CV 或者以動力單位的 CP 指標, 其與 2000 公尺運動成績表現均具有顯著相關 (CV = - .97、CP = - .81)。本研究中, CV 與 2000 公尺的相關結果, 與 Kennedy 與 Bell (2000)、Hill 等人 (2003) 的研究結果趨於一致。

Kennedy 與 Bell(2000)以不同距離的運動成績經由線性模式(距離-時間) 所換算出來 CV, 與實際 2000 公尺速度達到顯著相關($r = .97$) ; 另外 Hill 等人 (2003) 比較以不同模式所得 CV 與 2000 公尺成績的關係的研究結果顯示, 以二參數線性模式 (距離-時間) 所獲得的 CV 與 2000 公尺成績的相關亦達 $r = .97$ 。然而對於 CP 而言, 儘管有針對 CP 在划船選手的研究(Clingeleffer 等人, 1994a, 1994b), 然而僅止於對於預測方法的探討, 並沒有針對所預測的 CP 與實際運動表現進行考驗, 而本研究的結果首次發現, 經線性模式所計算出來的 CP 與 2000 公尺成績表現亦達顯著相關 ($r = - .81$)。

經由以上的討論發現, 在划船運動中以 CV 作為臨界負荷指標, 其與耐力運動表現的相關高於 VO_{2max} 、AT4 與 CP, 因此教練可以藉由不同短距離的划船器測功儀測驗, 利用距離與時間的二參數線性模式, 評估運動員的訓練效果與預測成績表現, 如果 CV 增加顯示耐力運動成績應該會有所提升, 反之亦然。

二、無氧動力、划船經濟性、效率與運動成績之相關

本研究發現改良式溫蓋特測驗所測得的無氧動力指標，與不同距離的運動成績都有顯著相關，包括無氧動力峰值 P_{peak} ($r = -.66 \sim -.77$)、平均最高無氧動力 P_{max} ($r = -.63 \sim -.80$)、平均最低無氧動力 P_{min} ($r = -.64 \sim -.82$) 與平均無氧動力 P_{mean} ($r = -.63 \sim -.84$) 等。而代表無氧能力的 Anc (總做功) 與 400 公尺、600 公尺、800 公尺、1000 公尺都有顯著相關，但與 2000 公尺成績卻未達相關 ($r = .47$, $P = .78$)；另外，疲勞指數 (FI) 與不同距離的成績亦未達到顯著相關。由以上的研究結果可知，以划船測功儀所測得的無氧動力指標，與不同距離的運動成績具有相關性，且會隨著運動距離的增加而降低，顯示隨著運動距離的增加，無氧動力的影響漸小。

本研究的結果與 Riechman 等人 (2002) 的研究發現趨於一致。Riechman 等人 (2002) 同樣以 12 位女性划船選手為對象，利用無氧動力測驗預測室內 2000 公尺划船運動成績。其結果顯示， P_{max} 、 P_{min} 、 P_{mean} 皆與 2000 公尺成績達顯著相關 ($r = -.87 \sim -.89$)，其進一步配合 VO_{2max} 、VE、FI、無氧閾值等生理指標，以逐步迴歸分析後發現， P_{mean} 、 VO_{2max} 與 FI 所獲得的迴歸公式最能預測運動成績，決定係數高達 .96，標準誤為 2.89 秒，且 P_{mean} 能解釋 75.7% 的運動成績的變異量，另外 VO_{2max} 與 FI 的決定變異量分別為 12.1% 與 8.2%。本研究所測得的無氧動力指標 (P_{mean} 、 P_{max} 與 P_{min}) 與 2000 公尺的相關程度雖較低，但仍達顯著水準。進一步分析發現，身體特徵與運動能力可能是造成結果上差異的因素。本研究的受試者平均身高為 164.37 ± 3.5 公分、體重為 56.64 ± 4.38 公斤，而在 Riechman 等人的研究中，受試者平均身高為 168.50 ± 0.05 公分、體重為 67.10 ± 11.70 公斤、淨體重為 52.3 ± 5.1 公斤；Secher (1983) 即提到，划船選手擁有較多的淨體重，在成績方面佔有較多的優勢，體重上的差異使得動力輸出不同，進而影響動力輸出與成績表現的相關性。Walshi (2000) 在探討臨界動力輸出與肌肉量的關係時亦提到，動作系統中肌肉量越大，所輸出的動

力會越大，速度也越快。本研究進一步參考陳麗玉（1987）所提出國內成年女性的身體密度預估公式，並帶入體脂肪百分比公式（吳慧君編，1999），求得平均淨體重預測值為 47.95 ± 3.58 公斤，明顯低於 Riechman 等人（2002）的研究中受試者，同時亦發現淨體重與 2000 公尺、AT4、CV、CP、 P_{mean} 、 P_{peak} 、 P_{max} 、 P_{min} （ $r = .60、.61、.76、.72、.63、.69、.67、.69$ ， $p < .05$ ）都有明顯的相關，顯示淨體重對於划船運動中動力輸出扮演的重要角色外，對於臨界負荷、運動成績以及其他生理指標亦有關鍵的影響；另外 Hagerman（1984）也指出，優秀的女子划船選手的理想平均身高約為 173 公分、體重為 70 公斤；本研究的受試者平均身高為 164 公分、體重為 56 公斤。由此可見國內女性選手的體型條件，與國外優秀選手相較仍有一段差距，本研究雖然僅採用皮脂厚來預估淨體重，並未以較精確的方式測量身體密度預測體脂肪百分比，但所獲得的結果，仍可初步看出淨體重於划船運動的重要性。儘管如此，本研究仍確立划船選手的無氧動力，與不同距離（400—2000 公尺）的運動成績有相關，但會隨著距離的增加而降低。

在划船的效率與經濟性方面，本研究的結果發現划船的經濟性（ $r = -.04 \text{ } .10$ ， $p > .05$ ）效率（ $r = -.07 \text{ } .08$ ， $p > .05$ ）與 2000 公尺的運動表現並無顯著相關。關於運動經濟性的研究，以往對於跑步選手應用較多，其重要性在於具備相同水準 $VO_{2\text{max}}$ 的選手，經濟性較好的，運動成績較佳；然而本研究的結果並未發現此關係，可能的原因為：（一）本研究的受試者並未具備相同水平的 $VO_{2\text{max}}$ 。在此限制條件之下，決定耐力運動成績好壞的因素為有氧能力，經濟性並非影響運動成績的主要因素，故在有氧能力差異大的受試群當中，運動的經濟性與成績的關係便不顯著。（二）非最大划船速度。經濟性的測量主要是以非最大運動的速度，測量受試者於運動中的穩定攝氧量。以往對於運動經濟性的相關研究，對於划船運動並沒有系統性的探討，本研究以 2:16/500m 的速度作為測量經濟性的速度，發現所獲得的攝氧量與運動成績並沒有相關，結果與 Cosgrove 等人（1999）對

於男子划船選手所進行的研究相同。在其研究發現以 2:15/500m、2:10/500m 所獲得的攝氧量與 2000 公尺的成績表現並沒有相關，而在 2:05/500m 的速度下，攝氧量與運動成績的相關達顯著 ($r = -.62$, $p < .05$)，顯示在此速度下所獲得的攝氧量所代表的經濟性與運動成績具有相關性，且速度越快相關性越高；然而在本研究的先前測試，受試者於攝氧量 2:10/500m 的速度下，並非所有受試者的攝氧量皆能在一定的時間內達到穩定狀態，這與選手的訓練水準以及 VO_{2max} 有關，Powers (1985) 等人研究腳踏車運動的攝氧動力學，發現 VO_{2max} 越高的耐力運動選手，達到穩定攝氧量的時間會越快，同時與訓練程度有相關，這樣的現象也同樣可應用在跑步選手身上；相反的，划船的攝氧動力學直到最近才有相關的研究 (Roberts 等人, 2005) 因此，對於應用經濟性的概念於划船運動上，仍值得進一步探討，以驗證其實用性。

在本研究結果受試者測得在次最大運動下的划船效率介於 19% 至 22%，且與 2000 公尺運動成績並無顯著相關。Fukunaga (1986) 在另一種划船器上，比較以 4 種不同公式算法計算划船作功效率，其所獲得的差效率(delta efficiency)約為 22.8% 與本研究結果相近，其他如總作功效率 (gross efficiency) 約為 17.5%、淨作功效率 (net efficiency) 約為 19.8 %、工作效率 (work efficiency) 為 27.5%，且在低強度的運動下，隨著槳頻的增加，運動效率也會增加，Gaesser & Brooks (1975) 於腳踏車的研究中亦持相同的觀點。Secher (1993) 回顧性的研究中提到，在實際於水上划船時的能量消耗間接受到運動時的心跳所影響，在以槳頻 35 划/分的情況下，運動的效率會由 18% 慢慢增加到 20% 23%。綜合以上結果可發現，於划船測功儀上所獲得作功效率會較實際划船來的低，其原因可能與槳頻有關。本研究於作功測驗的平均槳頻約為 22 划/分 (18 划/分 28 划/分)，而 Fukunaga (1986) 研究的槳頻為 15 划/分 20 划/分，較 di Prampero (1971) 於實際水上划船運動的槳頻 (20 划/分 35 划/分) 來的低。相反的，di Prampero (1971) 認為效率會較低的原因是因為在測功儀

的槳頻較高，造成較大能量耗損於槳拴上，這樣不同的結果跟所應用的划船測功儀與效率計算公式不同所致（Fukunaga 等人，1986），同樣在 Hagerman 等人（1978）\ Cunningham 等人（1975）的研究中，都應用克服風阻的划船器（與本研究相同），其結果都發現划船測功儀的效率會較實際水上划船來的低。因此除了槳頻與計算公式的不同外，一定還有其他因素對於划船測功儀的運動效率有間接的影響。

本研究所測得的效率與運動成績沒有相關，在其他研究中也發現同樣的結果。Russell 等人(1998)針對 19 位優秀的中學生划船選手，進行 2000 公尺的成績預測，同樣在 ConceptII 測功儀上，發現差效率與運動成績的相關趨近於零，顯示儘管能量消耗於耐力運動有著重要的關係，但划船運動的效率與 2000 公尺運動成績並無相關。

三、不同臨界負荷模式預測成績表現

本研究以身體特徵（身高、體重、BMI、總皮脂厚）生理變項（ VO_2max 、AT4、 P_{mean} 、AnC 與 FI）分別與 CV、經濟性跟 CP、做功效率進行模式化分析。經逐步多元迴歸處理後得到 CV 與經濟性的預測公式為 $T_{2000} = -131.83CV (m/s) - 1.00FI (\%) + 1023.91$ ， $SEE = 4.10 (S)$ ，決定係數為.96；以 CP 跟效率的預測公式為 $T_{2000} = -22.59 VO_2max (L/min) - 0.38AT4 (W) + 608.58$ ， $SEE = 8.05 (S)$ ，決定係數為.82；若以 CP 代替 AT4 時，CP 無法進入最佳模式，所獲得的公式為 $T_{2000} = -35.80 VO_2max (L/min) + 581.78$ ， $SEE = 9.63 (S)$ ，決定係數為.75；進一步以強迫進入法，將 CP 加入預測模式，所獲得的公式為 $T_{2000} = -25.95 VO_2max (L/min) - 0.29CP (W) + 597.32$ ， $SEE = 9.27 (S)$ ，決定係數為.77。因此本研究發現，CV 是作為預測 2000 公尺划船成績最佳生理變項，配合無氧動力的疲勞係數（FI）所獲得的預測公式能精確地預測成績表現。本研究進一步與其他生理變項預測模式比較，發現影響划船成績的重要生理因素依序為 CV、 VO_2max 、AT4、CP。

過去針對划船運動表現的預測性研究，顯示許多運動相關的生理變項是預測划船 2000 公尺運動成績的重要因子。VO₂max 在許多研究中(Kramer 等人, 1994; Ingham 等人, 2002; Russell, 1998; Bourdin 等人, 2004; Yoshiga 等人, 2003; Pripstein 等人, 1998; Cosgrove 等人, 1999) 都是迴歸公式中的重要預測變項，其他的重要變項還有無氧閾值 (Bourgois & Vrijens, 1998)、2000 公尺的作功峰值(Bourdin 等人, 2004)、改良式溫蓋特測驗的平均無氧動力(Riechman, 2002)、體重、身高與皮脂厚 (Russell 等人, 1998)。儘管有許多研究提出不同對於划船運動成績具有預測能力的變項，但都因為對象不同無法進行比較。

就預測能力而言，Richman 等人 (2002) 對 12 位女性划船選手加入改良式溫蓋特測驗與 VO₂max、無氧閾值進行預測分析。經多元迴歸分析後，發現以平均無氧動力、VO₂max 與疲勞係數為變項的分析公式，決定係數達.96，標準誤 2.89 秒。Bourdin 等人(2004)於划船測功儀上，分別測得五十四位優秀的男子划船選手在 2000 公尺成績表現與最大作功輸出，配合划船的總作功效率、VO₂max、體重與 AT4 進行迴歸分析。其研究結果發現，2000 公尺的測驗中產生的最大做功輸出，與 2000 公尺運動成績的相關最高($r = .92$)，且其他的生理變項可以解釋 84.5% 選手動力輸出的變異性。Cosgrove (1999) 以划船經濟性、VO₂max、划船的最大攝氧量速度(vVO_{2max})、無氧閾值與乳酸閾值的速度，預測十三位男性划船選手 2000 公尺的成績表現。其結果發現 VO₂max 與身體淨體重與 2000 公尺的成績相關最高 ($r = .85$)，但經逐步多元迴歸分析後發現，VO₂max 是預測 2000 公尺划船成績的重要唯一變項 ($R^2 = .72$)，這樣的研究結果與本研究類似。在本研究以 VO₂max 為單一變項的迴歸模式中，決定係數亦高達.75，顯示最大有氧能力不管配合何種指標，均是重要的影響因子。再者，划船運動是非負重性的運動，淨體重越高對於 VO₂max 的增加越有利，故划船選手應該以增進 VO₂max 與淨體重作為划船訓練的重點

(Gosgrove, 1999)。

在過去所有關於划船的研究中，並沒有研究嘗試以非侵體性的無氧閾值指標作為預測因子，與其他生理指標進行迴歸分析。本研究首次證實以臨界速度所代表的臨界負荷指標，對於 2000 公尺的成績表現具有高相關，配合無氧動力所測得的疲勞係數，經模式化分析後所得的決定係數高達.96，顯示臨界速度於划船運動中具有很高的應用價值。

四、持續臨界負荷划船運動時的乳酸與心跳反應

本研究結果發現，以線性模式所推估出來的臨界速度並無法持續超過 20 分鐘(平均 14 分鐘)，同時心跳率及乳酸無法維持穩定狀態；在臨界動力方面，儘管受試者皆能持續運動超過 20 分鐘，但是心跳率及乳酸皆同樣無法呈現穩定狀態。這樣的結果與 Dekerle 等人 (2003)、Brickley 等人 (2002) 研究結果相近。在以往臨界負荷持續時間的相關研究中，對於持續時間的研究相對較少，研究結果多因為運動型態與受試者條件的不同而有所差異，持續時間約介於 10 至 60 分鐘(Brickley 等人 2002)。現有的文獻中，對於划船運動臨界負荷持續運動與生理變化，尚未有研究加以深入探討。

Jenkins 與 Quigley (1990) 針對 8 位自行車選手進行 CP 的持續運動測驗。選手在實驗式中進行 CP 運動 30 分鐘測驗，若無法維持 CP 強度時，可以調整強度直到 30 分鐘運動結束。8 位選手中有 6 位降低強度，發現其平均做功強度約低於預測值 6.4%，同樣在另一研究中 (Jenkin & Quigley, 1992) 亦發現腳踏車運動高估持續運動 40 分鐘所對應的強度約 6%；另外在 Brickley (2002) 的研究結果也顯示大部分的選手在 CP 強度下，無法持續運動超過 30 分鐘。王順正 (1998) 在跑步選手身上證實，在 CV 強度下可以持續超過 20 分鐘的時間，但 Housh (1991) 也發現利用 CV 推算可以持續跑步三十分鐘的速度，與實際速度差異約 16%。由以上的研究可看出，理論上所

推估的臨界速度或臨界負荷，皆有高估的現象，且大部分的選手皆無法持續 30 分鐘以上；Brickley (2002) 認為或許臨界負荷應重新定義為能透持續大於 20 分鐘小於 40 分鐘的最大非穩定強度。本研究將臨界負荷細分為 CV 與 CP，最長的持續運動時間為 20 分鐘，並無法獲知划船運動的 CP 最長的持續運動時間，但發現在 CV 強度下，划船持續運動時間並無法超過 20 分鐘，顯示以 CV 作為划船臨界負荷強度時，並不能持續長時間的運動，會有高估的現象。至於理想的 CV 與 CP 的最長持續時間為何，需要未來進一步的研究，以利臨界負荷於划船運動的應用。

Ginn 與 Mickinnon (1989) 發現優秀的划船選手在運動時的 CP 會顯著高於乳酸轉折點 (OBLA)，但實際測量的最大乳酸穩定強度卻與 CP 沒有顯著差異，故 Ginn 與 Mickinno 認為高度訓練的划船選手，因為訓練適應的結果，於實際進行划船運動時，可以忍受較高的乳酸濃度 (王順正, 1999)。Bourgois 與 Vrijens (1998) 分別測量 10 位男性划船選手的 AT4 與個人乳酸閾值 (IAT)，發現在 IAT 強度下可以持續運動 30 分鐘，但並非每位選手皆能在 AT4 強度下完成持續運動測驗；另外，唯有在 IAT 的強度下，乳酸才會呈現穩定狀態。Dekerle 等人 (2003) 與 Brickely 等人 (2002) 的研究亦發現，CP 的強度下，乳酸無法呈現穩定狀態。綜合本研究結果與上述研究可發現，在許多型式的運動中，CV 或 CP 的強度下，乳酸濃度會呈現不穩定的狀態。乳酸是身體能量代謝中的物質之一，運動過程中扮演重要的角色，為了不讓運動中的乳酸急速升高影響運動訓練的持續時間，於各種運動中，找出理想的運動強度一直是耐力運動訓練的重點；對於划船運動而言，以維持穩定乳酸平衡的觀點，在次低強度的 CV 或 CP 也許可以達到穩定狀態，但需要進一步的研究來印證。就現有的初步研究結果，划船的 IAT 是可以達到乳酸穩定狀態的強度。

在心跳率方面，Overend (1992) 等人研究 13 位年輕人 (平均 24.5 歲) 與 12 位老年人 (平均 70.7 歲)，以 CP 強度在持續 24 分鐘腳踏車運動下的生理變化，研究結果顯示不管是年輕人或老年人，心跳率

無法呈現穩定狀態。Brickley (2002) 亦有同樣的發現，在 7 位男性選手的 CP 衰竭測驗中，心跳率會隨著時間的增加而增加。王順正 (1998) 認為在以往運動中的心跳率偏斜變化的時間點，雖是用來評估無氧閾值的方法之一，但是並非所有運動強度都會有偏斜點出現。在其研究結果中顯示，在不同強度下進行運動時，心跳率皆會隨著運動時間的增加而提高，因此若以運動時的心跳變化情形，來評量人體會呈現穩定狀態的強度，會有不易穩定的現象，故認為心跳率並非適當的耐力生理變項。運動中影響心跳的因素有很多，包括自主神經、荷爾蒙等因素，尤其在有氧運動中，為了能夠使心臟能夠有更大的心輸出量，心跳率會隨之增加，然而反應受到腎上腺分泌的荷爾蒙影響，但同時會受到心臟內壁的回饋抑制，故心跳率是很多生理刺激與回饋的綜合表徵。因此，在長時間的運動中，即使心跳率會隨著運動強度的增加而增加，但是亦有可能因為運動時間的加長，同樣造成心搏輸出量的需求增加，而使得心跳呈現不穩定的狀態。

五、持續臨界負荷划船運動下的呼吸系統反應

為與過去研究比較，本研究以相對單位進行統計分析的結果發現，在 CV 強度下的 VO_2 隨著運動時間的增長而提高、但在 CP 強度下的 VO_2 在各個時間點間沒有差異；在 VCO_2 的反應方面，CV 與 CP 的強度下，會呈現穩定狀態；另外不管是 CV 或者 CP，在持續運動的過程中， VE 仍會隨著時間的增長而增加，呈現不穩定的狀態。由以上的資料可看出，儘管 CV 與 CP 都為臨界負荷的概念，但是在划船持續運動時所引發的生理反應會有所差異。

過去的研究中，探討臨界負荷強度下的生理狀態的研究並不多，綜合許多生理變項的反應來看，一般認為 100% 的臨界負荷強度並不會呈現穩定的狀態，但 Overend 等人 (1992)、Jenkins (1992) 的結果中發現 CP 的 VO_2 與呼吸商 (R) 會呈現穩定的水平狀態，顯示除了 VO_2 穩定外， VCO_2 亦無顯著的改變，這樣的結果與本研究相類似。

但是王順正 (1997) 及 Brickley (2002) 卻有不同的研究結果，王順正 (1997) 的研究中發現，在臨界負荷的強度下運動時，各項呼吸系統變項的反應皆有隨著時間增加而增加的現象，其認為以 CV 所代表的臨界負荷並不是可以維持長時間運動的適當強度；Brickley (2002) 的研究也認為，CP 並不是能夠持續穩定生理狀態的運動強度，在 20 分鐘的持續運動下， VO_2 會持續升高。這樣不一致的結果可能與運動型式不同有關，對於划船運動而言，至今尚無相關類似的研究，故無法進行比較與探討。在有關穩定狀態呼吸反應的相關研究中，Riley 等人 (1996) 認為運動中的 R 值並無法正確地反應肌肉代謝物質的利用狀況，可能會有低估的情形；也就是說儘管 R 值所顯示的狀態是穩定的，但是實際上體內碳水化合物的利用率會比預估的還高 (R 值較高)，以 VO_2 配合 VCO_2 的反應來評估運動時的生理現象仍有其限制存在，故或許以 VO_2 與 VE 來評量運動時的人體穩定狀態會更合適 (王順正, 1997)。儘管本研究所獲得的結果發現在 CP 的運動強度下 VO_2 呈現穩定狀態，但 VE 仍隨著時間的增加而上升，顯示在此強度下生理現象已經開始出現不穩定的變化，Casaburi 等人 (1989) 及 Whipp (1994) 指出在運動強度高過無氧閾值時， VO_2 會持續增加，且會有高過預測值的現象；同樣地，在非最大的運動強度下， VO_2 可能穩定的增加，且隨著時間的增長而到達 VO_{2max} 。本研究的持續運動時間為 20 分鐘，因此若持續運動時間再增長， VO_2 仍也可能持續緩慢地增加，但仍須進一步研究來證明。未來可就長時間的 CP 衰竭測驗進行研究，探討以線性模式所獲得 CP 強度下，划船運動的穩定生理狀態的持續時間。