

脂肪攝取對運動表現之影響

李昭慶 / 國立台北商業大學體育室
陳逸政、黃谷臣 / 淡江大學體育事務處

摘 要

脂肪是人體內含量最多的能量來源，因此本文嘗試探討脂肪攝取對運動表現的影響。經過文獻探討後，本文獲致下列結語：運動員因訓練或比賽而消耗較一般人為多的能量，因此須注意均衡的營養補給，以維持適當的能量來源及身體組成；補充共軛亞麻油酸及魚油，已被認為具有抗氧化、減肥、增加骨骼肌合成和代謝、提升肌力，抗癌、防止動脈粥狀硬化、提升免疫能力等功效，魚油補充也被發現似乎會促進肝醣分解與代謝 及提高最大攝氧量，提升疲勞運動後雄性激素的活性狀態，以及調節免疫內分泌功能等；然而，目前的實證研究結果仍不足以確認額外攝取脂肪或補充共軛亞麻油酸及魚油是否會對運動表現具有正面效益。

通訊作者：李昭慶 E-mail:piggy@ntub.edu.tw

壹、前言

運動選手想要提升運動成績表現，除要有優異的技術與適當的訓練計劃，運動員的營養補充越來越受到重視。合理的營養補給關係著運動選手身體的健康狀況、體型的發展和運動能力的優劣，同時也是運動選手保持最佳身體狀況以及競技水準的重要因素之一，對運動成績表現有著直接的影響。人體所需的營養素有醣類(碳水化合物)、脂肪、蛋白質、維他命、礦物質和水，一般人在均衡飲食中即可獲的適當營養素。隨著運動科技的迅速發展，運動營養在體育運動領域中的作用與地位越來越受到關注，由於運動員在訓練或比賽中所需要的能量較一般人多，運動員的飲食上，除需兼顧到各項營養素的補充，充足的能量攝取才能滿足運動訓練時所需的熱量。在人體所需的營養素中，脂肪是人體內最多的能量物質，其儲存量也遠大於醣類，無論是安靜時或是運動中脂肪都是人體不可或缺的能量來源。由於近年來運動科學與生物科技的蓬勃發展，運動科學研發出不少增進運動能力的增強方法，市面上同時也出現許多宣稱能改善體能與運動表現的營養補充劑，被一些運動教練和選手視為是運動增強劑 (ergogenic aids)。一直以來運動科學對於運動能力的營養補充大多放在醣類（碳水化合物）的代謝，雖然醣類及脂肪均可用作運動時的燃料，但人體把脂肪轉化成能量的過程相對緩慢，所以醣類始終是運動時能量來源的首選。不過，當人體內的醣類儲備隨著運動時間的持續而顯著下降時，即須靠脂肪來提供能量，而運動的表現也可能會隨之而下降。本文擬就人體中儲存最多的能量-脂肪，與運動能力的相關問題，以及運動員在日常膳食外是否需要補充脂肪加以探討。

貳、脂肪與運動能力的關係

脂肪提供能量主要是利用脂肪酸氧化，其氧化過程大多是在肝臟和肌肉中進行。由於脂肪的動員、轉換以及脂肪酸的分解過程較為繁複、耗時且效率差，一般是長時間、中低強度運動時的主要能量（徐曉陽，2005）。一般人開始運動時肌肉中如果肝醣儲存量過低，肝醣很快就會耗盡而導致運動停止；而一位訓練有素的運動員從事運動訓練時能夠提高脂肪的利用率（Brooks, 1997）。已有研究證實，無論是口服脂肪酸或靜脈注射都可能提高血漿中游離脂肪酸的水準，在運動中可以有效地節省肝醣的消耗（Vukovich, Costill, Hickey, Trappe, Cole, & Fink, 1993; Griffiths, Humphreys, Clark, Fielding, & Frayn, 1994）。也有研究指出，如能維持足夠的碳水化合物的攝取並提高脂肪的攝取，可能可以延長耐力運動時間。

提高脂肪氧化的效率，同時也可以節省從事耐力運動時的肝醣消耗 (van Baak, Mooij, Wijnen, 1993)。因此，從事耐力運動時，若肝醣與脂肪可以同時高效率提供能量，運動成績即可能獲得提升。相反地，低脂肪的飲食攝取可能加速肌肉內三酸甘油酯與肌肉中脂肪的消耗，而可能與低碳水化合物飲食一樣，導致肌肉肝醣儲存量下降，進而影響耐力運動成績表現。目前已經有許多研究指出，高脂肪飲食比低脂肪飲食更能有效地延長耐力運動的時間 (Calles-Escandón, & Driscoll, 1994; Venkatraman, & Pendergast, 1998)。

然而，人體的脂肪含量過高，可能會影響身體健康，亦對運動員的爆發力、速度、柔軟性、敏捷及有氧耐力表現產生負面的影響 (Houtkooper, Mullins, Going, Brown, & Lohman, 2001)。運動員為取得最優異的運動表現，必須盡可能地維持理想的身體組成 (Loucks, 2004)；一般男性與女性的體脂肪含量分別約占體重的 10-20% 和 18-28%，運動員的體脂肪含量通常較低，但也受運動項目的影響。王國慧、陳淑枝、呂景義、陳志榮和陳天文等人 (2010) 的研究指出，短跑運動員具有較理想的脂肪含量，投擲、網球及舉重運動員則含有較高的脂肪含量，而耐力性運動員及體操選手等的體脂肪率常常低於 5%。運動員的體脂肪過多，多餘的體重會增加身體的負荷，在從事運動時也會消耗更多的能量，體內過多的體脂肪對健康也是一項危險因子。所以適當的體脂肪是必須的，過多的脂肪百分比不僅會影響運動能力，還會傷害到身體的健康。

參、膳食以外的脂肪攝取與運動能力

有些職業運動選手及業餘運動員，會在膳食以外攝取魚油 (fish oil) 和補充共軛亞麻油酸 (conjugated linoleic acid, CLA) 等脂肪，來增進他們的體能表現，加強訓練效果，減少體脂肪，增加淨體重 (Lean body mass, LBM)，和減少肌肉損傷和發炎反應。CLA 是共軛亞麻油酸的簡稱，是亞麻油酸的位置 (positional) 和幾何 (geometric) 異構體，是一種共軛雙鍵的不飽和脂肪酸 (O'Shea, Bassaganya-Riera, & Mohede, 2004)。CLA 天然微量存在於反芻動物的乳品與肉製品中 (如牛乳、牛肉)，動物性食品之 CLA 含量介於 0.3-8.1mg/g fat，而植物性食品 CLA 含量較低，介於 0.1-0.7mg/g fat (倪千祥、林棟雍, 2012)。CLA 是一種人體必需脂肪酸，但人體無法自己產生，須從膳食中獲取，目前已有許多生物科技廠商從植物中提取 CLA，例如紅花籽油、葵花油經過結構改造與化學修飾合成 CLA (楊得坡等, 2007)。CLA 被認為是安全無毒的食品，也獲得美國食品藥物管理局 (U.S. Food and Drug Administration, FDA) 列為「一般公認安全」的物質

(Scimeca, 1998)。近年來，坊間健身中心將 CLA 視為一種健康食品，並宣稱服用 CLA 可以瘦身減肥，加速脂肪分解，降低體脂肪比例及體脂肪重量，具有雕塑身材的功效，也具有增進體能的效果，因此部分運動員已將 CLA 當作是一種運動增強劑；此項論述似乎與先前的研究所指出 CLA 具有抗氧化、減肥、增加骨骼肌合成和代謝、提升肌力、抗癌、防止動脈粥狀硬化、提升免疫能力等功效 (Lee, Lee, Cho, & Kim, 2005; Pariza, Park, & Cook, 1999; Pariza, Park, & Cook, 2000; Whigham, Cook, & Atkinson, 2000; Vaughan, Garcia-Smith, Bisoffi, Conn, & Trujillo, 2012) 不謀而合。CLA 除具促進人體健康功能外，在改善運動能力方面，補充 CLA 可能可以提升肌力，主要是增加骨骼肌合成和代謝 (Vaughan, Garcia-Smith, Bisoffi, Conn, & Trujillo, 2012)。洪大程、李林鎰、巫錦霖、邱彥成、張振崗和程一雄 (2012) 針對有規律運動習慣的男性為研究對象，在單次運動後補充碳水化合物與共軛亞麻油酸 (CLA) 的結果發現，並不能有效地提升 3 小時後緊接而來的耐力運動表現。雖然 CLA 的補充在健康促進抗氧化的功能上似乎具有一定的效用，在人體補充 CLA 的研究似乎仍有爭議。

魚油已經被認為可以緩和紅血球細胞(RBC) 薄膜的黏稠性，改善通過微血管組織而變形的細胞膜；此脂質膜特徵的改變可能與 ω -3 脂肪酸(omega-3 fatty acids) 的整合和增加有關 (Bruckner, Webb, Greenwell, Chow, & Richardson, 1987)。最近的研究認為 ω -3 脂肪酸似乎可以促進肝醣的分解與代謝 (Vaughan, Garcia-Smith, Bisoffi, Conn, & Trujillo, 2012)；增進氧氣與肌肉細胞的連結，提高最大攝氧量(VO₂max)，進而改善耐力表現 (Helge, Wu, Willer, Daugaard, Storlien, & Kiens, 2001)，然而，也有研究指出耐力運動本身，也能夠增加肌肉細胞膜的多元不飽和脂肪含量 (Jeukendrup, & Aldred, 2004)。魚油可以促進氧氣輸送與肌肉連結，以及提高最大攝氧量(VO₂max)，進而改善耐力表現 (Helge, Wu, Willer, Daugaard, Storlien, & Kiens, 2001)。觀察到耐力運動本身，能夠增加肌肉膜中部分的多元不飽和脂肪 (PUFA) (Jeukendrup, & Aldred, 2004)。有關魚油補充與運動表現的研究中，部分研究發現支持魚油攝取可以提升運動能力 (Oostenbrug, Mensink, Hardeman, De Vries, Brouns, & Hornstra, 1997; Peoples, McLennan, Howe, & Groeller, 2008)，但也有部分研究認為魚油補充沒有顯著增進職業選手或訓練有素運動員的運動表現 (Buckley, Burgess, Murphy, & Howe, 2009)，造成此種差異結果的原因，仍有待進一步探討。

在日常飲食中攝取適量脂肪似乎可以有效的調節免疫功能及細胞發炎過程 (Galli, & Calder, 2009)，因為已有研究證實攝取多元不飽和脂肪酸可以降低罹患慢性疾病的風險 (Wall, Ross, Fitzgerald, & Stanton, 2010)，胡慧、張勇、陸一帆、方子

龍和陳家琦(2002) 的研究也發現，單次長時間疲勞運動後所降低的雄性激素濃度及其生物活性，可以經由不飽和脂肪酸來影響運動後內源性雄性激素的分布，而提升疲勞運動後雄性激素的活性狀態，因而具有促進運動能力及消除疲勞的生理意義。「高脂肪飲食(40-62%脂肪)與低脂肪飲食(15-19%脂肪)似乎不會影響運動後淋巴細胞數量、淋巴細胞亞群數量(lymphocyte subsets)、嗜中性白血球(neutrophils)數量、白血球亞群數量(leukocyte subsets)及細胞分裂反應(Venkatraman, & Pendergast, 1998; Venkatraman, Awad, & Pendergast, 2004)；先前研究也指出，較高脂肪飲食(相對於較低脂肪飲食)會提高運動前後皮質醇(cortisol)濃度，降低降低自然殺死細胞(NK cell)的活性(Pedersen, Helge, Richter, Rohde, & Kiens, 2000)。從上述文獻結果而言，高脂肪飲食對免疫內分泌的調節效果究竟為何？仍有待進一步的探討。

肆、結語

脂肪是人體內含量最多的能量來源，因此本文嘗試探討脂肪攝取對運動表現的影響。經過文獻探討後，本文獲致下列結語：運動員因訓練或比賽而消耗較一般人為多的能量，因此須注意均衡的營養補給，以維持適當的能量來源及身體組成；補充共軛亞麻油酸及魚油，已被認為具有抗氧化、減肥、增加骨骼肌合成和代謝、提升肌力，抗癌、防止動脈粥狀硬化、提升免疫能力等功效，魚油補充也被發現似乎會促進肝醣分解與代謝及提高最大攝氧量，提升疲勞運動後雄性激素的活性狀態，以及調節免疫內分泌功能等；然而，目前的實證研究結果仍不足以確認額外攝取脂肪或補充共軛亞麻油酸及魚油是否會對運動表現具有正面效益。

參考文獻

- 王國慧、陳淑枝、呂景義、陳志榮、陳天文、許政成和林勁帆等人。(2010)。不同運動項目運動員身體組成分析之探討。2010 台灣體育學術發展研討會論文集，114-123。
- 洪大程、李林鑑、巫錦霖、邱彥成、張振崗和程一雄。(2012)。運動恢復期共軛亞麻油酸補充對運動耐力恢復的影響。大專體育學刊，14(4)，492-499。
- 胡慧、張勇、陸一帆、方子龍和陳家琦。(2002)。70%VO₂max 疲勞運動和口服不飽和脂肪酸對血清雄激素的影響。中國運動醫學雜誌，21(1)，30-32。
- 倪千祥、林棟雍。(2012)。共軛亞麻油酸之健康益處與生產技術之探討。台灣農學會報，13(5)，512-525。
- 楊世娣、鄧九斤。(2005)。運動員的運動能力與脂類、蛋白質的關聯。懷能技術學院學報，17，

26-27。

- 楊得坡、李杰梅、曾曉暉、李珍、王冬梅、冀軍峰等。(2007)。共軛亞麻油酸的抗氧化活性及其抗氧化劑篩選。《中國食品添加劑》，15，136-139。
- Bruckner, G., Webb, P., Greenwell, L., Chow, C., & Richardson, D. (1987). Fish oil increases peripheral capillary blood cell velocity in humans. *Atherosclerosis*, 66(3), 237-245.
- Buckley, J. D., Burgess, S., Murphy, K. J., & Howe, P. R. (2009). DHA-rich fish oil lowers heart rate during submaximal exercise in elite Australian Rules footballers. *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia*, 12(4), 503-507.
- Galli, C., & Calder, P. C. (2009). Effects of fat and fatty acid intake on inflammatory and immune responses: a critical review. *Annals of nutrition & metabolism*, 55(1-3), 123-139.
- Griffiths, A. J., Humphreys, S. M., Clark, M. L., Fielding, B. A., & Frayn, K. N. (1994). Immediate metabolic availability of dietary fat in combination with carbohydrate. *The American journal of clinical nutrition*, 59(1), 53-59.
- Helge, J. W., Wu, B. J., Willer, M., Dagaard, J. R., Storlien, L. H., & Kiens, B. (2001). Training affects muscle phospholipid fatty acid composition in humans. *Journal of applied physiology*, 90(2), 670-677.
- Jeukendrup, A. E., & Aldred, S. (2004). Fat supplementation, health, and endurance performance. *Nutrition*, 20(7-8), 678-688.
- Oostenbrug, G. S., Mensink, R. P., Hardeman, M. R., De Vries, T., Brouns, F., & Hornstra, G. (1997). Exercise performance, red blood cell deformability, and lipid peroxidation: effects of fish oil and vitamin E. *Journal of applied physiology*, 83(3), 746-752.
- O'Shea, M., Bassaganya-Riera, J., & Mohede, I. C. (2004). Immunomodulatory properties of conjugated linoleic acid. *The American journal of clinical nutrition*, 79, 1199S-1206S.
- Peoples, G. E., McLennan, P. L., Howe, P. R., & Groeller, H. (2008). Fish oil reduces heart rate and oxygen consumption during exercise. *Journal of cardiovascular pharmacology*, 52(6), 540-547.
- Scimeca, J. A. (1998). Toxicological evaluation of dietary conjugated linoleic acid in male Fischer 344 rats. *Food and chemical toxicology*, 36(5), 391-395.
- Lee, K. W., Lee, H. J., Cho, H. Y., & Kim, Y. J. (2005). Role of the conjugated linoleic acid in the prevention of cancer. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45(2), 135-144.
- Meksawan, K., Venkatraman, J. T., Awad, A. B., & Pendergast, D. R. (2004). Effect of dietary fat intake and exercise on inflammatory mediators of the immune system in sedentary men and women. *Journal of the American College of Nutrition*, 23(4), 331-340.
- Pariza, M. W., Park, Y., & Cook, M. E. (1999). Conjugated linoleic acid and the control of cancer and obesity. *Toxicological Science*, 52(supplement), 107-110.
- Pariza, M. W., Park, Y., & Cook, M. E. (2000). Mechanisms of action of conjugated linoleic acid: evidence and speculation. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and*

- Medicine*, 223(1), 8-13.
- Pedersen, B. K., Helge, J. W., Richter, E. A., Rohde, T., & Kiens, B. (2000). Training and natural immunity: effects of diets rich in fat or carbohydrate. *European journal of applied physiology*, 82(1-2), 98-102.
- Vukovich, M. D., Costill, D. L., Hickey, M. S., Trappe, S. W., Cole, K. J., & Fink, W. J. (1993). Effect of fat emulsion infusion and fat feeding on muscle glycogen utilization during cycle exercise. *Journal of applied physiology*, 75(4), 1513-1518.
- Wall, R., Ross, R. P., Fitzgerald, G. F., & Stanton, C. (2010). Fatty acids from fish: the anti-inflammatory potential of long-chain omega-3 fatty acids. *Nutrition reviews*, 68(5), 280-289.
- Whigham, L. D., Cook, M. E., & Atkinson, R. L. (2000). Conjugated linoleic acid: implications for human health. *Pharmacological research*, 42(6), 503-510.
- Vaughan, R. A., Garcia-Smith, R., Bisoffi, M., Conn, C. A., Trujillo, K. A. (2012). Conjugated linoleic acid or omega 3 fatty acids increase mitochondrial biosynthesis and metabolism in skeletal muscle cells. *Lipids in health and disease [electronic resource]* 30(11), 142.
- Venkatraman, J. T., & Pendergast, D. (1998). Effects of the level of dietary fat intake and endurance exercise on plasma cytokines in runners. *Medicine and science in sports and exercise*, 30(8), 1198-1204.

The Relationship between Lipid Intake and Exercise Performance

Chao-Ching Lee /Office of Physical Education, National Taipei University of Business
Cheng Chen and Ku-Chen Huang
Office of Physical Education, Tamkang University

Abstract

2Office of Physical Education, Tamkang University, New Taipei City 251, Taiwan More energy are required for athletes during training and competition, the consumption of energy is to satisfy the need of sports training. Lipid is the major energy source in human body and is good for energy production. Consequently, athletes have to maintain appropriate lipid intake for efficient energy supply. This article is the review of food with lipid supply and its relationship with athletes' sporting ability.

Keywords: exercise performance, conjugated linoleic acid, CLA, fish oil