

## β- 丙胺酸增補對氧化壓力影響之探討

邱琴瑟<sup>1</sup> 郭堉圻<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> 臺北海洋技術學院

<sup>2</sup> 國立臺北護理健康大學

\* 通訊作者：郭堉圻

通訊地址：112 臺北市北投區明德路 365 號

E-mail: yuchi@ntunhs.edu.tw

DOI: 10.6167/JSR/2016.25(1)3

投稿日期：2016 年 3 月 接受日期：2016 年 5 月

### 摘 要

激烈運動會產生過多的自由基 (free radicals)，造成氧化傷害，然而人體骨骼肌中富含肌肽 (carnosine) (β-alanyl-L-histidine)，是由 β- 丙胺酸 (β-alanine) 與組胺酸 (L-histidine) 所組成的一種雙胍肽，其中組胺酸的咪唑環 (imidazole ring) 含有較佳的抗氧化活性，能夠螯合金屬銅離子、緩衝 pH 值等、增加鈣離子釋放，間接的降低自由基產生。研究指出增補 β-alanine 能夠增加肌肉中的肌肽含量，促進短時間高強度及中長距離的耐力性運動 (3 ~ 10 分鐘) 表現，然而也有研究指出，增補肌肽後對於運動後抗氧化只有些微的正向影響。因此，對於肌肽在人體內的抗氧化機轉仍有待釐清的必要性，另建議未來可針對不同性別、年齡及不同運動方式後，所產生的氧化壓力反應去做探討。

**關鍵詞：**肌肽、組胺酸、自由基

## 壹、前言

在高強度的運動過程中，細胞內 ATP 和肝醣等物質的能量消耗，以及 ADP、Pi、H<sup>+</sup> 等代謝物質的產生，會伴隨著自由基顯著增加。相對地人體本身也會有抗氧化物質的產生，如超氧化物歧化酶 (superoxidase dismutase, SOD)、過氧化氫 (catalase, CAT) 與穀胱甘肽 (glutathione peroxidase, GPX) 等，都可預防自由基的過度產生。但對於經常參與運動訓練或是長時間運動的運動員而言，仍會因運動而產生過多的自由基，而導致體內的抗氧化酶無法與之抗衡，產生氧化壓力 (oxidative stress)，甚至造成氧化傷害 (劉錫崑、曾文培，2006；Begum, Cunliffe, & Leveritt, 2005；Fisher-Wellman & Bloomer, 2009)。

有研究顯示運動表現與抗氧化能力有關，研究指出運動促使 H<sup>+</sup> 上升，導致自由基的產生，因此影響 Ca<sup>2+</sup> 對肌肉收縮過程的參與，也可能藉由影響 ATPase 使的 ATP 無法受到活化，導致降低肌肉的運動表現，然而研究中發現人體肌肉中富含肌肽，大約每公斤 20 毫摩爾 (mmol/kg)，且男性高於女性；在不同肌肉纖維含量上，第二類型顯著高於第一類型 (Begum et al., 2005；Xu, Zweier, & Becker, 1997)。

肌肽在臨床研究上具有抗氧化和抗醣化的功能，並對氧化性或炎症性疾病有預防或治療的功效，如阿茲海默氏症、腦中風、帕金森氏症、心血管局部缺血性損傷等，都有不錯的效果 (Guiotto, Calderan, Ruzza, & Borin, 2005；Hipkiss, 2000；

Reddy, Garrett, Perry, & Smith, 2005)。同時也具有緩衝 H<sup>+</sup> 和乳酸、調節骨骼肌收縮功能的作用，對於運動表現和運動後氧化的能力有所益處 (Begum et al., 2005；Culbertson, Kreider, Greenwood, & Cooke, 2010；Mannion, Jakeman, Dunnett, Harris, & Willan, 1992)，因此本文亦探討肌肽的抗氧化生理功能，以瞭解其對運動後氧化壓力的影響。

## 貳、肌肽結構與抗氧化功能

### 一、肌肽的分子結構與代謝

肌肽是一種天然生成物，由體內水溶性物質 β-丙胺酸與組胺酸組成的一種雙胍肽，藉由動物骨骼肌中的肌肽合成酶 (carnosine synthetase) 合成，富存於骨骼肌當中，在動物其他組織中，如血漿、肝臟與腎臟亦含有肌肽分解酶 (carnosinase)，能將肌肽分解後，透過血液運輸，進入肌肉形成肌肽，其中部分也有可能經由尿液排出體外 (李淑玲、傅正思，2011；Begum et al., 2005)。

Caruso et al. (2012) 在研究中指出肌肉中肌肽的合成主要有三個因素：(一) 肌肉纖維對於 β-alanine 的吸收速率；(二) 血清中肌肽合成酶活性，與 β-alanine 的食物攝取；(三) 肝臟對胺基酸的合成，以及骨骼肌的運輸。人體內的 β-alanine 是在肝臟形成，之後才藉由 Na<sup>+</sup> 和 Cl<sup>-</sup> 的運輸進入肌肉細胞，與組胺酸結合經由肌肽合成酶催化後才形成肌肽，不同肌肉纖維其吸收程度不同，人體內的 β-alanine 含量較

組胺酸來的少，因此  $\beta$ -alanine 有可能是合成肌肽的關鍵步驟之一 (Artioli, Gualano, Smith, Stout, & Lancha, 2010; Caruso et al., 2012; Harris et al., 2012; Stellingwerff, Decombaz, Harris, & Boesch, 2012)。

## 二、肌肽的抗氧化功能

在動物研究中就發現肌肽能夠降低硫代巴比妥酸反應物質 (thiobarbituric acid reactive substances, TBARS) 的產生，減緩脂質過氧化傷害 (Drafi et al., 2012)，有研究認為有可能是因為肌肽當中含有組胺酸，組胺酸中的咪唑環 (imidazole ring) 含有氮原子，其活性較大有較佳的抗氧化能力 (Begum et al., 2005; Culbertson et al., 2010)。除此之外，肌肽在抗氧化方面仍有許多功能 (圖 1)，分敘如下：

### (一) 金屬螯合 (Chelate) 作用

金屬螯合所指的是細胞與血液中金屬物質的凝聚力，之後經由腎臟與肝臟排除 (Culbertson et al., 2010; Kohen,

Yamamoto, Cundy, & Ames, 1988)，過去有研究利用肌肽以及其他肌肽衍生物，如 homocarnosine、anserine，來了解其抗氧化情形，發現都能抑制因氧化傷害所產生的金屬銅離子 ( $\text{Cu}^{2+}$ )，顯示對於金屬銅離子較能有效的螯合，可以抑制因抗壞血酸 (ascorbic acid) 加入  $\text{Cu}^{2+}$  而成氧化去氧鳥苷單磷酸 (deoxyguanosine)，而能夠間接抑制自由基的產生 (Kohen et al., 1988)。

### (二) 抗醣化 (Glycoxidation) 作用

Guiotto et al. (2005) 研究指出肌肽能夠清除脂質過氧化產物  $\alpha$ ,  $\beta$ -不飽和醛 (unsaturated aldehydes)，以抑制和其他非正常蛋白質產生交聯，產生蛋白質高度氧化，形成醣化終產物 (glycation end products, AGEs)，造成老化，也就是說肌肽除了作為一種抗氧化劑以外，也能夠做為一種抗醣化劑；而在 Hipkiss (2000) 的研究中則認為可能是透過幾個機制，使肌肽產生抗氧化與醣化的能力，首先是肌肽可促使氧化分子水解，因而在多肽的情況

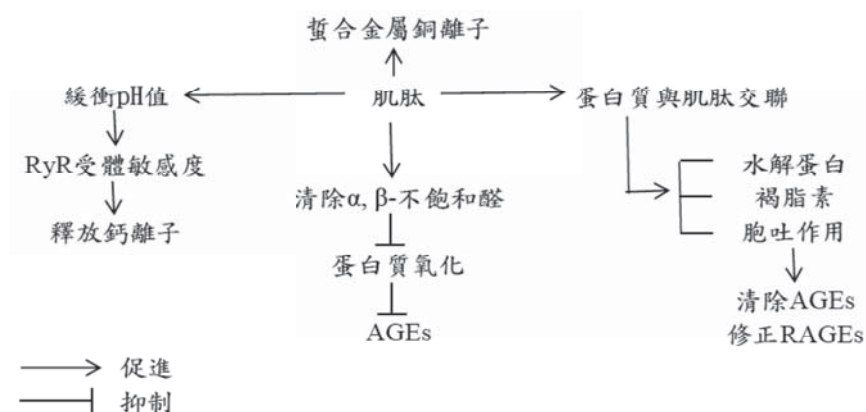


圖 1 肌肽增補對於肌肉中肌肽濃度與抗氧化能力的影響

資料來源：本研究整理。

下會促使產生蛋白質降解，或是藉由肌肽減緩老化／醯化蛋白羰基反應，產生脂褐素 (lipofuscin)，形成一般所謂的老人斑；另一則是肌肽可調節細胞的吞噬作用，用以清除 AGEs 和修正 AGE 受體 (AGE receptors, RAGEs)，修正自由基物種產生的訊號。

### (三) pH 值緩衝

人體在高強度的運動狀況下，會使體內的  $H^+$  和乳酸濃度上升，使 pH 值下降，促使紅血球細胞中的氧釋放到組織中形成自由基，肌肉細胞有可能會受到自由基的攻擊，造成氧化傷害，抑制肌漿網 (sarcoplasmic reticulum, SR)  $Ca^{2+}$ -ATPase 功能，使肌漿網鈣離子也無法有效運送，影響  $Ca^{2+}$  對於肌肉收縮過程的參與，自由基也會藉由攻擊 ATP 結合點，破壞 SR  $Ca^{2+}$ -ATPase，使 ATP 無法活化，使肌肉無法產生正常收縮，降低肌肉運動表現 (Begum et al., 2005; Xu et al., 1997)。

肌肽的分子結構中的咪唑環 (imidazole ring) pK 值為 6.83，接近細胞內 pH 值，且咪唑環中的氮分子可以接收  $H^+$ ，因此得以緩衝 pH 值，間接減緩氧化壓力的產生，另一方面肌肽能夠調節  $Ca^{2+}$  通道中 RyR 受器，增加  $Ca^{2+}$  釋放，也能調節 ATPase，催化 ATPase 活性，促使肌肉能在高強度的運動下維持收縮，增進肌肉運動表現 (Begum et al., 2005; Culbertson et al., 2010)。

肌肽的抗氧化功能包含了清除自由基、pH 質緩衝、螯合金屬離子、抑制細胞醯化 (glycoxidation) 等作用，在臨床上能

夠預防與治療氧化性傷害疾病，如阿茲海默氏症、腦中風、帕金森氏症、心血管局部缺血性損傷等，也能促進高強度的運動表現，但其抗氧化機制的影響目前仍不是很明確，有待進一步探討。

## 參、增補 $\beta$ 丙胺酸對肌肉肌肽濃度與抗氧化能力的影響

### 一、增補 $\beta$ -alanine 對肌肉中肌肽含量的影響

研究發現增補  $\beta$ -alanine 大約 30 ~ 45 分鐘後血液中的  $\beta$ -alanine 會快速的增加，但若單次增補超過 10 mg/kg (800 mg)，有可能引起身體不適，如臉、脖子、肩膀、胸部、臀部等區域性的神經性疼痛 (Harris et al., 2006)。

Harris et al. (2006) 研究以不超過安全劑量的範圍下，一天分次增補 3.2 g 或 6.4 g (一次 400 mg 或 800 mg)，增補 4 週，肌肉中肌肽含量就能顯著增加，分別為 42.1 和 64.2%，與 Hill et al. (2007) 的研究結果類似，該研究以 6.4 mg/day 為增補劑量，持續 10 週的增補，在第 4 週與第 10 週肌肉中肌肽含量分別增加 58.8% 和 80.1%，顯示增補的時間越長越能有效增加肌肉中肌肽含量，研究結果也發現增補前第二類型肌肉纖維中肌肽含量顯著高於第一類型肌肉纖維，約為 1.71 倍，但兩種不同類型的肌肉纖維，在增補過程中，肌肽含量的增加並沒有差異，作者認為  $\beta$ -alanine 增補對於肌肉中肌肽含量的增加

是有所限制的；另外有研究針對不同年紀的受試者做增補，Favero et al. (2012) 研究以 60 ~ 80 歲的受試者進行增補，一天增補 3.2 g，一次 1.6 g，增補 12 週，結果發現增補後受試者腓腸肌中的肌肽濃度增加了 85.4%。

在肌肽代謝的相關研究中發現，增補 6 週的  $\beta$ -alanine (4.8 g/day) 後，其肌肉中的  $\beta$ -alanine 效果，可持續到第 9 週後才恢復至基礎值，每周約下降 1 ~ 2%，由此得知增補過後的肌肽代謝是相當緩慢且穩定 (Baguet et al., 2009; Stellingwerff et al., 2012)，因此有研究建議人體最佳增補劑量為一天大約攝取 3 ~ 6 g，至少持續 4 週，就能有效地增加肌肽濃度 (> 50%)，並且每次增補不超過 800 mg (Stellingwerff et al., 2012)。

## 二、肌肉肌肽濃度改變對抗氧化能力的影響

從動物研究中發現，增補肌肽對於體內肌肽濃度並沒有影響，但同時增補肌肽和  $\alpha$ -生育酚 (a-tocopherol) 比只單獨增補  $\alpha$ -生育酚更能夠增加體內心臟、肝臟中的維生素 E 含量，且研究也指出肌肽增補能夠有效的減緩大鼠肌肉中的脂質過氧化 (Chan, Decker, Chow, & Boissonneault, 1994)。

Decker, Livisay, and Zhou (2000) 研究骨骼肌中肌肽濃度改變對於抗氧化能力的影響，發現肌肽濃度越高，對於酮離子的螯合能力越佳，認為肌肽的金屬螯合能力在骨骼肌中扮演比較重要的角色，同時肌

肽結構中的二肽會結合醛脂質過氧化物，以降低脂質過氧化物的產生。

## 肆、 $\beta$ -alanine 增補對運動表現與抗氧化能力的影響

Baguet, Bourgois, Vanhee, Achten, and Derave (2010) 研究中以優秀划船運動員為受試對象，一天增補 5 g，持續 7 週，有效增加肌肉中的肌肽含量，之後以四種不同距離 (100、500、2,000、6,000 m) 的划船運動做測量，研究結果指出肌肽濃度與運動時間表現成正向關係，發現除了增進短時間高強度運動表現，也可對中長距離的耐力運動 (3 ~ 10 分鐘以內) 表現有所助益。

Smith, Stout, Kendall, Fukuda, and Cramer (2012) 等人在研究中認為肌肽對於氧化壓力預防的機制有可能在於：一、調節  $H^+$ ，控制 pH 值 (間接降低氧化壓力)；二、幫助清除自由基，間接維護細胞膜與酶的完整性；三、鈣離子對於肌肉收縮的影響，其研究利用最大攝氧量測驗和 40 分鐘 (70 ~ 75% 峰值速度) 跑步機測驗進行研究，受試者為 24 位女性，分為實驗組與控制組，每位受試者一天增補  $\beta$ -alanine 或安慰劑三次，一次 1.6 g ( $2 \times 800$  mg)，增補 28 天，結果顯示實驗組有 7% 的受試者有輕微的負作用產生，兩組的運動力竭時間、最大攝氧量和換氣閾值 (ventilatory threshold, VT) 表現方面無明顯的交互作用，但在變化百分比方面，則有些微的改善效果；在抗氧化能力方面，測量兩組增補前、後血液中氧化壓力指標變化，並無明顯差異，只有在控制組增補後運動前

總抗氧化能力 (total antioxidant capacity, TAC) 指標顯著下降，作者認為長期的增補會於抗氧化能力是有影響的；另比較實驗組增補前後血液中穀胱甘肽 (glutathione, GSH) 和 8- 異前列腺素 (8-isoprostane, 8-iso) 的變化率，顯示穀胱甘肽和 8- 異前列腺素經增補過後有些微的改善，因此認為增補  $\beta$ -alanine 能有助於體內抗氧化能力的些微提昇。Belviranli, Okudan, Revan, Balci, and Gokbel (2016) 研究  $\beta$ -alanine 和 creatine 增補對氧化壓力 (MDA、TAC) 的影響，結果在安慰劑組、creatine 組、 $\beta$ -alanine 組和  $\beta$ -alanine + creatine 組，均無顯著差異。統整相關文獻，如表 1 所示。

## 伍、未來研究方向

綜合以上文獻，肌肉中肌肽的抗氧化功能，包含清除自由基、螯合金屬離子、抑制醱化作用、pH 質緩衝，在能夠治療及預防氧化性傷害的疾病；在增補方面，一天增補 3 ~ 6 g 的  $\beta$ -alanine 能增加肌肉中肌肽含量，但一次增補超過 800 mg 有可能會有負作用的產生，因此每次增補時建議不超過安全劑量範圍，避免產生負作用。

目前研究  $\beta$ -alanine 增補多使用在運動表現上，結果顯示能增進短時間高強度和中長距離高強度的運動表現，但對於  $\beta$ -alanine 在人體內抗氧化能力表現與機轉仍不太明確；以目前的文獻研究結果顯示，

表 1  $\beta$ -alanine 增補對肌肉中肌肽濃度與運動表現之影響

作者 (年代)	受試者	增補劑量		運動方式	增補後 肌肽濃度	運動時間 表現	抗氧化 能力
		(g/day)	週數				
Harris et al. (2006)	21 位健康男性	3.2	4 週		↑		
		4 ~ 6.4	4 週				
Hill et al. (2007)	25 位健康男性	4 ~ 6.4	10 週		↑		
Baguet et al. (2009)	20 位健康男性	4.8	6 週		↑		
Baguet et al. (2010)	18 位優秀划船選手 (17 位男性、1 位女性)	5	7 週	電動划船機 (100、500、2,000、6,000 m)	↑	↑	
Favero et al. (2012)	18 為健康老年人 (60 ~ 80 歲)	3.2	12 週	跑步機漸增測驗		↑	
				力竭測驗 (75% TLIM)		↑	
Smith et al. (2012)	24 位健康女性	4.8	4 週	最大攝氧量跑步機測驗 40 分鐘跑步機測驗 (70% PV)		—	—

資料來源：本研究整理。

註：TLIM (the limit of tolerance) = 最大耐力持續測驗；PV (peak velocity) = 峰值速度；↑ = 顯著上升；— = 未達顯著變化。

在中高強度運動後的抗氧化能力方面，仍有正反不同的結果，但在運動時間表現上，則無助益。因此建議未來仍可對  $\beta$ -alanine (肌肽) 在人體內抗氧化機制做深入的培析，並對不同性別和年齡者，配合高強度的運動，進一步探討肌肽的抗氧化能力效果。

## 參考文獻

1. 李淑玲、傅正思 (2011)。肌肽的生理功能及運動表現之探討。中華體育季刊，25(4)，611-619。
2. 劉錫崑、曾文培 (2006)。激烈運動造成氧化壓力之探討。彰化師大體育學報，6，202-213。
3. Artioli, G. G., Gualano, B., Smith, A., Stout, J., & Lancha, A. H. (2010). Role of beta-alanine supplementation on muscle carnosine and exercise performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(6), 1162-1173.
4. Baguet, A., Bourgois, J., Vanhee, L., Achten, E., & Derave, W. (2010). Important role of muscle carnosine in rowing performance. *Journal of Applied Physiology*, 109(4), 1096-1101. doi: 10.1152/jappphysiol.00141.2010
5. Baguet, A., Reyngoudt, H., Pottier, A., Everaert, I., Callens, S., Achten, E., ... Derave, W. (2009). Carnosine loading and washout in human skeletal muscles. *Journal of Applied Physiology*, 106(3), 837-842. doi: 10.1152/jappphysiol.91357.2008
6. Begum, G., Cunliffe, A., & Leveritt, M. (2005). Physiological role of carnosine in contracting muscle. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 15, 493-514.
7. Belviranli, M., Okudan, N., Revan, S., Balci, S., & Gokbel, H. (2016). Repeated supra-maximal exercise induced oxidative stress: Effect of  $\beta$ -alanine plus creatine supplementation. *Asian Journal of Sports Medicine*, 7(1), e26843.
8. Caruso, J., Charles, J., Unruh, K., Giebel, R., Learmonth, L., & Potter, W. (2012). Ergogenic effects of  $\beta$ -Alanine and carnosine: Proposed future research to quantify their efficacy. *Nutrients*, 4(7), 585-601. doi: 10.3390/nu4070585
9. Chan, W. K. M., Decker, E. A., Chow, C. K., & Boissonneault, G. (1994). Effect of dietary carnosine on plasma and tissue antioxidant concentrations and on lipid oxidation in rat skeletal muscle. *Lipids*, 29(7), 461-466. doi: 10.1007/bf02578242
10. Culbertson, J. Y., Kreider, R. B., Greenwood, M., & Cooke, M. (2010). Effects of Beta-Alanine on muscle carnosine and exercise performance: A review of the current literature. *Nutrients*, 2, 75-98. doi: 10.3390/nu2010075
11. Decker, E. A., Livisay, S. A., & Zhou, S. (2000). A re-evaluation of the antioxidant activity of purified carnosine. *Biochemistry (Moscow)*, 65(7), 766-770.
12. Drafi, F., Baueroova, K., Kuncirova, V., Ponist, S., Mihalova, D., Fedorova, T., ... Nosal, R. (2012). Pharmacological influence on processes of adjuvant arthritis: Effect of the combination of an antioxidant active substance with methotrexate. *Interdiscipl Toxicol*, 5(2), 84-91. doi: 10.2478/v10102-012-0015-4
13. Favero, S., Roschel, H., Solis, M., Hayashi,

- A., Artioli, G., Otaduy, M., ...Gualano, B. (2012). Beta-alanine (Carnosyn™) supplementation in elderly subjects (60-80 years): Effects on muscle carnosine content and physical capacity. *Amino Acids*, 43(1), 49-56. doi: 10.1007/s00726-011-1190-x
14. Fisher-Wellman, K., & Bloomer, R. J. (2009). Acute exercise and oxidative stress: A 30 year history. *Dynamic Medicine*, 8(1), 1-25. doi: 10.1186/1476-5918-8-1
15. Guiotto, A., Calderan, A., Ruzza, P., & Borin, G. (2005). Carnosine and carnosine-related antioxidants: A review. *Current Medicinal Chemistry*, 12(20), 2293-2315. doi: 10.2174/0929867054864796
16. Harris, R. C., Tallon, M. J., Dunnett, M., Boobis, L., Coakley, J., Kim, H. J., ...Wise, J. A. (2006). The absorption of orally supplied  $\beta$ -alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino Acids*, 30(3), 279-289. doi: 10.1007/s00726-006-0299-9
17. Harris, R. C., Wise, J. A., Price, K. A., Kim, H. J., Kim, C. K., & Sale, C. (2012). Determinants of muscle carnosine content. *Amino Acids*, 43(1), 5-12. doi: 10.1007/s00726-012-1233-y
18. Hill, C. A., Harris, R. C., Kim, H. J., Harris, B. D., Sale, C., Boobis, L. H., ...Wise, J. A. (2007). Influence of  $\beta$ -alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity. *Amino Acids*, 32(2), 225-233. doi: 10.1007/s00726-006-0364-4
19. Hipkiss, A. R. (2000). Carnosine and protein carbonyl groups: A possible relationship. *Biochemistry (Moscow)*, 65(7), 771-778.
20. Kohen, R., Yamamoto, Y., Cundy, K. C., & Ames, B. N. (1988). Antioxidant activity of carnosine, homocarnosine, and anserine present in muscle and brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 85(9), 3175-3179. doi: 10.1073/pnas.85.9.3175
21. Mannion, A. F., Jakeman, P. M., Dunnett, M., Harris, R. C., & Willan, P. L. T. (1992). Carnosine and anserine concentrations in the quadriceps femoris muscle of healthy humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 64(1), 47-50. doi: 10.1007/bf00376439
22. Reddy, V. P., Garrett, M. R., Perry, G., & Smith, M. A. (2005). Carnosine: A versatile antioxidant and antiglycating agent. *Sci Aging Knowledge Environ*, 2005(18), pe12.
23. Smith, A. E., Stout, J. R., Kendall, K. L., Fukuda, D. H., & Cramer, J. T. (2012). Exercise-induced oxidative stress: The effects of  $\beta$ -alanine supplementation in women. *Amino Acids*, 43(1), 77-90. doi: 10.1007/s00726-011-1158-x
24. Stellingwerff, T., Decombaz, J., Harris, R., & Boesch, C. (2012). Optimizing human in vivo dosing and delivery of  $\beta$ -alanine supplements for muscle carnosine synthesis. *Amino Acids*, 43(1), 57-65. doi: 10.1007/s00726-012-1245-7
25. Xu, K. Y., Zweier, J. L., & Becker, L. C. (1997). Hydroxyl radical inhibits sarcoplasmic reticulum  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase function by direct attack on the ATP binding site. *Circulation Research*, 80(1), 76-81. doi: 10.1161/01.res.80.1.76



# The Effect of $\beta$ -Alanine Supplements on Oxidative Stress

Chyn-Seh Chiou<sup>1</sup>, Yu-Chi Kuo<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Taipei College of Maritime Technology

<sup>2</sup>National Taipei University of Nursing and Health Sciences

\*Corresponding author: Yu-Chi Kuo

Address: No. 365, Mingde Rd., Beitou Dist., Taipei City 112, Taiwan (R.O.C.)

E-mail: yuchi@ntunhs.edu.tw

DOI: 10.6167/JSR/2016.25(1)3

Received: March, 2016 Accepted: May, 2016

## Abstract

While excess free radicals generated in intensive exercise may lead to oxidative damages, L-histidine, one of the building blocks of the abundant carnosine ( $\beta$ -alanyl-L-histidine, a dipeptide formed by  $\beta$ -alanine and L-histidine) in skeletal muscle, contains an imidazole ring which contributes to good antioxidative activity. It is able to form chelates with copper ions, provide buffering capacity, increase the release of calcium ions, and reduce the formation of free radicals in an indirect manner. Studies have shown that  $\beta$ -alanine supplements increase the level of carnosine in muscle, improves performance in temporary high intensity and moderate to long endurance exercise (which lasts for 3 ~ 10 minutes). However, some researches argued that carnosine supplements are associated with a slight increase in antioxidative capacity after exercise. This controversy warrants more effort on the mechanism of antioxidative activity of carnosine, and it is recommended to focus on the oxidative stress associated with different genders, age, and exercise.

**Keywords:** carnosine, L-histidine, free radicals

