

## 第肆章 結 果

### 第一節 受試者

由於本實驗的設計在探討划船選手高訓練量情境下，進行肌酸增補的效果，因此在進行實驗處理之前一個月，所有受試者必須先進行基礎體能的培訓，以負擔實驗處理期間的高訓練量。在受試者人數方面，共有 3 位男性受試者因個人因素而無法完成實驗的前處理，而有 1 位女性受試者在實驗處理期間，因舊傷復發而退出實驗。因此，共有 17 位受試者完成本實驗之處理與測驗，亦即 CrCG 有 6 人（4 男 2 女）、CrG 有 5 人（4 男 1 女）與 PIG 有 6 人（4 男 2 女），隨後的數據也以此進行呈現與探討。所有受試者在增補肌酸或安慰劑後，並無自述性主觀症狀的副作用發生。三組受試者的基本資料羅列於表二，各基本資料變項在三組之間，均無顯著差異存在。

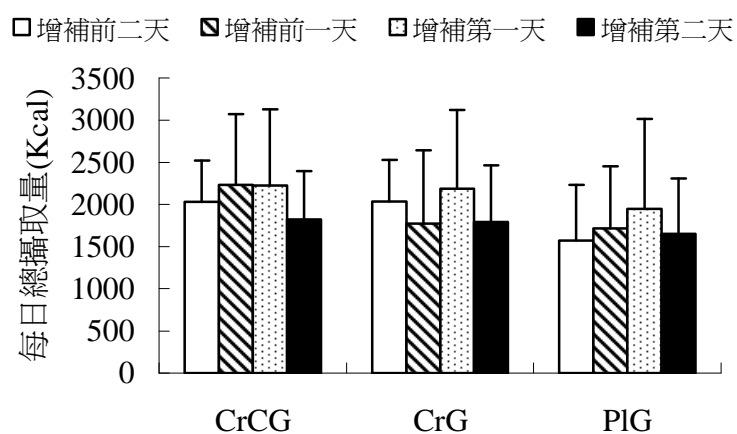
表二 受試者基本資料

	CrCG	CrG	PIG
年齡（歲）	19.3±1.4	19.2±1.1	20.2±1.3
身高（公分）	172.7±6.4	175.4±10.4	173.0±9.3
體重（公斤）	67.9±6.9	71.5±12.8	71.2±15.3
$\dot{V}O_2\max$ (ml·min <sup>-1</sup> ·kg <sup>-1</sup> )	57.2±8.2	59.0±2.4	53.4±7.0
$\dot{V}O_2\max$ (L·min <sup>-1</sup> )	3.893±0.889	4.153±0.692	3.802±1.110

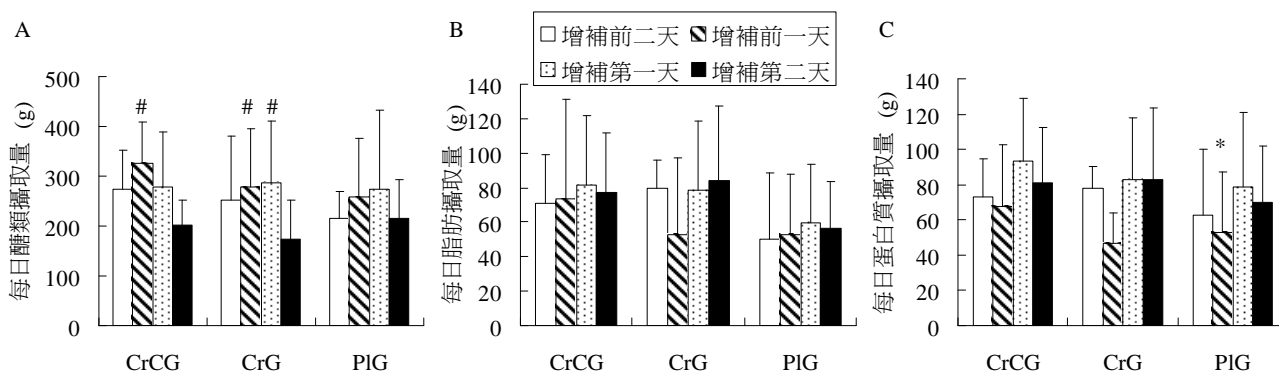
註：CrCG，肌酸+醣類組；CrG，肌酸組；PIG，安慰劑組。

根據受試者在增補前二天、增補前一天、增補第一天以及增補第二天的每日飲食記錄進行分析後顯示，不同飲食記錄日的每日飲食總攝取量，在三組受試者之間並無顯著差異，且各組在不同天的每日飲食總攝

取量亦無顯著差異（圖七）。圖八顯示了三組受試者的每日醣類、脂肪與蛋白質的總攝取量。由圖八可知，不同飲食記錄日的每日醣類、脂肪與蛋白質總攝取量，在三組受試者之間並無顯著差異。除此之外，肌酸+醣類組在增補前一天的每日醣類攝取量，則顯著地高於增補第二天，而肌酸組在增補前一天與增補第一天的每日醣類攝取量，均明顯地高於增補第二天時。在每日蛋白質攝取量方面，僅安慰劑組在增補前一天的每日蛋白質攝取量顯著低於增補第二天。



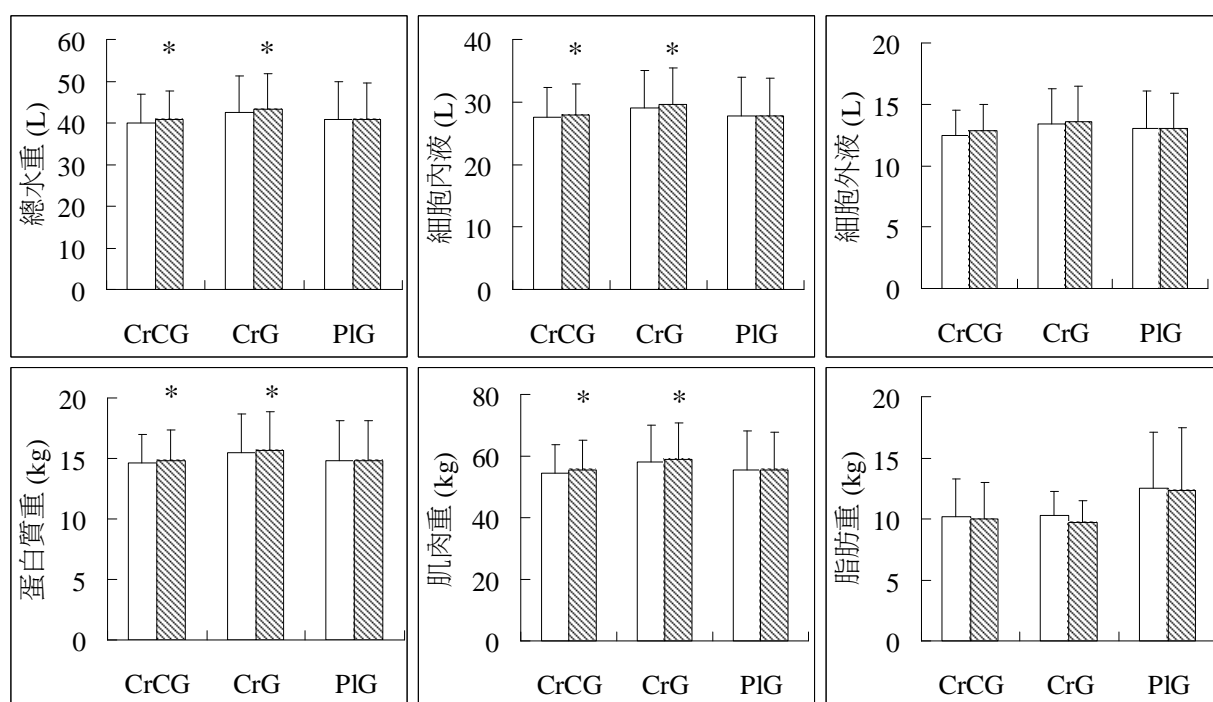
圖七 三組受試者的每日飲食總攝取量。CrCG：肌酸+醣類組；CrG：肌酸組；PIG：安慰劑組。



圖八 三組受試者每日醣類 (A)、脂肪 (B) 與蛋白質 (C) 總攝取量。CrCG：肌酸+醣類組；CrG：肌酸組；PIG：安慰劑組；\*： $p < 0.05$ ，與增補第一天比較；#： $p < 0.05$ ，與增補第二天比較。

## 第二節 身體組成

根據混合設計二因子變異數分析與杜凱氏事後比較的結果顯示，增補前與增補後的身體組成各項數據，包括體重、總水分、細胞內液、細胞外液、蛋白質重、肌肉重、去脂體重與脂肪重，在三組受試者之間並無顯著差異。



圖九 三組受試者在增補前後的各項身體組成變化情形。CrCG：肌酸＋醣類組；CrG：肌酸組；PIG：安慰劑組；□：增補前；▨：增補後；\*： $p < 0.05$ ，與增補前比較。

在增補前後的身體體重變化方面，僅肌酸＋醣類組顯著地增加約 0.8 公斤的體重（自  $67.9 \pm 6.9$  至  $68.7 \pm 7.4$  kg， $p < 0.05$ ），而其餘兩組則無顯著改變（肌酸組，自  $71.5 \pm 12.8$  至  $71.9 \pm 12.6$  kg， $p > 0.05$ ；安慰劑組，自  $71.2 \pm 15.3$  至  $70.9 \pm 14.6$  kg， $p > 0.05$ ）。在去脂體重方面，肌酸＋醣類組與肌酸組在增補後的去脂體重，均顯著地高於增補前（肌酸＋醣

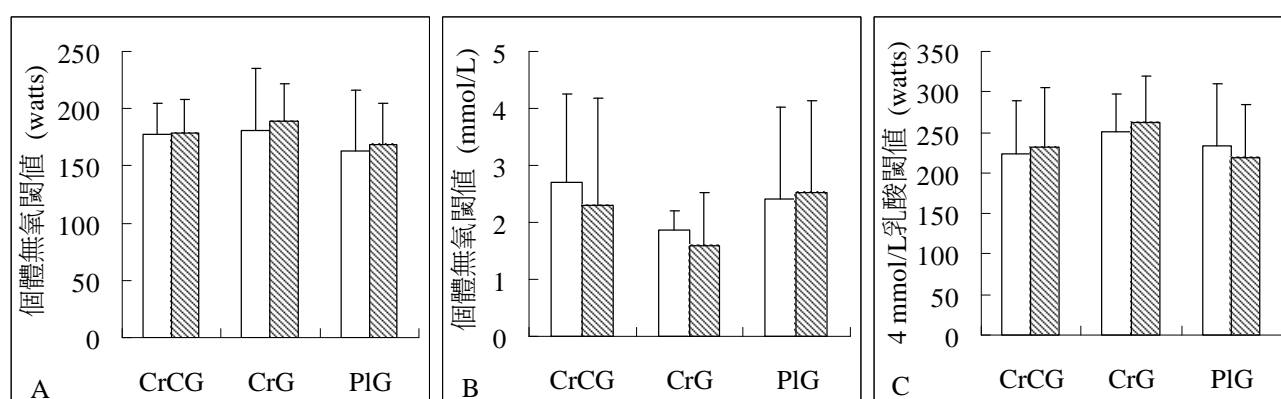
類組，自  $57.6 \pm 9.6$  至  $58.7 \pm 10.0$  kg， $p < 0.05$ ；肌酸組，自  $61.2 \pm 12.5$  至  $62.2 \pm 12.5$  kg， $p < 0.05$ ），而安慰劑組則無明顯改變（自  $58.7 \pm 13.1$  至  $58.6 \pm 12.8$  kg， $p > 0.05$ ）。

肌酸+醣類組在增補後顯著地增加身體總水分（+0.7 L）、細胞內液（+0.4 L）、蛋白質重（+0.2 kg）與肌肉重（+1.0 kg），肌酸組在增補後亦明顯地增加身體總水分（+0.7 L）、細胞內液（+0.4 L）、蛋白質重（+0.2 kg）與肌肉重（+0.9 kg），而此兩組受試者在增補後的細胞外液與脂肪重則無顯著改變（圖九）。

### 第三節 有氧運動表現

三組受試者的相對最大攝氧量與絕對最大攝氧量，在增補前後並無顯著差異，且三組受試者之間亦無顯著差異存在（相對最大攝氧量：肌酸+醣類組，增補前 vs. 增補後， $57.2 \pm 8.2$  vs.  $60.6 \pm 7.9$  ml·min<sup>-1</sup>·kg<sup>-1</sup>， $p > 0.05$ ；肌酸組，增補前 vs. 增補後， $59.0 \pm 2.4$  vs.  $60.2 \pm 4.3$  ml·min<sup>-1</sup>·kg<sup>-1</sup>， $p > 0.05$ ；安慰劑組，增補前 vs. 增補後， $53.4 \pm 7.0$  vs.  $55.7 \pm 7.3$  ml·min<sup>-1</sup>·kg<sup>-1</sup>， $p > 0.05$ ；絕對最大攝氧量：肌酸+醣類組，增補前 vs. 增補後， $3.893 \pm 0.889$  vs.  $4.174 \pm 0.868$  L·min<sup>-1</sup>， $p > 0.05$ ；肌酸組，增補前 vs. 增補後， $4.153 \pm 0.692$  vs.  $4.277 \pm 0.646$  L·min<sup>-1</sup>， $p > 0.05$ ；安慰劑組，增補前 vs. 增補後， $3.802 \pm 1.110$  vs.  $3.912 \pm 0.888$  L·min<sup>-1</sup>， $p > 0.05$ ）。但是，肌酸+醣類組與肌酸組在增補後的最大划船運動測驗至衰竭的時間（肌

酸+醣類組，增補前 vs. 增補後， $900.0 \pm 318.8$  vs.  $980.0 \pm 327.9$  秒， $p < 0.05$ ；肌酸組，增補前 vs. 增補後， $976.0 \pm 304.1$  vs.  $1064.0 \pm 293.7$  秒， $p < 0.05$ ）以及最大血乳酸值（肌酸+醣類組，增補前 vs. 增補後， $8.37 \pm 0.67$  vs.  $10.48 \pm 1.75$  mmol/L， $p < 0.05$ ；肌酸組，增補前 vs. 增補後， $8.16 \pm 3.09$  vs.  $9.76 \pm 2.72$  mmol/L， $p < 0.05$ ），均明顯地高於增補前，而安慰劑組在增補後則無顯著改變（衰竭時間，增補前 vs. 增補後， $858.3 \pm 366.0$  vs.  $830 \pm 306.4$  秒， $p > 0.05$ ；最大血乳酸值，增補前 vs. 增補後， $7.80 \pm 0.53$  vs.  $8.37 \pm 0.93$  mmol/L， $p > 0.05$ ），且三組受試者之間的最大划船運動測驗衰竭時間與最大血乳酸值，不論是增補前或增補後，均無顯著差異。

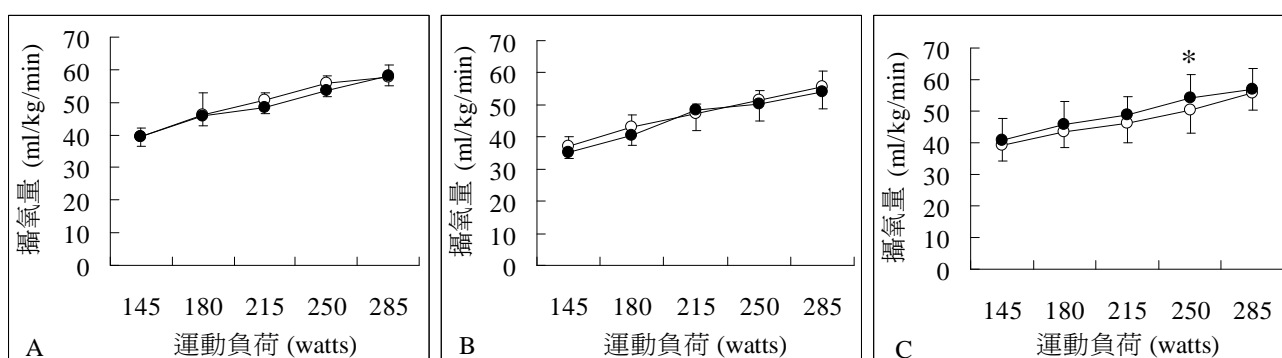


圖十 三組受試者在個體無氧閾值的運動負荷與血乳酸值 (A、B) 以及 4 mmol/L 的運動負荷 (C)。CrCG：肌酸+醣類組；CrG：肌酸組；PIG：安慰劑組；□：增補前；▨：增補後。

三組受試者在增補前後的個體無氧閾值之運動負荷與血乳酸值，均無顯著變化，且三組受試者之間亦無顯著差異（圖十之 A 與 B），同時，

三組受試者在增補前後的乳酸閾值之運動負荷，亦無顯著改變，三組受試者之間亦未有顯著差異存在（圖十之 C）。

由於所有男性受試者在增補前後均完成至少五階的遞增負荷划船運動測驗，因此，本研究嘗試將男性受試者在最大划船運動測驗的前五階每分鐘攝氧量與血乳酸值進行增補前後之比較。經統計分析後顯示，增補前後的每分鐘攝氧量，在三組受試者之間並無顯著差異，肌酸+醣類組與肌酸組的每分鐘攝氧量，在增補前後亦無顯著改變，而安慰劑組在增補後的 250 W 之每分鐘攝氧量則顯著地高於增補前（圖十一）。

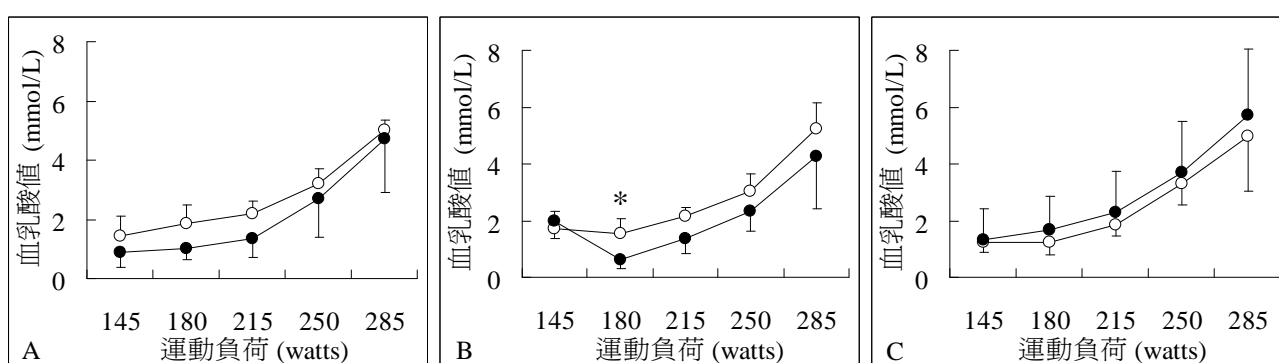


圖十一 三組男性受試者在增補前後遞增負荷划船運動測驗時的每分鐘攝氧量。A：肌酸+醣類組 (n=4)；B：肌酸組 (n=4)；C：安慰劑組 (n=4)；○：增補前；●：增補後；\*：p < 0.05，與增補前比較。

在遞增負荷划船運動測驗時的血乳酸值方面，增補前後的血乳酸值，在三組男性受試者之間均無顯著差異。除了肌酸組在增補後運動負荷為 180 W 的血乳酸值顯著低於增補前之外，三組男性受試者每階運動負荷時的血乳酸值，在增補前後之間並無顯著差異存在（圖十二）。

儘管如此，肌酸+醣類組在增補後運動負荷為 180 與 215 W 的血乳

酸值，具有些微低於增補前的傾向（180 W，增補前 vs. 增補後， $1.85\pm 0.62$  vs.  $1.00\pm 0.37$  mmol/L， $p = 0.06$ ；215 W，增補前 vs. 增補後， $2.18\pm 0.42$  vs.  $1.33\pm 0.60$  mmol/L， $p = 0.07$ ），而肌酸組增補後在運動負荷為 215 W 時的血乳酸值，也具有些微低於增補前的傾向（215 W，增補前 vs. 增補後， $2.15\pm 0.33$  vs.  $1.35\pm 0.52$  mmol/L， $p = 0.08$ ）。



圖十二 三組男性受試者在增補前後遞增負荷划船運動測驗時的血乳酸值。A：肌酸＋醣類組（ $n=4$ ）；B：肌酸組（ $n=4$ ）；C：安慰劑組（ $n=4$ ）；○：增補前；●：增補後；\*： $p < 0.05$ ，與增補前比較。

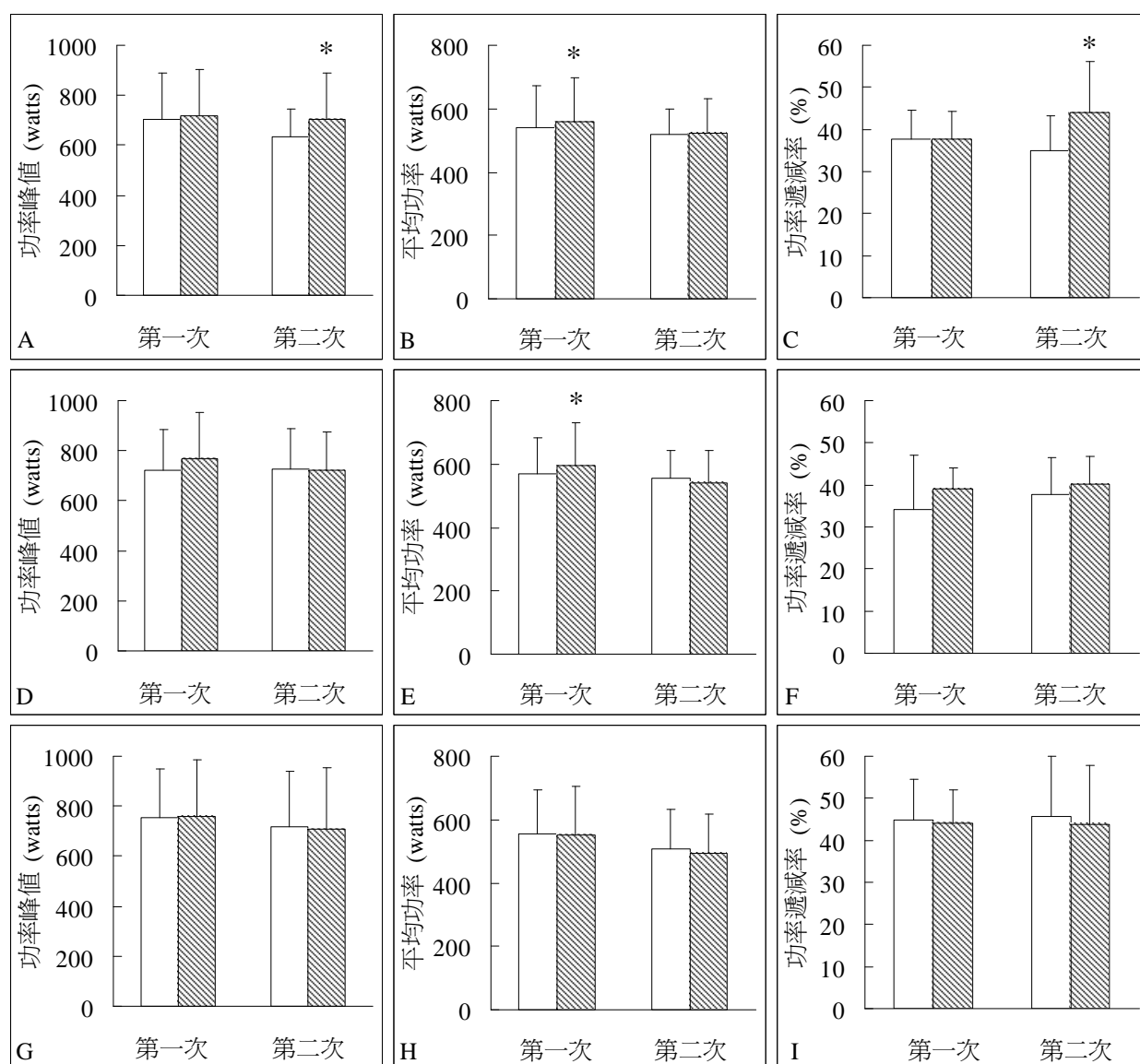
#### 第四節 無氧運動表現

在第一次的 30 秒溫蓋特測驗中，肌酸＋醣類組與肌酸組的平均功率在增補後均顯著地高於增補前，而安慰劑組則無顯著改變（圖十三）。

在第二次的 30 秒溫蓋特測驗中，僅肌酸＋醣類組的功率峰值與功率遞減率在增補後顯著高於增補前，其餘兩組在增補前後則無顯著差異（圖十三）。

在至功率峰值的時間方面，不論是第一次或是第二次的 30 秒溫蓋特測驗，三組受試者在增補前後均未有顯著的變化（肌酸＋醣類組，增

補前 vs. 增補後，第一次， $6.2 \pm 1.2$  vs.  $6.3 \pm 1.0$  秒， $p > 0.05$ ，第二次， $7.3 \pm 1.4$  vs.  $6.2 \pm 1.6$  秒， $p > 0.05$ ；肌酸組，增補前 vs. 增補後，第一次， $6.4 \pm 1.1$  vs.  $6.0 \pm 0.7$  秒， $p > 0.05$ ，第二次， $7.8 \pm 4.2$  vs.  $7.0 \pm 1.0$  秒， $p > 0.05$ ；安慰劑組，增補前 vs. 增補後，第一次， $5.2 \pm 1.2$  vs.  $5.7 \pm 0.5$  秒， $p > 0.05$ ，第二次， $6.3 \pm 1.5$  vs.  $6.2 \pm 1.9$  秒， $p > 0.05$ 。



圖十三 三組受試者在增補前後的2x30秒溫蓋特測驗表現。A、B、C：肌酸+醣類組；D、E、F：肌酸組；G、H、I：安慰劑組；□：增補前；▨：增補後；\*： $p < 0.05$ ，與增補前比較。



除此之外，不論是在第一次或是第二次的 30 秒溫蓋特測驗中，增補前後的功率峰值、平均功率、功率遞減率以及至功率峰值的時間，在三組受試者之間均未有顯著的差異。

## 第五節 2000 公尺室內划船測驗

肌酸+醣類組與肌酸組在增補後均顯著地減少 2000 公尺划船所花費的時間(肌酸+醣類組，增補前 vs. 增補後， $441.6 \pm 39.5$  vs.  $433.5 \pm 41.7$  秒， $p < 0.05$ ；肌酸組，增補前 vs. 增補後， $432.6 \pm 36.3$  vs.  $427.1 \pm 34.9$  秒， $p < 0.05$ )，而安慰劑組則無明顯改變(安慰劑組，增補前 vs. 增補後， $446.2 \pm 43.7$  vs.  $442.6 \pm 42.8$  秒， $p > 0.05$ )；此外，在增補前後的 2000 公尺划船成績，在三組受試者之間則無顯著差異存在。

表三 2000 公尺室內划船測驗分段時間

	肌酸+醣類組 (秒)		肌酸組 (秒)		安慰劑組 (秒)	
	增補前	增補後	增補前	增補後	增補前	增補後
0-500 m	$108.7 \pm 9.2$	$106.7 \pm 10.6^*$	$106.8 \pm 7.7$	$104.5 \pm 9.0^*$	$108.8 \pm 9.7$	$107.7 \pm 10.5$
500-1000 m	$110.9 \pm 10.4$	$109.4 \pm 11.0^*$	$107.9 \pm 8.9$	$107.0 \pm 9.7$	$112.2 \pm 10.4$	$110.8 \pm 10.6^*$
1000-1500 m	$111.3 \pm 10.6$	$109.8 \pm 10.9$	$109.1 \pm 10.2$	$108.7 \pm 9.3$	$113.2 \pm 12.1$	$112.1 \pm 11.1$
1500-2000 m	$110.6 \pm 9.7$	$107.6 \pm 9.5^*$	$108.8 \pm 9.4$	$107.0 \pm 7.4^*$	$112.0 \pm 11.7$	$112.0 \pm 10.8$

\*： $p < 0.05$ ，與增補前比較。

在 2000 公尺划船測驗分段時間方面，肌酸+醣類組在增補後顯著地減少 0~500、500~1000 與 1500~2000 公尺所需時間，肌酸組在增補後則顯著地減少 0~500 與 1500~2000 公尺所需時間，而安慰劑組在增補後僅顯著地減少 500~1000 公尺的分段時間(表三)。除此之外，在增補前

後的各分段時間上，三組受試者之間均無顯著差異。

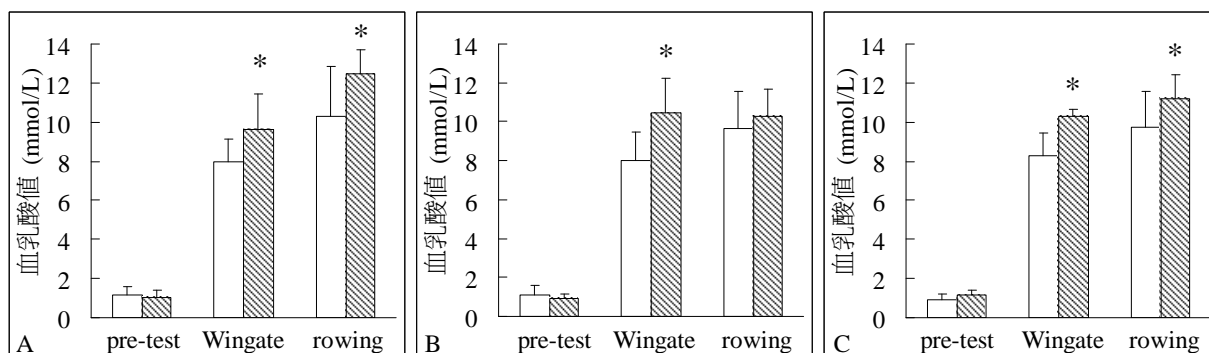
在 2000 公尺划船測驗分段平均功率方面，肌酸+醣類組在增補後顯著地增加 0~500、500~1000 與 1500~2000 公尺的平均功率，肌酸組在增補後則明顯地提升 0~500 公尺的平均功率，而安慰劑組在增補後僅顯著地增進 500~1000 公尺的平均功率（表四）。除此之外，在增補前後的各分段平均功率上，三組受試者之間均無顯著差異。

表四 2000 公尺室內划船測驗分段平均功率

	肌酸+醣類組 (W)		肌酸組 (W)		安慰劑組 (W)	
	增補前	增補後	增補前	增補後	增補前	增補後
0-500 m	281.6±62.6	301.1±78.5*	293.2±52.9	316.5±67.9*	281.9±67.4	292.5±76.6
500-1000 m	267.0±65.6	279.7±73.3*	286.5±57.6	295.4±63.9	257.9±64.9	268.8±69.7*
1000-1500 m	264.6±66.3	276.5±71.4	279.4±61.8	281.2±60.1	254.6±72.9	260.2±69.8
1500-2000 m	267.8±62.7	291.2±68.8*	277.4±56.9	288.3±50.1	261.6±72.5	259.9±65.9

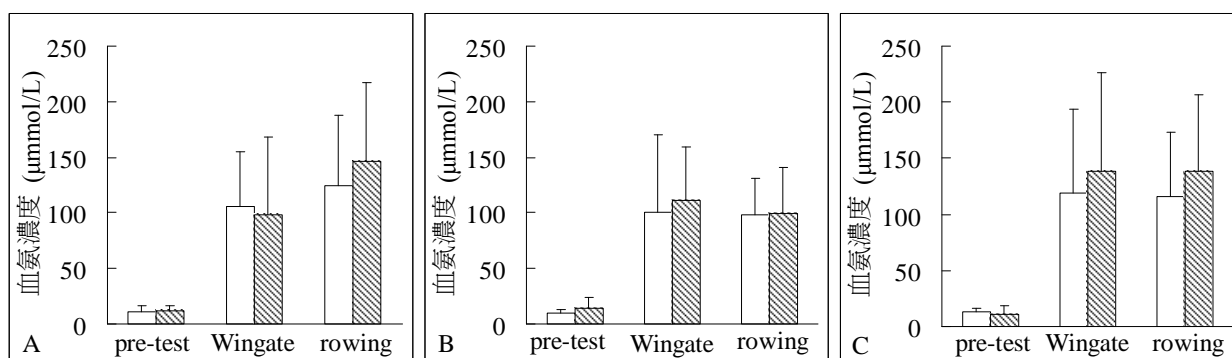
\*：p < 0.05，與增補前比較。

在運動測驗後的血乳酸濃度方面，肌酸+醣類組與安慰劑組在 2x30 秒溫蓋特測驗後以及 2000 公尺室內划船測驗後，增補後的血乳酸值均明顯地高於增補前，而肌酸組僅在 2x30 秒溫蓋特測驗後，增補後的血乳酸值顯著高於增補前（圖十四），但是，不論是測驗前或是腳踏車或划船運動測驗後，增補前後的血乳酸值，在三組受試者之間均無明顯差異。



圖十四 三組受試者在 2x30 秒溫蓋特測驗與 2000 公尺室內划船測驗的血乳酸值。A：肌酸+醣類組；B：肌酸組；C：安慰劑組；pre-test：測驗前；Wingate：2x30 秒溫蓋特測驗後；rowing：2000 公尺划船測驗後；□：增補前；▨：增補後；\*： $p < 0.05$ ，與增補前比較。

在運動測驗後的血氨濃度方面，不論是在測驗前或是 2x30 秒溫蓋特測驗後，抑或是 2000 公尺划船測驗，三組受試者的血氨濃度在增補前後均無明顯改變（圖十五），同時，在增補前與增補後的測驗前或是運動測驗後之血氨濃度，在三組受試者之間亦無顯著差異。



圖十五 三組受試者在 2x30 秒溫蓋特測驗與 2000 公尺室內划船測驗的血氨濃度。A：肌酸+醣類組；B：肌酸組；C：安慰劑組；pre-test：測驗前；Wingate：2x30 秒溫蓋特測驗後；rowing：2000 公尺划船測驗後；□：增補前；▨：增補後。

在血液肌酸激酶同功酶濃度方面，三組受試者在增補前後的 CK-MM 濃度，並無明顯的改變（肌酸+醣類組，增補前 vs. 增補後，

36.33±11.79 vs. 39.73±19.04 IU/L,  $p > 0.05$ ；肌酸組，增補前 vs. 增補後，33.80±11.56 vs. 33.52±11.24 IU/L,  $p > 0.05$ ；安慰劑組，增補前 vs. 增補後，60.83±30.71 vs. 46.67±10.61 IU/L,  $p > 0.05$ ）。

雖然三組受試者的 CK-MB 濃度，在增補前後並未達統計顯著水準（肌酸+醣類組，增補前 vs. 增補後，0.00±0.00 vs. 0.60±1.16 IU/L,  $p > 0.05$ ；肌酸組，增補前 vs. 增補後，0.00±0.00 vs. 0.28±0.38 IU/L,  $p > 0.05$ ；安慰劑組，增補前 vs. 增補後，0.00±0.00 vs. 0.00±0.00 IU/L,  $p > 0.05$ ），但肌酸+醣類組與肌酸組在增補後，各有 2 名受試者的血液中出現了少量 CK-MB（肌酸+醣類組，分別為 0.7 與 2.9 IU/L；肌酸組，分別為 0.7 與 0.7 IU/L），不過其濃度值仍在正常生理範圍內（CK-MB 的正常生理範圍，0.0~7.0 IU/L）。

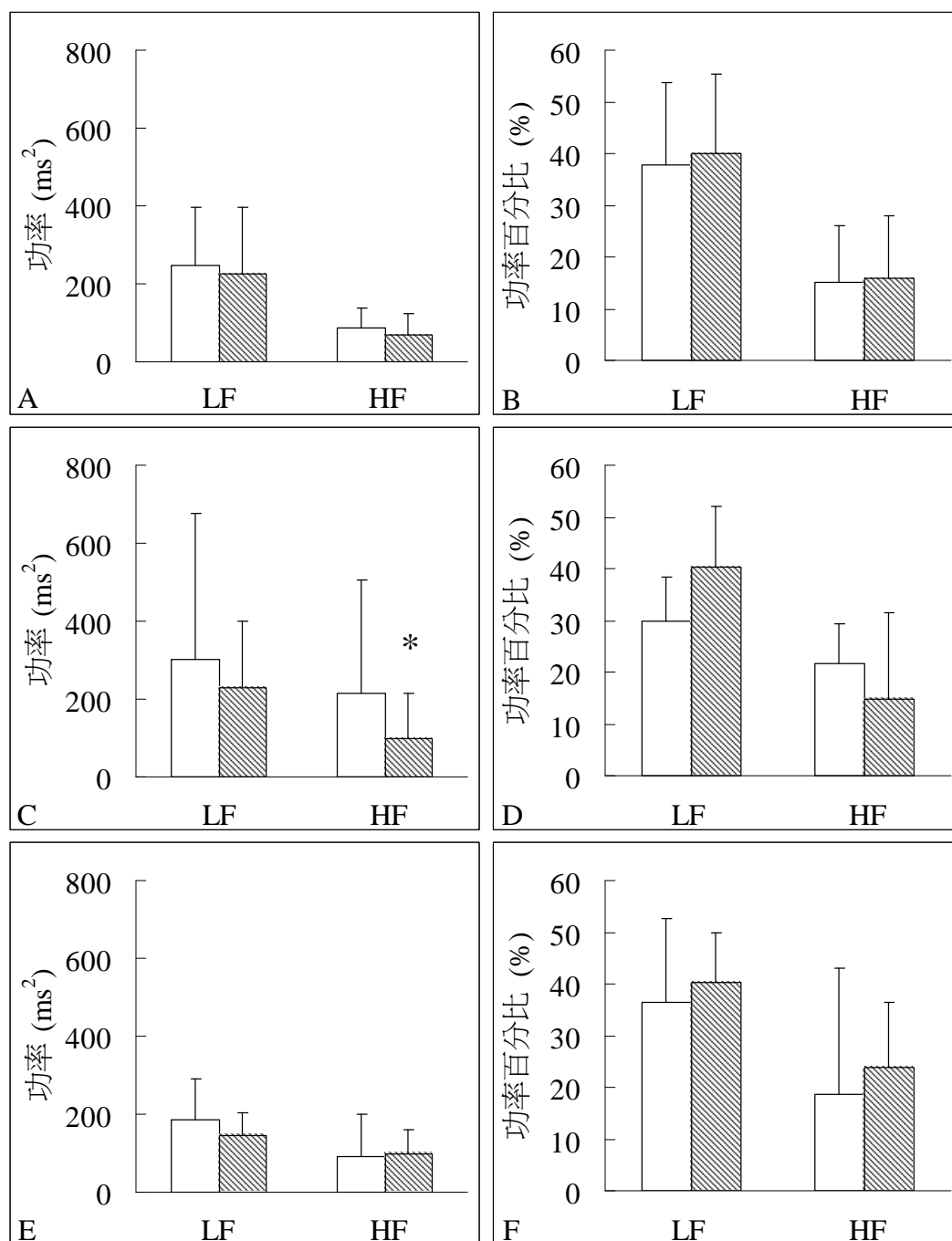
在 CK-BB 濃度方面，不論是在增補前或是增補後，三組受試者的血液中均未檢測出 CK-BB 的含量。除此之外，在增補前後的 CK-MM、CK-MB 與 CK-BB 濃度，在三組受試者之間均無顯著差異。

## 第六節 心跳率變異性

在坐姿心跳率方面，肌酸+醣類組以及肌酸組在增補前後，均未有顯著的改變，而安慰劑組在增補後的心跳率則顯著低於增補前（肌酸+醣類組，增補前 vs. 增補後，75.3±5.6 vs. 76.7±7.0 次/分,  $p > 0.05$ ；肌酸組，增補前 vs. 增補後，73.6±12.5 vs. 75.4±7.2 次/分,  $p > 0.05$ ；安

慰劑組，增補前 vs. 增補後， $72.8 \pm 5.4$  vs.  $67.3 \pm 7.0$  次/分， $p < 0.05$ ），

但增補前後的心跳率，在三組受試者之間則無顯著差異。



圖十六 三組受試者的坐姿心跳率變異性。A、B：肌酸+醣類組；C、D：肌酸組；E、F：安慰劑組；LF：低頻；HF：高頻；□：增補前；▨：增補後。\*： $p < 0.05$ ，與增補前比較。

在坐姿的心跳率變異性分面，三組受試者在增補前後的 LF、LF% 與 HF%，均未有顯著的改變，不過，肌酸組在增補後的 HF 顯著地低於增補前，其餘兩組則無顯著改變，但是，增補前後的 LF、HF、LF% 與 HF%，在三組受試者之間則無顯著差異(圖十六)。三組受試者的 LF: HF 比值，在增補前後並未達統計顯著差異(肌酸+醣類組，增補前 vs. 增補後， $5.22 \pm 6.68$  vs.  $4.15 \pm 2.81$ ， $p > 0.05$ ；肌酸組，增補前 vs. 增補後， $1.61 \pm 0.97$  vs.  $3.51 \pm 2.92$ ， $p > 0.05$ ；安慰劑組，增補前 vs. 增補後， $5.31 \pm 5.18$  vs.  $3.32 \pm 3.99$ ， $p > 0.05$ )，且三組受試者之間也未有顯著差異存在。