

# 第壹章 緒 論

## 第一節 前 言

自從 1992 年巴塞隆納奧運會上，奪得 100 公尺短跑金牌的英國名將 Linford Christie 與 110 高欄的 Colin Jackson 提出肌酸增補對他們的運動成績確實有幫助之後，旋即造成肌酸增補的世界風潮。而目前肌酸的使用，並未被國際奧林匹克委員會（International Olympic Committee, IOC）列為禁藥之列，也因此激起了許多教練、運動員與運科人員對於肌酸增補的注意。

許多的研究結果顯示肌酸的增補，有助於間歇性高強度的無氧性運動表現，但也有部分研究者持保留態度；而肌酸增補對於有氧性運動表現的影響方面，目前的研究結果也有正反兩極的看法（Mesa 等, 2003）。除此之外，目前的研究顯示肌酸與醣類的配合使用，具有促進體內肌酸保留的效果（Green 等, 1996a; Green 等, 1996b; Steenge 等, 1998），但對於兩種混合增補後，在運動表現的影響方面，目前的研究並不多見。當肌酸增補法或配合醣類增補法，應用於高訓練量階段的運動選手時，是否也會有增進運動表現的功效，目前的研究則相當有限。

西式划船項目屬於非負重性的運動項目，同時，不論是在 2000 公尺開放性水域的競賽或是室內 2000 公尺划船測功儀的比賽，世界級男性選手的比賽成績約為 5~7 分鐘，而女性選手則約為 6~8 分鐘。而 Maestu

與 Jurimae (2000) 指出西式划船選手在競賽時的身體供能比例，約有 70% 屬於有氧能量系統，而有 30% 的能量仰賴無氧能量系統。因此，西式划船運動仰賴了不同比例的有氧與無氧能量系統來供能。

為了瞭解肌酸增補法或配合醣類增補的確實效果，有必要針對這個部分加以探究，以期釐清對於處在激烈訓練階段中的西式划船選手，肌酸增補法或肌酸配合醣類增補時運動表現的影響，並提供未來研究者、教練與西式划船選手在實施肌酸增補法或配合醣類增補時，能有適當的參考依據。除此之外，肌酸增補的副作用，如體重增加、體內水分保留、高血壓等問題，亦需在實施肌酸增補時，加以監控與探討。

## 第二節 問題背景

自從 Harris 等在 1992 年發現肌酸增補有助於提昇體內肌酸總量、磷酸肌酸與游離肌酸含量之後，科學家們便開始展開對於肌酸增補法 (creatine loading) 的相關研究工作。由於肌酸在人體內屬於 ATP-PC 系統的代謝物質，因此，關於肌酸增補法的相關研究，多數是針對無氧性運動表現的層面進行探討。同時，許多的研究也發現肌酸增補亦有利於運動恢復期磷酸肌酸的再合成作用 (Greenhaff 等, 1993a; Greenhaff 等, 1994; Rico-Sanz, 2000)。

許多研究結果顯示肌酸的增補有助於提昇間歇性高強度的運動表現 (Casey 等, 1996; Cox 等, 2002; Earnest 等, 1995; Greenhaff 等, 1993b;

Harris 等, 1993; Tarnopolsky & MacLennan, 2000; Vandebuerie 等, 1998), 但仍有少數研究顯示肌酸增補對於間歇性高強度運動表現並無助益 (Cooke 等, 1995; Febbraio 等, 1995; McKenna 等, 1999; Snow 等, 1998); 另外, 對於單次最大運動表現的影響, 也呈現不一致的研究結果, 有些研究顯示肌酸增補有助於單次最大運動表現 (Chwalbińska-Moneta, 2003; Earnest 等, 1995; Izquierdo 等, 2002; McNaughton 等, 1998; Smith 等, 1997; Tarnopolsky & MacLennan, 2000), 而有些研究則否 (Balsom 等, 1993; Izquierdo 等, 2002; Tompson 等, 1996)。

在有氧運動表現的影響方面, 由於大部分的研究均發現 5 到 7 天的短期肌酸增補後, 大約可增加體重 0.6~2.0 公斤 (Balsom 等, 1993; Balsom 等, 1995; Bellinger 等, 2000; Cox 等, 2002; Engelhardt 等, 1998; Greenhaff 等, 1994; Izquierdo 等, 2002; McNaughton 等, 1998; Mihic 等, 2000; Snow 等, 1998; Stroud 等, 1994), 而體重的增加, 對於負重性運動項目而言, 可能會增加運動時的額外負荷 (Balsom 等, 1993; Mesa 等, 2003)。有些研究者發現肌酸增補無法促進負重性運動的有氧運動表現 (Balsom 等, 1993; Izquierdo 等, 2002; Stroud 等, 1994), 但有些研究結果則顯示肌酸增補有助於促進非負重性運動的有氧運動表現, 例如固定式腳踏車 (Bellinger 等, 2000; Engelhardt 等, 1998; Nelson 等, 2000;

Rico-Sanz & Marco, 2000) 與划船測功儀 (Chwalbińska-Moneta, 2003; McNaughton 等, 1998), 不過, 仍有研究顯示肌酸增補無法提昇非負重性運動的耐力表現 (Smith 等, 1998)。

造成研究結果的不一致性, 可能的原因包括實驗設計的問題, 例如未使用安慰劑 (Balsom 等, 1995; Casey 等, 1996)、未採用交叉設計 (crossover design) 的原則 (Balsom 等, 1995; Casey 等, 1996)、不同的運動表現測量方法 (Casey 等, 1996; Cooke 等, 1995; Earnest 等, 1995; Tarnopolsky & MacLennan, 2000; Snow 等, 1998)、組間休息時間與休息方式的不同 (McKenna 等, 1999; Vandebuerie 等, 1998)、負重性運動測驗 (Balsom 等, 1993; Izquierdo 等, 2002; Stroud 等, 1994) 或非負重性運動測驗 (Bellinger 等, 2000; Chwalbińska-Moneta, 2003; Engelhardt 等, 1998; McNaughton 等, 1998; Nelson 等, 2000; Rico-Sanz & Marco, 2000; Smith 等, 1998) 等等。因此, 肌酸增補對於無氧性與有氧性運動表現的影響, 仍有進一步討論的空間。

在攝取肌酸後的 30 分鐘, 另再攝取低或高劑量的醣類, 將有助於促進體內肌酸的保留 (Green 等, 1993a; Green 等, 1993b), 而 McArdle, Katch 與 Katch (2001) 也指出這種現象與胰島素的分泌有關, 亦即醣類的攝取, 刺激了體內胰島素的分泌, 因而使得肌肉內可獲得較多的醣類與肌酸。Steenge 等 (1998) 的研究證實要透過胰島素的提昇來達到

擴大人體肌肉內肌酸保留的效果時，血液中胰島素的濃度必須超過 100 mU/L，而大約攝取 100 克的單醣時，便可以達到增加胰島素濃度超過 100 mU/L 的效果。

雖然目前的研究已經可以確知肌酸配合醣類增補的促進效果，但是，有關於短期增補肌酸合併醣類對於運動表現影響的研究，除了 Stout 與 Eckerson 在 1999 年所發表的研究之外，目前的相關研究文獻仍然有限，因此，有必要針對此一議題做更進一步地探討，以確知額外的醣類增補，是否具有擴大或限制肌酸對於無氧性或有氧性運動表現的影響。

短期肌酸的增補會明顯增加身體體重 0.6 至 2.0 公斤，而許多的研究也發現肌酸增補後所增加的體重源自於去脂體重的增加（Kreider 等, 1998; Mesa 等, 2003; Mihic 等, 2000; Poortmans & Francaux, 2000; Tarnopolsky 等, 2001）。而 Hultman 等（1996）則發現在每天 20 克，持續 6 天的肌酸增補後，尿量降低了 0.6 公升，而受試者體重則明顯上升，因此，該研究者認為肌酸增補所造成的體重增加，可能源自於體內水分的保留效果。Kreider 等（1998）則發現受試者的體重在增補肌酸或肌酸 + 醣類之後，均明顯增加（醣類組， $0.85 \pm 2.2$  公斤；肌酸 + 醣類組， $2.42 \pm 1.4$  公斤），且肌酸 + 醣類組的體重增加幅度顯著高於醣類組，然而兩組受試者的身體總水分卻沒有顯著改變。Mesa 等（2003）指出關於肌酸增補的水分保留效果，目前直接針對這個議題的研究並不是很

多，因此，未來的研究仍有必要去釐清肌酸增補是否可以增加身體總水分的效果。

除此之外，Hultman 等（1996）則認為肌酸所造成的水分保留效果，可能會出現在血管內壁間隙（intravascular space），導致心臟的前負荷（preload）增加而提高了血壓。Constantin-Teodosiu 等（1995）則發現肌酸增補後，實驗鼠心肌的游離肌酸與肌酸總量均明顯上升，而心肌的乳酸濃度則顯著降低。Gordon 等（1995）讓罹患慢性心臟疾病者攝取肌酸（4x5gx10d）後，利用心電圖分析心臟幫浦功能，結果發現肌酸的增補並不會影響慢性心臟疾病者休息與運動時的心臟射血比率（ejection fraction）。因此，肌酸的增補是否會改變心臟功能，也是值得探討的課題。

### 第三節 研究的重要性

肌酸增補目前已為許多教練、運動員與運科人員經常使用，而肌酸增補對於非負重性運動項目是否具有促進運動表現的效果，目前的研究結果尚無明確的定論。同時，在激烈的訓練課表下，肌酸的增補是否也具有實質上的效果，仍有討論的空間。在肌酸增補時，醣類的配合使用，目前已可確知具有擴大體內肌酸保留的效果，但對於西式划船選手的運動表現是否具有正面的助益，仍需進一步的探討。此外，肌酸的額外增補，對於心臟自主神經系統的調節功能是否具有影響，

也必須加以探究。而本研究可作為優秀西式划船選手、教練與運科人員決定是否增補肌酸或配合醣類攝取時的重要參考依據。

#### 第四節 研究目的

本研究的主要目的在於：

- 一、 探討肌酸增補與肌酸合併醣類的增補，對於無氧運動表現的影響。
- 二、 探討肌酸增補與肌酸合併醣類的增補，對於有氧運動表現的影響。
- 三、 探討肌酸增補與肌酸合併醣類的增補，對於 2000 公尺室內划船運動表現的影響。
- 四、 探討肌酸增補與肌酸合併醣類的增補，對於優秀西式划船選手身體組成的影響。
- 五、 探討肌酸增補與肌酸合併醣類的增補，對於心跳率變異性的影響。

#### 第五節 研究假設

本研究的虛無假設為：

- 一、 肌酸增補與肌酸合併醣類的增補，對於無氧運動表現沒有顯著的影響。

- 二、肌酸增補與肌酸合併醣類的增補，對於有氧運動表現沒有顯著的影響。
- 三、肌酸增補與肌酸合併醣類的增補，對於 2000 公尺室內划船運動表現沒有顯著的影響。
- 四、肌酸增補與肌酸合併醣類的增補，對於優秀西式划船選手身體組成沒有顯著的影響。
- 五、肌酸增補與肌酸合併醣類的增補，對於心跳率變異性沒有顯著的影響。

## 第六節 研究範圍

本研究以 21 名台北市立體育學院西式划船選手為受試對象，其中包含 15 名男性與 6 名女性，年齡 18~23 歲且為國內優秀西式划船選手。由於實驗期間接近選手比賽期（民國九十三年九月二日至五日為法國世界大學划船錦標賽；民國九十三年九月十一日至十二日為宜蘭盃國際名校划船邀請賽），因此，在實驗期間，所有受試者均處於高訓練量階段。

## 第七節 研究限制

- 一、本研究以 18~23 歲的優秀西式划船選手為研究對象，所得結果只能推論到相同條件的受試對象上。



- 二、由於受訓練階段與實際比賽的限制，本研究無法採取交叉實驗設計的方式進行實驗研究，可能使研究的效度受到影響。
- 三、在飲食方面，只能要求受試者保持平常之飲食習慣，無法對飲食全面管理。
- 四、由於咖啡因會抑制體內肌酸的保留 (Vandenbergh 等, 1996)，因此，要求受試者在實驗期間避免攝食相關食物，以減少可能造成的干擾。

## 第八節 名詞操作性定義

### 一、肌酸與醣類增補法

在日常飲食之外，額外補充肌酸。肌酸的增補，一般並不會以磷酸肌酸的型式販售，而是以加上磷酸鹽成為含單氫氧基肌酸 ( $\text{Cr}\cdot\text{H}_2\text{O}$ , creatine monohydrate) 型式販售。市面上所販售的肌酸型式，亦有粉末、錠劑、膠囊與液態狀等等之分。一般使用肌酸增補法 (creatine loading) 的原則為每天 20~30 克，並連續服用 5~7 天。

本研究依據 Syrotuik 等 (2001) 所提出的增補方式進行增補，亦即每天 4 次，每天服用每公斤體重 0.3 克的肌酸膠囊 (每顆 0.5 克)，連續 5 天的方式進行肌酸的增補 ( $4\times 5\text{g}\times 5\text{d}$ )，每次攝取的間隔必須至少 2 小時以上。本研究的醣類增補方式，則是依據 Steenge

等（2000）所提出的方式進行，亦即在每次的肌酸攝取後 30 分鐘時，再攝取 500 毫升的葡萄糖水（含葡萄糖 50 克、蘋果口味香料劑，由台北市亞霸能量技研工程公司協助配製）。

## 二、 安慰劑

本研究所採用的安慰劑共有兩種，偽膠囊與偽糖水。偽膠囊內含纖維素（每顆 0.5 克），增補方式同肌酸膠囊的使用方式，亦即每天 4 次，每天服用每公斤體重 0.3 克的劑量，連續增補 5 天。偽糖水主要含有阿斯巴甜（aspartame）與蘋果口味香料劑，由台北市亞霸能量技研工程公司協助調配，增補方式同 500 毫升葡萄糖水的服用方法。

## 三、 無氧運動表現

本研究以 2 次間隔 4 分鐘的 30 秒溫蓋特測驗，測量受試者單次最大運動表現與間歇性最大運動表現。

## 四、 有氧運動表現

本研究以最大划船運動測驗、無氧閾值以及 2000 公尺室內划船運動測驗，作為檢測受試者有氧運動表現的依據。

## 五、 身體組成

本研究以生物電阻法來測量受試者的身體組成情形，其中包含體重、體脂肪百分比、脂肪重、去脂體重、肌肉重、細胞內外

液重等。

## 六、心跳率變異性

藉由測量與分析每跳心跳率的 R-R 波之時間間隔，作為評估

自主神經系統對於心臟調控的功能。