

本文章已註冊DOI數位物件識別碼

► 中等強度運動前增補支鏈胺基酸對肌肉損傷指標的影響

The Effects of Branched-Chain Amino Acid Supplementation before Moderate Exercise on Indices of Muscle Damage

doi:10.6127/JEPF.2010.11.06

運動生理暨體能學報, (11), 2010

Journal of Exercise Physiology and Fitness, (11), 2010

作者/Author：陳香吟(Shing-Ying Chen);林正常(Jung-Charnng Lin)

頁數/Page：57-67

出版日期/Publication Date：2010/12

引用本篇文獻時，請提供DOI資訊，並透過DOI永久網址取得最正確的書目資訊。

To cite this Article, please include the DOI name in your reference data.

請使用本篇文獻DOI永久網址進行連結:

To link to this Article:

<http://dx.doi.org/10.6127/JEPF.2010.11.06>



DOI Enhanced

DOI是數位物件識別碼（Digital Object Identifier, DOI）的簡稱，是這篇文章在網路上的唯一識別碼，用於永久連結及引用該篇文章。

若想得知更多DOI使用資訊，

請參考 <http://doi.airiti.com>

For more information,

Please see: <http://doi.airiti.com>

請往下捲動至下一頁，開始閱讀本篇文獻

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE



中等強度運動前增補支鏈胺基酸對肌肉損傷指標的影響

陳香吟^{1*} 林正常²

¹ 國立台灣師範大學體育系 ² 中國文化大學運動教練研究所

摘要

目的：本研究目的在探討中等強度運動前增補支鏈胺基酸對肌肉損傷指標的影響。
方法：8 名健康男大生參加雙盲交叉實驗，在運動前 60 分鐘分別增補 92 mg/kg BW 支鏈胺基酸（BCAA）或安慰劑（Placebo, PLA）膠囊，安靜休息後進行 60% $\dot{V}O_{2max}$ 固定式腳踏車運動 30 分鐘。於增補前、運動前立即與運動後第 0、15、60 分鐘，採集血液以測量肌酸激酶與乳酸脫氫酶，所得數據以二因子重複量數變異數分析進行檢定， $\alpha=.05$ 為顯著水準。**結果：**CK 與 LDH 於實驗處理與時間的交互作用均未達顯著；CK 在實驗處理與時間方面均達顯著，其中 BCAA 處理的 CK 顯著低於 PLA (BCAA: 167.30 ± 90.55 U/L ; PLA: 200.17 ± 117.46 U/L, $p<.05$) ; LDH 在時間方面達顯著。**結論：**運動前 60 分鐘增補支鏈胺基酸可顯著降低中等強度運動後 CK 數值，而能降低肌肉損傷的風險。

關鍵詞：固定式腳踏車、肌酸激酶、乳酸脫氫酶

連絡作者：陳香吟

聯絡電話：+886-2-7734-3198

投稿日期：2010 年 10 月

通訊地址：新北市汐止區莊敬街 29 巷 9 弄 7 號 9 樓

E-mail：babysunnylove@yahoo.com.tw

接受日期：2010 年 12 月

問題背景

過去，關於運動與肌肉損傷指標肌酸激酶 (creatine kinase, CK) 與乳酸脫氫酶 (lactate dehydrogenase, LDH) 的研究，大多著重於長時間的運動，而運動強度則為高強度的耐力訓練或離心運動 (Byrnes, Twist, & Eston, 2004)，但是這樣的實驗設計大部分適用於從事長時間、高強度運動者。單獨針對進行美國運動醫學會 (American College of Sports Medicine, ACSM) 建議的健身處方，探討健身運動後對於肌肉損傷指標的影響，這方面的研究較少 (Nieman, Henson, Austin, & Brown, 2005; Romeo et al., 2008)。

此外，在進行健身運動時，支鏈胺基酸是很常見的增補劑，它有幫助運動後肌肉恢復的功能，因此民眾往往在運動的不同時段進行攝取，但是相關的探討文獻也是著重於長時間、高強度的耐力訓練或離心運動，針對在 ACSM 建議的運動處方下增補支鏈胺基酸的研究很少，因此探討支鏈胺基酸增補，在中等強度運動後肌肉損傷指標 CK 與 LDH 方面的研究上，對於從事健身運動者而言有其必要性。

骨骼肌、心肌肌肉細胞中富含肌酸激酶與乳酸脫氫酶等酵素，運動中這兩種酵素可快速分解磷酸肌酸及乳酸產生大量能量以供肌肉細胞利用，當肌肉細胞的肌纖維膜受損而不完整時，CK 及 LDH 將從肌肉細胞中大量釋放出來，血漿中 CK 及 LDH 數值就會增加，因此 CK 與 LDH 可作為肌肉損傷之指標 (Overgaard et al., 2004; Warren, Lowe, & Armstrong, 1999)，而 CK 與 LDH 在血液中的正常範圍分為 30-170

U/L 與 313-618U/L。

肌肉損傷的評估標準有肌肉功能下降 (肌力、肌肉攣縮與關節活動度)、肌肉酸痛、肌肉腫脹與血液損傷指標 CK 與 LDH 顯著上升且高出正常值，通常激烈／離心運動後 24-72 小時的 CK 或 LDH 數值會到達最高值 (Byrnes et al., 2004; Clarkson, 1997)，血液中 CK 與 LDH 的活性與濃度會增加約 2-10 倍甚至更高並且超過標準值許多 (Wilmore & Costill, 1999)，隨著運動種類與強度不同，這些酵素的增加幅度也不相同，通常運動強度越強，增加倍數越大。

為了獲得規律運動所帶來的健康益處，1998 年美國運動醫學會針對健康成年人 (18-65 歲)，提出運動的建議：運動強度在 40/50%-85% 最大保留攝氧量 ($\dot{V}O_2R$)，運動頻率在 3-5 天／週，持續時間在 20-60 分鐘，運動模式為任何持續使用大肌群且有節奏性的有氧活動；2007 年美國運動醫學會與美國疾病管制局共同發表成人的運動建議 (Haskell et al., 2007)：建議每天從事有氧運動，若無法達到，則每週從事中等強度 (40-60% $\dot{V}O_2R$, 3-6 METs) 有氧運動至少 5 天，或從事激烈有氧運動 ($\geq 60\% \dot{V}O_2R$, >6 METs) 至少 3 天，2 種處方的運動亦可以合併互補來使用，以達到建議的運動量；2009 年 ACSM 體適能手冊也提出與 2007 年相同的建議處方。綜合歷年 ACSM 的建議發現，若要促進與維持心肺適能，每週 3-5 次的中等強度運動是必要的，而在多次中等強度運動後，所累積的疲勞可能引發肌肉酸痛等不舒服的現象，也將影響接下來的運動計畫，因此有必要多了

解中等強度運動後對肌肉疲勞與損傷的關係。

支鏈胺基酸 (branched-chain amino acids, BCAA) 分別為白胺酸 (Leucine)、異白胺酸 (Isoleucine) 及纈胺酸 (Valine)，目前支鏈胺基酸增補與肌肉損傷的研究漸漸被科學家關注，但是支鏈胺基酸對運動後肌肉損傷的保護機制尚未完全明朗，依照現有證據，科學家認為可能透過 mammalian target of rapamycin (*mTOR*) 機制來影響肌肉蛋白質生成。*mTOR* 是一種蛋白質激酶，調控細胞的生長與增殖，受細胞中生長因子(如：胰島素)、營養物質(如：胺基酸分子)及能量狀態高低所調控 (Wullschlegel, Loewith, & Hall, 2006)。當 *mTOR* 活化時會刺激 *mRNA* 的轉譯，促進細胞生長與複製，將有助於蛋白質合成；當 *mTOR* 被抑制時則可能活化自體吞噬系統加速產生蛋白質水解。

支鏈胺基酸(尤其是白胺酸)在 *mTOR* 的訊息傳遞路徑上扮演重要角色，白胺酸具有調控身體蛋白質合成的功用 (Bolster, Jefferson, & Kimball, 2004; Garlick, 2005)。MacLean, Graham, and Saltin (1994) 指出運動前增補 77 mg/kg BW 支鏈胺基酸將產生抑制肌肉蛋白質水解的現象；Karlsson et al. (2004) 在 80% 最大肌力阻力訓練中與訓練後，增補支鏈胺基酸溶液，結果顯示對 *mTOR* 的下游因子磷酸化具有顯著提升的效果。

到目前為止，已有實驗證明增補支鏈胺基酸可以有效降低肌肉損傷 (Coombes &

McNaughton, 2000; Matsumoto et al., 2007; Matsumoto et al., 2009; Sarah, Oliver, Asker, & Kevin, 2010; Tang, 2006)，這些研究，大部分屬於長期或運動中連續增補，運動模式為長時間運動或離心運動，關於中等強度運動前單次增補支鏈胺基酸可以有效降低肌肉損傷的研究較少 (Shimomura et al., 2006; Shimomura et al., 2010)，而且這些研究大多採用阻力運動，少有文獻探討單次增補支鏈胺基酸對中等強度耐力運動後肌肉損傷的影響，因此本研究認為這是值得探討的議題。

綜合上述，本研究希望能藉由單次健身運動模式，探討這樣的運動處方是否造成肌肉損傷指標 CK 與 LDH 產生顯著變化，同時更進一步探討運動前增補支鏈胺基酸，對健身運動後肌肉損傷指標的影響，因此本研究將設計在 30 分鐘中等強度耐力運動前單次增補支鏈胺基酸，希望能觀察運動後血中 CK 與 LDH 數值的變化，進而提供從事健身運動者在訓練與增補方面的應用和參考。

研究方法

一、研究對象

本研究 8 名受試者均為國立大學體育學系學生，平均年齡為 21.38 ± 2.07 歲、身高為 177.71 ± 6.81 公分、體重為 69.60 ± 8.94 公斤、最大攝氧量為 56.19 ± 5.86 ml/kg/min，受試者各項基本資料如表一。

表一 受試者基本資料表

項目	平均值 \pm 標準差
年齡 (yrs)	21.38 \pm 2.07
身高 (cm)	177.71 \pm 6.81
體重 (kg)	69.60 \pm 8.94
最大攝氧量 (ml/kg/min)	56.19 \pm 5.86

二、實驗儀器與校正

(一) Vmax 29 型電腦能量代謝測量系統 (SensorMedics the Corp., Yorba Linda, CA, USA): 使用前先以標準氣體進行校正, 確定分析 O_2 和 CO_2 的準確性, 再依操作手冊所列之程序進行氣量比對和系統測試。

(二) Monark 839E 型電動腳踏車測力器 (Monark Exercise AB, Varberg, Sweden): 依操作手冊所列之程序進行校正。

(三) Polar 無線心跳監測器 (Polar S810iTM, Polar Electro Inc, Finland): 使用前檢查心跳率發報器是否將心跳率資料傳至手錶顯示器上, 並與橈動脈實測值進行比對校正。

(四) 檢視抽血針筒、止血帶、靜脈留滯針等用具是否清潔、安全, 並確定醫護人員的支援時間。

三、實驗流程

(一) 最大耗氧量測量

1. 施測方法: 所有受試者皆須先接受一次功率負荷由 0 W 起, 第二分鐘增加 50 W, 之後每 2 分鐘增加 25 W 之原地腳踏車的最大耗氧量測量, 踩踏頻率以節拍器控制在 70 rpm, 直至受試者衰竭為止 (王鶴森, 2001)。

2. $\dot{V}O_{2max}$ 之判定: 根據測量的結果配合

下列 $\dot{V}O_{2max}$ 的判定基準 (達到下列四項中的任三項, 則視為達到 $\dot{V}O_{2max}$), 判定受試者的 $\dot{V}O_{2max}$: (1) 當運動強度增加時, 耗氧量並無明顯增加; (2) 每分鐘換氣量超過 100 升; (3) 呼吸交換率在 1.1 以上; (4) 心跳率在最大預測值 ± 10 次/分範圍。

3. 運動強度 ($60\% \dot{V}O_{2max}$) 之設定: 以最大耗氧量測量所得之各個功率負荷及其相對耗氧量, 求得耗氧量與功率負荷之簡單直線迴歸方程式, 再依內插法分別求得每位受試者在 $60\% \dot{V}O_{2max}$ 運動強度時之功率負荷。

(二) 增補劑調配

本篇研究所使用的支鏈胺基酸粉末比例為白胺酸: 異白胺酸: 纈胺酸=2:1:1, 安慰劑為纖維素。將支鏈胺基酸粉末或纖維素填充於相同顏色膠囊中, 然後依照受試者體重計算其所需增補劑量, 增補劑量為 92 mg/kg BW, 每人總增補劑量範圍為 5.6 g - 7.3 g, 如此劑量的支鏈胺基酸在人體實驗中屬於中低劑量 (林政弘, 2000), 同時不會引起血液中鉍離子濃度過高而對身體產生負面影響 (Blomstrand, 2001), 目前沒有關於支鏈胺基酸毒性與運動的報告出現 (Shimomura, Murakami, Nakai, Nagasaki, & Harris, 2004)。

(三) 增補劑的選擇

關於本研究選用的增補劑量為 92 mg/kg BW，是根據 Shimomura et al. (2006, 2010) 的實驗結果，他們指出運動前短期增補 92-100 mg/kg BW 支鏈胺基酸，將可以啟動支鏈胺基酸對肌肉的保護機制，有效降低延遲性肌肉痠痛發生，達到延緩肌肉損傷的目的，因此本研究選用此劑量為增劑量。

(四) 中等強度運動測量之實施

本研究採用相依樣本、雙盲交叉的實驗設計，每位受試者需要完成 2 次實驗處理，實驗間隔 7 天。受試者在運動前 60 分鐘分別增補 92 mg/kg BW 支鏈胺基酸 (BCAA) 或安慰劑 (Placebo, PLA) 膠囊，之後進行 30 分鐘 60% $\dot{V}O_{2max}$ 的原地腳踏車運動。靜脈血液採集時間點：攝取增補劑前 (運動前 60 分鐘, Pre 60)、運動前立即 (Pre exe) 與運動後第 0、15、60 分鐘 (P0、P15、P60)，採血管在離心後取出血清用以檢測 CK 與 LDH，所有檢體皆在當天實驗完成後立即送檢驗中心進行檢驗。經由檢測結果，探討運動前增補支鏈胺基酸對肌肉損傷的影響。

四、資料處理

本研究所有統計數字以 (平均值 \pm 標準差) 的方式表示，並以 SPSS for Windows 17.0 版套裝軟體進行資料處理與分析。各項血液分析數據以二因子重複量數變異數分析 (two-way repeated measures ANOVA) 進行組間 (實驗處理) 與組內 (時間) 各採血點之差異檢定，並以 LSD 法進行事後比較；運動後立即與運動前 60 分鐘相比的 CK 增加百分比以成對 t 考驗檢定兩種處理間的差異，本研究皆以 $\alpha=.05$ 為顯著水準。

結果與討論

一、結果

(一) CK 濃度分析

本研究運動前、後 CK 數值經二因子重複量數變異數分析後，可知實驗處理與時間的交互作用未達顯著 ($F=2.70, p>.05$)，而實驗處理 ($F=7.42, p<.05$) 與時間因子 ($F=2.97, p<.05$) 方面有達到顯著差異，CK 數值的變異數分析摘要表如表二所示。

表二 不同處理與不同時間點 CK 數值變異數分析摘要表

變異來源		SS	df	MS	F
不同處理	(A)	21615.31	1.00	21615.31	7.42*
殘差	(S/A)	20379.59	7.00	2911.37	
不同時段	(B)	9163.30	4.00	2290.83	2.97*
交互作用	(A×B)	3412.25	4.00	853.06	2.70
殘差	(S/A×B)	8845.35	28.00	315.91	

* $p<.05$

針對時間因子進行事後比較結果顯示：8 位受試者不分實驗處理在 5 個時段的 CK 數值平均數，其中在運動後 15 與 60 分鐘

血中 CK 數值顯著低於運動後立即；在運動後立即血中 CK 數值未顯著高於運動前 60 分鐘。針對實驗處理因子進行事後比較結

果顯示：8 位受試者不分採血時間於 BCAA 處理下的 CK 數值顯著低於 PLA 處理下 CK 數值，CK 的細格與邊緣平均數摘要表如表三所示。運動後立即與運動前 60 分鐘比較下，BCAA 處理與 PLA 處理的 CK 增加

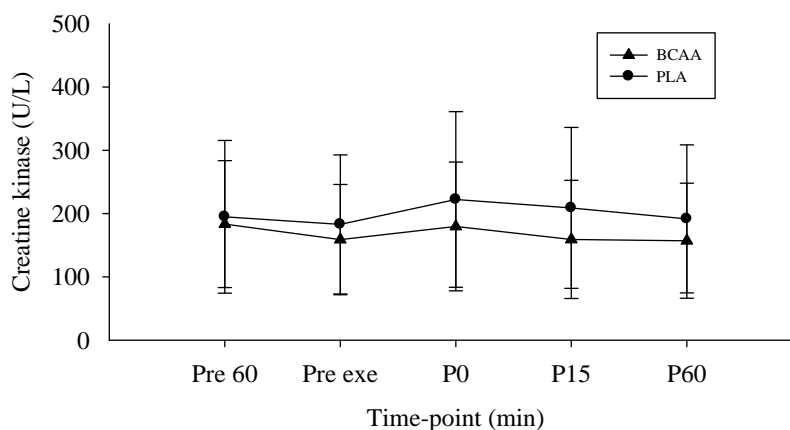
百分比數值分別為 $0.62 \pm 17.67\%$ 與 $14.03 \pm 6.77\%$ ，兩種處理間未達統計上的差異 ($p>.05$)，但是 BCAA 處理的增加百分比較低，圖一為各階段血清 CK 數值變化圖。

表三 CK 的細格與邊緣平均數摘要表 (單位：U/L)

	Pre 60	Pre exe	P0	P15	P60	邊緣平均數
BCAA	181.75	158.88	179.63	159.13	157.13	167.30 ^c
PLA	195.00	182.88	222.38	209.00	191.63	200.17
邊緣平均數	188.38	170.88	201.00	184.06 ^b	174.38 ^b	

^a 代表與運動前 60 分鐘 (Pre 60) 相比， $p<.05$ ；^b 代表與運動後立即 (P0) 相比， $p<.05$ ；

^c 代表與 PLA 處理相比， $p<.05$



圖一 各階段血清 CK 數值變化圖

附註：CK 的平均濃度以 (平均值±標準差) 表示，BCAA 表示支鏈胺基酸處理；PLA 表示安慰劑處理

(二) LDH 濃度分析

本研究運動前、後 LDH 數值經二因子重複量數變異數分析後，可知實驗處理與時間的交互作用未達顯著 ($F=.59, p>.05$)，

而時間因子 ($F=2.94, p<.05$) 方面有達到顯著差異，LDH 數值的變異數分析摘要表如表四所示。

表四 不同處理與不同時間點 LDH 數值變異數分析摘要表

變異來源		SS	df	MS	F
不同處理	(A)	2668.05	1	2668.05	1.23
殘差	(S/A)	15138.15	7	2162.59	
不同時段	(B)	11392.33	4	2848.08	2.94*
交互作用	(A×B)	2104.08	4	526.02	.59
殘差	(S/A×B)	25042.73	28	894.38	

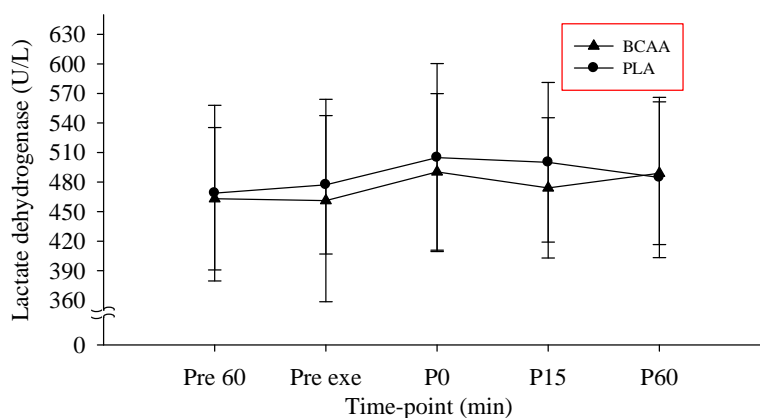
* $p < .05$

針對時間因子進行事後比較結果顯示：8 位受試者不分實驗處理在 5 個時段的 LDH 數值平均數，其中在運動後立即、運動後 15 與 60 分鐘血中 LDH 數值顯著高於運動前 60 分鐘。由於實驗處理因子的主要效果檢定未達顯著表示 8 位受試者不分採血時間於 BCAA 處理下的 LDH 數值與 PLA 處理下的 CK 數值兩種處理間沒有差異。

LDH 的細格與邊緣平均數摘要表如表五所示。運動後立即與運動前 60 分鐘比較下，BCAA 處理與 PLA 處理的 LDH 增加百分比數值分別為 $5.83 \pm 4.26\%$ 與 $7.85 \pm 5.85\%$ ，兩種處理間未達統計上的顯著差異 ($p > .05$)，但是 BCAA 處理的增加百分比比較低。圖二呈現各階段血清 LDH 數值的變化圖。

表五 LDH 的細格與邊緣平均數摘要表 (單位：U/L)

	Pre 60	Pre exe	P0	P15	P60	邊緣平均數
BCAA	463.13	461.25	490.38	474.13	489.00	475.58
PLA	468.75	477.25	504.88	500.13	484.63	487.13
邊緣平均數	465.94	469.25	497.63 ^a	487.13 ^a	486.81 ^a	

^a 代表與運動前 60 分鐘 (Pre 60) 相比， $p < .05$ ；^b 代表與運動後立即 (P0) 相比， $p < .05$ ；^c 代表與 PLA 處理相比， $p < .05$ 

圖二 各階段血清 LDH 數值變化圖

附註：LDH 的平均濃度以 (平均值±標準差) 表示，BCAA 表示支鏈胺基酸處理；PLA 表示安慰劑處理

二、討論

由二因子重複量數變異數分析結果發現 CK 與 LDH 兩種肌肉損傷指標的時間因子皆達顯著，表示不論有無增補支鏈胺基酸，30 分鐘 60 % $\dot{V}O_{2max}$ 的中等強度運動可以顯著引起血液中 CK 與 LDH 數值變化。同時分析運動前、後受試者的 CK 與 LDH 數值，發現此兩種指標數值未大幅超出正常範圍 (CK: 30-170 U/L; LDH: 313-618 U/L)，顯示 30 分鐘 60 % $\dot{V}O_{2max}$ 的固定式腳踏車運動會顯著改變體內 CK 與 LDH 數值，但不會過度提升，這樣的實驗結果與最近的實驗證據相符 (Shimomura et al., 2010; Skishahr, Siahkohian, & Roohi, 2008; Tartibian, Azadpoor, & Abbasi, 2009)。

本研究主要結果發現，於運動前 60 分鐘增補支鏈胺基酸，不論採血時間，BCAA 處理下的 CK 數值平均數顯著低於 PLA 處理，而 LDH 數值無此現象發生。這樣的實驗結果與許多研究的實驗證據相符 (Coombes et al., 2000; Greer, Woodard, White, Arguello, & Haymes, 2007; Matsumoto et al., 2009)，然而上述文獻都是連續增補、高強度與長時間的運動設計，本研究是運動前單次增補，運動強度與持續時間則是依據美國運動醫學會建議的處方設計，因此能觀察到健身運動前增補支鏈胺基酸會影響 (降低) CK 數值，對於每週需要最少 5 次中等強度的健身運動而言有正面的幫助。

此外，本研究中血清 CK 與 LDH 數值的變化情形如圖一與圖二所示，分別從時間因子的 5 個水準來看，在運動後立即、

運動後 15 分鐘與運動後 60 分鐘的採血點上，8 位受試者接受 BCAA 處理的 CK 數值有低於接受 PLA 處理血中 CK 數值的趨勢，顯示增補支鏈胺基酸可以影響運動後恢復期的 CK 數值，同時對 CK 數值的影響，可持續到運動後 60 分鐘；在運動後立即、運動後 15 分鐘的採血點上，8 位受試者接受 BCAA 處理的 LDH 數值有低於接受 PLA 處理血中 LDH 數值的趨勢，在運動後 60 分鐘，兩種處理間的 LDH 數值幾乎沒有差異，顯示增補支鏈胺基酸可以影響運動後恢復期的 LDH 數值，同時支鏈胺基酸對 LDH 數值的影響，在運動後 60 分鐘內就達到接近安靜的水準。由上述分析可知增補支鏈胺基酸對運動後恢復期 CK 與 LDH 數值都有降低的影響，但是考慮到實驗觀察的準確性，當探討中等強度運動下增補支鏈胺基酸對肌肉損傷的影響時，CK 似乎是比较 LDH 為最佳的觀察指標。

由本研究的數據可知 30 分鐘 60% $\dot{V}O_{2max}$ 固定式腳踏車運動不會引發體內 CK 與 LDH 數值劇烈變化，因此對運動後恢復上呈現正面影響。同時關於時間與血液指標變化的情形，其中值得特別注意的是在運動後立即與運動前 60 分鐘相比較下，CK 與 LDH 數值的增加百分比，BCAA 處理的增加百分比皆低於 PLA 處理，顯示在 30 分鐘 60% $\dot{V}O_{2max}$ 的中等強度運動前增補支鏈胺基酸，有減緩體內 CK 與 LDH 數值變化幅度的趨勢。

最後，2009 年美國運動醫學會對健康成人的運動建議較歷年的運動強度降低，但是提高每週運動頻率，同時加入兩種強度 (中強與低強) 的運動處方，並建議合

併互補來使用的處方，以達到維持心肺適能的作用，運動處方在這樣的變化趨勢下，每週高頻率的健身運動也將會對肌肉產生負擔，因此適當評估進行中等強度運動後肌肉損傷指標 CK 與 LDH 數值的變化是很重要的，由本研究結果可知，單次 30 分鐘 60% $\dot{V}O_{2max}$ 的中等強度運動不會引起體內 CK 與 LDH 數值劇烈的變化，但在進行每週 3-5 次的健身運動後，其影響仍須評估。

結論與建議

一、結論

本研究經二因子重複量數變異數分析後，可知 CK 數值在實驗處理因子方面有達到顯著差異 ($F=7.42$, $p<.05$)，分析結果可知：BCAA 處理的 CK 數值顯著低於 PLA 處理 (BCAA: 167.30 ± 90.55 U/L ; PLA:

200.17 ± 117.46 U/L, $p<.05$)，因此進行中等強度運動前 60 分鐘，單次增補 92 mg/kg BW 支鏈胺基酸將可降低體內 CK 數值。

二、建議

未來如果要進行更深入的研究，可將採血時間由運動後 60 分鐘往後延長至運動後 24-72 小時，或選擇其他更有立即性的指標，如此可以獲得更快速的生理回饋。同時關於受試者的選擇，可以選擇靜式生活的大學生，如此更能真實探討中等強度運動前增補支鏈胺基酸，對一般民眾在運動後 CK 與 LDH 數值的影響。為了能更接近美國運動醫學會所建議的處方，未來可以探討增加運動頻率後對各項肌肉損傷指標的影響，期待能提供健身運動者與運動教練更多實際訓練時的參考。

引用文獻

- 王鶴森 (2001)。月經週期對換氣閾值及運動時生理反應的影響。體育學報, 31, 229-238。
- 林政弘 (2000)。補充支鏈胺基酸對耐力運動員運動表現及生化值之影響。私立輔仁大學體育系研究所碩士論文，未出版，台北縣。
- American College of Sports Medicine. (1998). Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(6), 975-991.
- American College of Sports Medicine. (2009). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (8th ed.). Lippincott: Williams and Wilkins.
- Blomstrand, E. (2001). Amino acids and central fatigue. *Amino Acids*, 20, 25-34.
- Bolster, D.R., Jefferson, L.S., & Kimball, S.R. (2004). Regulation of protein synthesis associated with skeletal muscle hypertrophy by insulin-, amino acid- and exercise-induced signalling. *The Proceedings of the Nutrition Society*, 63, 351-356.
- Byrnes, C., Twist, C., & Eston, R. (2004). Neuromuscular function after exercise-induced muscle damage. *Sports Medicine*, 34(1), 49-69.
- Clarkson, P. M. (1997). Eccentric exercise and muscle damage. *International Journal of Sports Medicine*, 18, S314-S317.
- Coombs, J.S., & McNaughton, L.R. (2000). Effects of branched-chain amino acid supplementation on serum creatine kinase and lactate dehydrogenase after prolonged exercise. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40, 240-246.
- Garlick, P. J. (2005). The role of leucine in the regulation of protein metabolism. *The Journal of Nutrition*, 135, 1553S-1556S.
- Greer, B. K., Woodard, J. L., White, J. P., Arguello, E.

- M., & Haymes, E. M. (2007). Branched-chain amino acid supplementation and indicators of muscle damage after endurance exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 17, 595-607.
- Haskell, W. L., Lee, I. M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., et al. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(8), 1423-1434.
- Karlsson, H. K., Nilsson, P. A., Nilsson, J., Chibalin, A. V., Zierath, J. R., & Blomstrand, E. (2004). Branched-chain amino acids increase p70S6k phosphorylation in human skeletal muscle after resistance exercise. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism*, 287(1), E1-E7.
- MacLean, D. A., Graham, T. E., & Saltin, B. (1994). Branched-chain amino acids augment ammonia metabolism while attenuating protein breakdown. *American Journal of Physiology*, 267, E1010-E1022.
- Matsumoto, K., Koba, T., Hamada, K., Sakurai, M., Higuchi, T., & Miyata, H. (2009). Branched-chain amino acid supplementation attenuates muscle soreness, muscle damage and inflammation during an intensive training program. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 49, 424-431.
- Matsumoto, K., Mizuno, M., Mizuno, T., Hansen, B. D., Lahoz, A., Bertelsen, V., et al. (2007). Branched-chain amino acids and arginine supplementation attenuates skeletal muscle proteolysis induced by moderate exercise in young individuals. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 531-538.
- Nieman, D. C., Henson, D. A., Austin, M. D., & Brown, V. A. (2005). Immune response to a 30-minute walk. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(1), 57-62.
- Overgaard, K., Fredsted, A., Hyldal, A., Ingmann, T., Gissel, H., & Clausen, T. (2004). Effects of running distance and training on Ca^{2+} content and damage in human muscle. *Medicine Science and Sports in Exercise*, 36(5), 821-829.
- Romeo, J., Pavon, D. J., Borunda, M. C., Warnberg, J., Martinez, S. G., Castillo, M. J., et al. (2008). Immunological changes after a single bout of moderate-intensity exercise in a hot environment. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 64(3), 197-204.
- Sarah, R. J., Oliver, C. W., Asker, E. J., & Kevin D. T. (2010). Branch-chain amino acid ingestion can ameliorate soreness from eccentric exercise. *Medicine Science and Sports in Exercise*, 42(5), 962-970.
- Shimomura, Y., Inaguma, A., Watanabe, S., Yamamoto, Y., Muramatsu, Y., Bajotto, G., et al. (2010). Branched-chain amino acid supplementation before squat exercise and delayed-onset muscle soreness. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 20, 236-244.
- Shimomura Y., Murakami T., Nakai N., Nagasaki M., & Harris R. A. (2004). Exercise promotes BCAA catabolism: effect of BCAA supplementation on skeletal muscle during exercise. *Journal of Nutrition*, 134, 1583S-1587S.
- Shimomura, Y., Yamamoto, Y., Bajotto, G., Sato, J., Murakami, T., Shimomura, N., et al. (2006). Nutraceutical effects of branched-chain amino acids on skeletal muscle. *The Journal of Nutrition*, 136, 529S-532S.
- Skishahr, F. S., Siahkohian, M., & Roohi, B. N. (2008). Influence of aerobic exercise at high and moderate intensities on lipid peroxidation in untrained men. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48, 515-521.
- Tang, F. G. (2006). Influence of branched-chain amino acid supplementation on urinary protein metabolite concentrations after swimming. *Journal of the American College of Nutrition*, 25(3), 188-194.
- Tartibian, B., Azadpoor, N., & Abbasi, A. (2009). Effects of two different type of treadmill running on human blood leukocyte populations and inflammatory indices in young untrained men. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 49, 214-223.
- Warren, G. L., Lowe, D. A., & Armstrong, R. B. (1999). Measurement tools used in the study of eccentric contraction-induced injury. *Sports Medicine*, 27(1), 43-59.
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (1999). *Physiology of Sport and Exercise* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Wulschleger, S., Loewith, R., & Hall, M. N. (2006). mTOR signaling in growth and metabolism. *Cell*, 124, 471-484.

The Effects of Branched-Chain Amino Acid Supplementation before Moderate Exercise on Indices of Muscle Damage

Chen, Shing-Ying^{1*} Lin, Jung-Charng²

¹Department of Physical Education, National Taiwan Normal University

²Graduate Institute of Sports Coaching Science, Chinese Culture University

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to examine the effect of branched-chain amino acid (BCAA) supplementation on indices of muscle damage. **Methods:** Eight healthy active college students participated in a double-blinded crossover study. The subjects ingested either 92 mg/kg BW of BCAA (BCAA) or placebo (PLA) capsules 60 min before exercise respectively. They exercised at 60% $\dot{V}O_{2max}$ on cycle ergometer for 30 minutes. Blood samples were collected prior to supplementation, immediately prior to exercise, and 0, 15, 60 min after cycling (P0, P15, P60) for analysis of creatine kinase (CK) and lactate dehydrogenase (LDH). The data were analyzed by two-way repeated measures ANOVA and significance was accepted at $\alpha=.05$. **Results:** No interactions between treatment and timing were found. Significant main effect was found for treatment and timing on CK and for the main effect of treatment, BCAA's response of CK were significantly lower than PLA (BCAA: 167.30 ± 90.55 U/L; PLA: 200.17 ± 117.46 U/L, $p<.05$). Significant main effect was found for timing on LDH. **Conclusions:** These results indicate that supplementary BCAA 60 min before cycling decreased serum concentrations of the intramuscular enzymes CK after moderate cycling exercise. The effects of BCAA supplementation are suggested to reduce the risk of muscle damage.

Key words: cycle ergometer, creatine kinase, lactate dehydrogenase

Corresponding author: Chen, Shing-Ying

Tel: +886-2-7734-3198

Submitted for publication: 2010.10

Address: 9F., No.7, Aly. 9, Ln. 29, Zhuangjing St., Xizhi Dist.,
New Taipei City 221, Taiwan (R.O.C.)

E-mail: babysunnylove@yahoo.com.tw

Accepted for publication: 2010.12