

## 營養和運動介入對身體組成和肌肉力量之探討

### The impact of Exercise And Nutritional Supplements on Muscle Strength And Body Composition

楊坤瑜 *Kun-Yu Yang*

中國醫藥大學 運動醫學系 學士生

30 中國醫藥大學 運動醫學系 學士生

陳依靈 *Yi-Ling Chen*

中國醫藥大學 運動醫學系 助理教授

#### 摘要

現今全民健身風氣已相當風行，大家開始意識到肌肉力量、肌肉線條、體脂肪量等，而營養增補對於身體的表現也是有改善之效果；許多研究證明，蛋白質相關成份的營養攝取能協助肌肉蛋白合成、並減少肌肉損傷，亦能增進運動表現。儘管過去許多研究已指出蛋白質相關成份的營養補充對於肌肉表現與身體組成有提升之效果，但是較少有針對營養補充的時機及其效果做進一步的比較。因此，希望透過文獻探討的方式，了解不同的營養品的增補效用及補充時機的影響結果，以供從事健身運動的對象，可以選擇合適自己的營養品及攝取時間，以達到最大提升之效益。本文以文獻回顧的方式，依據關鍵字運動、營養增補、肌肉力量、身體組成、營養補充時機，透過華藝線上圖書館、PubMed 與 Science Direct 等網站尋找有關營養補充時機與運動之間的關聯，共參考 7 篇國內與 14 篇國外研究文獻來深入了解兩者之間的關係。多數研究表示在運動前增補營養，能使運動時產生更高的運動強度；空腹運動會使運動中的表現下降，但能提升脂肪燃燒率。但尚未有研究針對長期運動介入，對運動前後營養補充的比較，因此，無法獲得肌肉表現之差異。本研究顯示，不同的時段的營養增補對於運動後產生的效益不同，其中運動前補充營養，對於短期的力量表現最佳。

**關鍵詞：** 運動、營養增補、肌肉力量、身體組成、營養補充時機

**本文引用：**楊坤瑜、許原慈、陳依靈 (2022)。營養和運動介入對身體組成和肌肉力量之探討。休閒運動健康評論，11(2)，129-137。

通訊作者：陳依靈

通訊地址：621 嘉義縣民雄鄉文隆村鴨母坵 6-38 號

聯絡電話：0920555842

E-mail：yiling1017@mail.cmu.edu.tw

## ABSTRACT

Nowadays, workout trend has become quite popular. People are starting to be aware of their muscle strength, body shape and body fat et cetera. Nutritional supplements also have an improvement on physical performance. Several studies have shown that ingest protein-rich ingredients can help muscle protein to synthesize, reduce muscle injury and enhance exercise performance. Despite past studies have proved that supplements of protein has an positive impact on muscle performance and body composition, few studies focus on comparing the timing of supplementation and its effect. Therefore, we hope to find out the impact of the effect of different nutritional supplements and the timing of supplementation through literature review. Providing people who has engaged in workout to choose the best nutritional supplements and timing of supplementation to maximize the benefits. The article conducted a literature review using keywords like exercise, muscle strength, body composition, nutritional supplements, timing of supplementation. We searched the relationship between timing of supplementation and exercise through the databases Airiti Library, PubMed and ScienceDirect. We refer to total 7 domestic and 14 abroad research papers to make further exploration of the relationship between timing of supplementation and exercise. Most researches pointed out that take nutrient before exercise can provide higher intensity in exercise. Fasting would decline exercise performance but it can improve the rate of burning fat. However, there is no research focus on comparing the timing of nutritional supplements before/after exercise in the intervention of long-term exercise. Therefore, there is no difference in muscle performance. The study demonstrate that it has different benefits in different timing of supplementation in exercise. Among them, nutritional supplementation before exercise is the best for short-term strength performance.

**Key words: exercise, muscle strength, body composition, nutritional supplements, timing of supplementation.**

## 壹、前言

阻力訓練的盛行，有許多人都加入阻力訓練的行列，大多是為了提升力量表現或是讓自身的體態健康漸入佳境。許多研究證實，阻力訓練及營養的補充能增加運動表現及肌肉適能的提升，但是顯少有針對運動時增補營養品的時機之研究，因此，本研究將進行營養增補對身體組成之影響、營養增補對肌肉能力之影響及營養增補的時機等探討，期望能幫助相關人員對運動時營養增補的了解。

## 貳、營養增補對身體組成之影響

國內有許多關於運動營養的研究，發現營養補充在生理效益上得到許多助益（楊明達、陳淑枝、何孟霖、黃挺嘉、詹貴惠，2014）。肌力訓練運動或有氧運動後，立刻補充蛋白質營養（如：乳清蛋白或大豆蛋白），可使運動促進肌肉蛋白質合成效率產生加成效益，而提高肌肉組織的質量（胡家約、蔡秀純、陳喬男、王斐蒂、廖翊宏，2020）。本研究以肌酸、蛋白質與碳水化合物等進行增補來探討。

### 一、肌酸

服用肌酸會使體重上升，但研究指出上升的體重絕大部分是水分亦或是去脂體重（Bellinger, Bold, Wilson, Noakes, & Myburgh, 2000; Cox, Mujika, Tumilty, & Burke, 2002; Greenhaff, Bodin, Söderlund, & Hultman, 1994; Izquierdo, Ibañez, González-Badillo, & Gorostiaga, 2002; McNaughton, Dalton, & Tarr, 1998; Mihic, Macdonald, McKenzie, & Tarnopolsky, 2000; Snow et al., 1998），原因可能是肌酸刺激蛋白質的合成，使肌肉量增加，而造成體重上升（蔡彰佑、陳坤檸，2005）。也有學者認為增補肌酸的效果可能是伴隨衛星細胞的有絲分裂（Dangott, Schultz & Mozdziak, 2000）。

### 二、蛋白質與碳水化合物

有研究指出在阻力訓練搭配營養補充的介入與沒有介入營養補充的阻力訓練，肌肉質量與力量有顯著的增加（王馨云，2019）。對於營養增補的重要性也有研究指出對抗肌少症最有效的方法即是阻力訓練搭配著適當的營養增補（Paddon-Jones & Rasmussen, 2009）。提高運動能力與脂肪代謝能力便成為相輔相成的原理，另一篇研究更得出了綠茶萃取物能提高運動時的脂肪分解與氧化能力，並降低了碳水化合物的消耗使運動能力提升，降低氧化壓力以及運動後的發炎反應（張嘉珍、程一雄、徐孟達，2019）。

研究中在攝取蛋白質的同時，也會刺激肌肉合成並啟動組織修復，所以在長時間的運動中補充的營養劑應該包括醣類和蛋白質來當作基本實質的補充並促進骨骼肌的修復和重新塑造（Moore, Camera, Areta, & Hawley, 2014），而補充蛋白質搭配複合式訓練的介入方式能使年長者退化性關節炎患者之肌肉質量增長（廖峻德，2020）。有一研究表明，運動前補充足夠的乳清蛋白能增強脂肪的燃燒與利用，有效降低體脂肪並增加受體組織之重量，藉改善體組成增進運動效率（Demling & DeSanti, 2000），因此，乳清蛋白現今已普遍地被運動員使用。

## 參、營養增補對肌肉能力之影響

運動後產的生疲勞，如有運動營養的補充，使用醣類或蛋白質的營養增補劑做為對生理的消耗能量進行補充，且適量的補充醣類與蛋白質便為有效的補充方式之

一 (Ivy et al., 2002)。且這類運動營養品的補充，可以更有效提高有氧耐力的效能 (Ivy, Res, Sprague, & Widzer, 2003)。除此之外，具有蛋白質的醣類運動營養補充劑也可以有效減少肌肉的損傷 (Saunders, Kane, & Todd, 2004)。

### 一、肌酸

在許多文獻及研究中已經證實了肌酸的補充有助於間歇的運動能力上升 (Vandebuerie, Eynde, Vandenberghe, & Hespel, 1998)合成肌酸是運動員應用於增加運動表現以及強化肌肉量的主要目的，近年來有越來越多研究關於肌酸對於運動表現的影響，也有許多選手提出肌酸對於提升他們的運動成績有幫助，雖然。也有研究指出肌酸補充劑對持續時間少於 3 分鐘的上肢力量表現有顯著效果，最後研究發現人群生活習慣、訓練方式、補充劑量與持續運動時間與肌酸補充的效果無關 (Lanhers et al., 2017)。補充肌酸可增加瘦體重以及增加短時間、高強度運動中的力量、爆發力，這些效果已在實驗室中進行了廣泛研究，但在實際比賽中的研究有限 (Butts, Jacobs, & Silvis, 2018)。

### 二、蛋白質與醣類

在研究中發現在一瓶 355ml 的醣類飲料中 (26g) 加入蛋白質 (7.3g) 兩者比較下發現在加入蛋白質的醣類飲料中的肌肉修復能力高於只有醣類的補給 (Ivy et al., 2003; Saunders et al. 2004; Saunders, Luden, & Herrick, 2007; Saunders, Moore, Kies, Luden, & Pratt, 2009)。而在許多研究上已經確定同時採用蛋白質與醣類可以降低肌肉恢復所需的時間 (祁崇溥、甘乃文，2014)。

蛋白質是由 20 種標準胺基酸所組成的，而蛋白質在人體中是不可或缺的營養素之一。蛋白質在被消化吸收後，會進入游離胺基酸池，進行同化及異化作用，所謂同化作用是指蛋白質的合成代謝藉由體內的 DNA 合成所需的蛋白質或其他非蛋白質的產物，藉此轉化為非必需胺基酸；而異化作用則是蛋白質的分解代謝，可提供能量，而生酮、生糖性的胺基酸，則可以分解脂肪及葡萄糖。而在分解作用時，胺基酸在肝中去除胺基使胺基進入尿素循環，在肝中形成無毒的尿素 (巫錦霖、李寧遠，1993)。

根據研究估計大概有 80% 的游離胺基酸池存在肌肉中。在骨骼肌中胺基酸的分解能力是被受限的，只有支鏈胺基酸 (BCAA) 除外，BCAA 又包括了白胺酸、異白胺酸、結胺酸、天門冬胺酸、天門冬醯胺酸及麩胺酸 (巫錦霖、李寧遠，1993)。有研究指出經由每日補充 7.2 克的 BCAA 持續 5 周能使高齡族群的行走速度、握力與肌肉質量有顯著增加，而在停用 12 周後三方面都有顯著下降的趨勢 (柯俊宏，2018)。乳清蛋白中豐富的支鏈胺基酸能促使肌肉的合成及降低肌肉損傷，並藉由延緩中樞神經疲勞的機制而提升運動表現，且乳清蛋白能夠減少運動引起的氧化傷害並增加抗氧化劑—麩胱甘肽的濃度，進而增強運動員自身抗氧化能力，提升運動表現 (羅英琪、陳奕鳴、王國慧、黃啟彰，2015)。

## 肆、營養增補的時機

在運動的前、中、後進行營養的補充是個具有爭議性的問題。在國內的各個運動項目中，青少年羽球選手營養補充劑之使用率高達 94.2% (簡佑修、侯忠武、洪偉欽、蔡玄俊，2018)，女子社會甲組籃球選手營養補充劑使用也高率達 96.4% (方竹君，2014)，2013 宜蘭梅花湖全國鐵人三項選手則更是高達 99.6% (劉玉峯，2014)，上述是不同年齡層、性別與項目所組成，也代表著運動員在營養補充這方面是相當普及的，但其中有許多補充前後並沒有顯著的能力提升，有可能是補充時機不對的關係，這是探討此議題的關鍵原因之一。

有國外研究指出，分別兩組攝取同樣營養補充品以及一樣的訓練中，一組在起床後及睡覺前補充，另一組在訓練前及訓練後補充，後者的訓練效果較前者有明顯改善身體質量 (Paul, Andrew, Michael, & Alan, 2006)。近期的研究也指出在訓練後補充營養可以使骨骼肌與脂肪競爭養分來達到減少脂肪堆積的效果 (Kuo, & Harris, 2016)。

多數的研究表明在運動後立即給予醣類合併蛋白質或胺基酸補充，可顯著刺激骨骼肌的蛋白質合成與肌肉生長，具有提高訓練適應效果與運動表現之效益 (Koopman et al., 2006)。而在阻力訓練後，立即給予蛋白質或胺基酸補充，可使運動促進的肌肉蛋白質合成效率產生加成效益 (Esmarck et al., 2001)，但是鮮少人同時進行相同運動前、後增補相同的營養後，去比較不同時間的補充是否會影響運動表現或是肌肉生長的效果。

### 一、空腹運動

有研究指出空腹訓練不會對從事運動產生影響運動表現的過度生理負荷，並且會增加了游離脂肪酸的動員，此將有助提升肌肉利用脂肪作為能量受質的機會，但並不會延長高強度運動之運動至力竭時間，並由呼吸交換率顯示出脂肪利用量沒有增加現象，似乎與後段運動強度或是運動持續時間有關 (陳國生、方進隆，2020)。有研究指出在高強度運動中若能減少碳水化合物的使用，並且使脂肪利用率提升更能使疲勞發生的時間延後 (Close, Hamilton, Philp, Burke, & Morton, 2016)，而禁食更能達到肝醣的消耗殆盡以利於脂肪的動用。

### 二、運動前

運動前 2-4 小時補充碳水化合物與空腹訓練相比，能獲得更佳的運動表現。研究指出，升糖指數低的碳水化合物可為運動過程提供持續的能量，可提高運動耐力與表現。研究也指出，在運動前攝取高品質的蛋白質，如雞蛋、乳清蛋白、雞胸肉、魚肉、瘦牛肉、大豆蛋白等，可以幫助達到肌肉合成最佳化的目的 (何忠祐、林嘉俊、蘇柏維、邱凱楠、江建勳，2021)。在運動前及運動後補充蛋白質都能顯著增加肌力，兩者效果無顯著不同，但皆無法增加瘦肉體重 (Schoenfeld et al., 2017)。

### 三、運動後

有研究指出運動後即時 (1-5 小時) 或在運動後恢復期 (5-72 小時) 補充蛋白質，對成年人的肌肉適應反應是重要的 (Vliet, Beals, Martinez, Skinner, & Burd, 2018)，為了最大化運動表現及恢復效果，應於運動後立即補充蛋白質 (Cintineo, Arent, Antonio, & Arent, 2018)。運動後 2-4 小時內補充高升糖指數的碳水化合物，可刺激胰島素釋放，促進肌肉細胞吸收葡萄糖以及促進糖原合成。運動後肌肉纖維被破壞，需要攝取優質蛋白質促進肌肉修復，優質蛋白質包括雞蛋、雞胸肉、乳清蛋白、魚肉、瘦牛肉、大豆蛋白等 (何忠祐等，2021)。

### 伍、結語與未來研究方向

目前健身趨勢，筆者也開始著墨阻力訓練，希望能夠增加肌肉質量與減少體脂肪更能增加肌肉力量；但過去有關於阻力訓練的研究，甚少探討到營養補充的時機，近年來的肌力訓練研究雖然比比皆是，但是缺乏營養補充的完整研究。因此引起了我想在阻力運動前後配合 12 小時前是否有進食上做更精密的控制，因為有許多的人都認為運動前禁食 (空腹訓練)，可以讓身體更有效的使用脂肪做為能量，進而降低體重與燃燒脂肪。這樣的訓練邏輯也因為加速體重減輕、改善運動表現和具有其它潛在的健康好處，但此結果並無研究的支持。因此，想透過本文探討，了解運動前和空腹運動後補充營養對肌肉力量的表現影響。希望能透過此更了解該如何補充營養才是最適合自己的方式。

### 參考文獻

- 方竹君、王嘉吉、曹立妍 (2014)。女子社會甲組籃球選手使用營養補充劑之情形。 *大專體育學刊*, 16(1), 92-102。
- 王馨云 (2019)。營養對於肌少症老人之影響 (未出版碩士論文)。國立臺灣大學，台北市。
- 何忠祐、林嘉俊、蘇柏維、邱凱楠、江建勳 (2021)。運動營養學—運動營養補充建議。 *台北市醫師公會會刊*, 65(5), 28-29。
- 巫錦霖、李寧遠 (1993)。運動員蛋白質需要量之探討。 *中華體育季刊*, 7(2), 61-69。
- 祁崇溥、甘乃文 (2014)。碳水化合物與蛋白質共同增補對自行車運動後肌肉損傷及肝醣合成之探討。 *中華體育季刊*, 24(3), 50-63。
- 柯俊宏 (2018)。中老年肌少症影響因子探討與營養介入成效 (未出版碩士論文)。國立成功大學，台南市。
- 胡家約、蔡秀純、陳喬男、王斐蒂、廖翊宏 (2020)。慢性中風病人的運動復健與營養增補策略：可能生理機制與實務應用初探。 *體育學報*, 53(1), 1-2。
- 張嘉珍、程一雄、徐孟達 (2019)。綠茶萃取物增補對運動疲勞影響與未來應用潛力評估。 *體育學報*, 52(4), 423-437。
- 陳國生、方進隆 (2020)。晨間空腹對力竭性運動生理負荷及能量受質代謝之影響。 *運動教練科學*, 20, 33-45。
- 楊明達、陳淑枝、何孟霖、黃挺嘉、詹貴惠 (2014)。補充不同復水溶液對女子舉重選手復水效益及無氧動力的影響。 *大專體育學刊*, 16(4), 423-431。

- 廖峻德 (2020)。運動訓練合併飲食介入對老年下肢退化性關節炎患者之成效 (未出版博士論文)。國立臺灣大學，台北市。
- 劉玉峯 (2014)。臺灣鐵人三項運動選手使用營養補充劑之特性。大專體育學刊, 16(4), 440-449。
- 蔡彰佑、陳坤樺 (2005)。肌酸增補對肌肉纖維影響研究。大專體育, 76, 189-196。
- 簡佑修、侯忠武、洪偉欽、蔡玄俊 (2018)。青少年羽球選手之營養增補劑調查研究。嘉大體育健康休閒期刊, 17(2), 60-73。
- 羅英琪、陳奕鳴、王國慧、黃啟彰 (2015)。運動營養補充品乳清蛋白之多樣生物活性探討。運動教練科學, 37, 105-121。
- Bellinger, B. M., Bold, A., Wilson, G. R., Noakes, T. D., & Myburgh, K. H. (2000). Oral creatine supplementation decreases plasma markers of adenine nucleotide degradation during a 1-h cycle test. *Acta Physiologica Scandinavica*, 170(3), 217-224.
- Butts, J., Jacobs, B., & Silvis, M. (2018). Creatine use in sports. *Sports Health*, 10(1), 31-34.
- Cintineo, H. P., Arent, M. A., Antonio, J., & Arent, S. M. (2018). Effects of protein supplementation on performance and recovery in resistance and endurance training. *Frontiers in Nutrition*, 5, 83.
- Close, G. L., Hamilton, D. L., Philp, A., Burke, L. M., Morton, J. P. (2016). New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. *Free Radical Biology and Medicine*, 98, 144-158.
- Cox, G., Mujika, I., Tumilty, D., & Burke, L. (2002). Acute creatine supplementation and performance during a field test simulating match play in elite female soccer players. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 12(1), 33-46.
- Dangott, B., Schultz, E., & Mozdziak, P. E. (2000). Dietary creatine monohydrate supplementation increases satellite cell mitotic activity during compensatory hypertrophy. *International Journal of Sports Medicine*, 21(1), 13-16.
- Demling, R. H., & DeSanti, L. (2000). Effect of a hypocaloric diet, increased protein intake and resistance training on lean mass gains and fat mass loss in overweight police officers. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 44(1), 21-29.
- Esmarck, B., Andersen, J. L., Olsen, S., Richter, E. A., Mizuno, M., & Kjær, M. (2001). Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. *The Journal of Physiology*, 535(1), 301-311.
- Greenhaff, P. L., Bodin, K., Söderlund, K., & Hultman, E. (1994). Effect of oral creatine supplementation on skeletal muscle phosphocreatine resynthesis. *American Journal of Physiology*, 266, E725-E730.
- Ivy, J. L., Goforth, H. W. Jr., Damon, B. M., McCauley, T. R., Parsons, E. C., Price, T. B. (2002). Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1337-44.
- Ivy, J. L., Res, P. T., Sprague, R. C., & Widzer, M. O. (2003). Effect of a carbohydrate-protein supplement on endurance performance during exercise of varying intensity. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 13(3), 382-395.
- Izquierdo, M., Ibañez, J., González-Badillo, J. J., & Gorostiaga, E. M. (2002). Effects of creatine supplementation on muscle power, endurance, and sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(2), 332-343.
- Koopman, R., Verdijk, L., Manders, R. J., Gijzen, A. P., Gorselink, M., Pijpers, E., Wagenmakers, A. J., & van Loon, L. J. (2006). Coingestion of protein and leucine stimulates muscle protein synthesis rates to the same extent in young and elderly lean men. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 84(3), 623-632.
- Kuo, C. H., & Harris, M. B. (2016). Abdominal fat reducing outcome of exercise training:

- fat burning or hydrocarbon source redistribution? *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 94(7), 695-698.
- Lanhers, C., Pereira, B., Naughton, G., Trousselard, M., Lesage, F. X., & Dutheil, F. (2017). Creatine supplementation and upper limb strength performance: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 47,163-173.
- McNaughton, L. R., Dalton, B., & Tarr, J. (1998). The effects of creatine supplementation on high-intensity exercise performance in elite performers. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 78(3), 236-240.
- Mihic, S. A., Macdonald, J. R., McKenzie, S., & Tarnopolsky, M. A. (2000). Acute creatine loading increases fat-free mass, but does not affect blood pressure, plasma creatinine, or CK activity in men and women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(2), 291-296.
- Moore, D. R., Camera, D. M., Areta, J. L., & Hawley, J. A. (2014). Beyond muscle hypertrophy: Why dietary protein is important for endurance athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(9), 987-997.
- Paddon-Jones, D. & Rasmussen, B. (2009). Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 12(1), 86-90.
- Paul, J. C., Andrew, D. W., Michael, F. C., Alan, H. (2006). The effect of whey isolate and resistance training on strength, body composition, and plasma glutamine. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 16(5), 494-509.
- Saunders, M. J., Kane, M. D., & Todd, M. K. (2004). Effects of a carbohydrate-protein beverage on cycling endurance and muscle damage. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(7), 1233-1238.
- Saunders, M. J., Luden, N. D., & Herrick, J. E. (2007). Consumption of an oral carbohydrate-protein gel improves cycling endurance and prevents postexercise muscle damage. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 678-684.
- Saunders, M. J., Moore, R. W., Kies, A. K., Luden, N. D., & Pratt, C. A. (2009). Carbohydrate and protein hydrolysate coingestions improvement of lateexercise time-trial performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 19(2), 136-149.
- Schoenfeld, B. J., Aragon, A. A., Wilborn, C., Urbina, S. L., Hayward, S. E., & Krieger, J. (2017). Pre- versus post-exercise protein intake has similar effects on muscular adaptations. *PeerJ*, 5(4), e2825.
- Snow, R. J., McKenna, M. J., Selig, S. E., Kemp, J., Stathis, C. G., & Zhao, S. (1998). Effect of creatine supplementation on sprint exercise performance and muscle metabolism. *Journal of Applied Physiology*, 84(5), 1667-1673.
- Vandebuerie, F., Eynde, B. V., Vandenberghe, K. & Hespel, P. (1998). Effect of creatine loading on endurance capacity and sprint power in cyclists. *International Journal of Sports Medicine*. 19(7), 490-495.
- Vliet, S. V., Beals, J. W., Martinez, I. G., Skinner, S. K., & Burd, N. A. (2018). Achieving optimal post-exercise muscle protein remodeling in physically active adults through whole food consumption. *Nutrients*, 10(2), 224.