



營養及運動介入對青春階段生理變化機制之影響

羅元鴻

高苑科技大學休閒運動管理系

摘要

青春階段是一個複雜的生理變化期，身體外型、內臟功能、及性成熟三方面皆快速的變化，其生長比例速度，為人生第二快速時期。文獻指出，在青春階段有著特殊的生理變化特徵如：生長激素大量分泌、代謝異常、骨骼建構發展、鐵質需求量增多、身體脂肪細胞變大、分裂能力旺盛，進而出現骨齡變化、鐵質缺乏以及肥胖問題(尤其青少年)。有許多文獻指出，在青春階段，營養條件的改善與運動的介入能夠提供生長營養需求與調節生理變化，以減少肥胖及預防代謝性疾病的發生，因此，本文旨在探討，營養及運動介入對青春階段的生理變化機制影響，期能提供學術參考。

關鍵字：青春、營養改善、運動介入

1. 青春期的定義

青春期(Puberty)，是指人體(或其他生物)生殖及生理機能開始成熟、心理和生理由兒童轉到成人的時期。一般指 11 歲到 18 歲左右的年齡，而青春階段開始的標誌為第二性徵的出現。對青春期的階段目前並沒有統一的分期標準，有部分學者將其分為：

1.1 青春早期

第二性徵開始出現至女孩出現月經初潮，男孩出現首次遺精為止，體格生長突增，年齡約為 11-13 歲。

1.2 青春中期

以性器官及第二性徵發育為主，以女孩出現月經初潮、男孩出現首次遺精為該時期的開始，以第二性徵發育成熟為止，年齡約 13-16 歲。

1.3 青春晚期

自第二性徵發育成熟至生殖功能完全成熟、身高增長停止，女孩在這個階段開始出現周期性月經，年齡約為 16-20 歲[1]。

2. 青春生理變化特徵

青春是一個複雜的生理變化期。發育的特徵主要表現在身體外型的改變、內臟功能成熟、及性成熟三方面。包含了：生長及發育，前者為體重、身高，快速的增加，其生長比例之快速，為人生第二快速時期，

而發育代表著成熟及第二性徵的成熟，從此有更明顯的性別差異，也為遺傳預作準備。這些特徵受到許多因素的影響，開始的年齡及個別差異都很大，如：性別、遺傳、種族、氣候等，而以性徵差異最為重要。荷爾蒙的分泌為此階段發育最重要的項目，青春開始，下視(hypothalamic)、腦垂體開始分泌促性腺激素、促進卵巢和睪丸的性激素分泌急遽增加，男孩的睪丸酮分泌增加 18 倍，女孩的雌激素增加了 8 倍，因性激素的作用下生殖系統(即第一性徵)，和第二性徵迅速發育起來，進而影響了性徵的差異和其他組織的發展，也因此有了遺傳的能力[2]。青春複雜的生理變化與多種生理代謝有密切關係如下：

2.1 代謝異常

在青春時期，會有一些代謝異常的現象，包含：脂質(lipid)氧化增加、胰島素的敏感度、葡萄糖氧化、蛋白質氧化、β細胞的功能皆下降。推測其可能原因為，此階段大量分泌相關的生長激素如：生長素(growth hormone, GH)、類胰島素生長因子(insulin-like growth factor 1, IGF-1)與性類固醇(sex steroid) [3-14]。在 2006 年的一項研究中，針對健康的兒童青少年，比較青春前期及青春期的脂質(lipid)氧化、胰島素敏感度、葡萄糖氧化、β細胞的功能時發現，相較於青春前期，青春期的青少年，脂質(lipid)的氧化增加、胰島素的敏感度、葡萄糖氧化、β細胞的功能皆下降，推論可能是生長素分泌增加，因而導致上述機制(葡萄糖作用(disposal))受阻，進而導致胰島素阻抗[15]。

2.2 骨齡變化

骨齡（骨頭年齡）是醫師用來評估孩子長高潛力的依據，與實際年齡不一定相等，相差 1~2 年是正常的，通常以左手及腕部的 X 光片做為判斷的依據。在青春期間，骨頭生長板會漸漸關閉，因此骨齡比年齡更能顯示出其與青春分期的高相關性[16]。所謂生長板，為四肢的長骨兩端，它是一片板狀的軟骨組織活細胞，會受生長激素的刺激，進而使腿骨變長，身高增加。青春期間開始，身體分泌的性荷爾蒙，會催熟生長板，在短時間內軟骨細胞會快速增加，並開始鈣化，最後促使生長板黏合關閉。林口長庚醫院兒童內分泌科主治醫師羅福松引述美國史丹佛大學 Greulich 及 Pyle 教授在《手與手腕骨骼發展之影像解剖學書》中的研究結果表示，女生骨齡滿 13 歲（約初經來後 1~2 年）、男生骨齡滿 15 歲，就只剩 3~4% 的生長空間。

2.3 鐵質缺乏

鐵質常用於體組織及血球的合成，青春期間成長快速對鐵的需求量也會增多，且青春少女除了成長需要鐵之外，還會因月經使鐵的流失量較男性增加約 40-50%，而增加缺鐵性貧血的機率。血紅素值是缺鐵的間接指標，低於正常範圍為貧血，表示血紅素量不足，可能有營養性與非營養性的多種原因。鐵蛋白濃度是體內鐵儲存的指標，低於正常範圍表示肝臟的鐵儲存量已經耗盡，無法因應不時之需[17]。

2.4 青春肥胖

在青春期間時常見肥胖的問題（尤其青少年），此期身體脂肪細胞不僅變大，而且分裂能力旺盛，肥胖成型後，以後成人肥胖的機會大增，不易減重，在這個年齡，營養需求大，因此大都食慾很好，也促使增加肥胖的機會。在青春期間時男生脂肪的生長就會減少，肌肉與脂肪的比例約 3:1，但女生反而會增加，肌肉與脂肪的比例為 5:4，因此女生在青春期間易有肥胖的情形。青少年如過早發育會增加雌激素的分泌量，研究發現，雌激素會導致肥胖[18]。

3. 營養介入對青春期的影響

青春有著旺盛的新陳代謝及多樣的生理變化，透過青春複雜的生理機制可以得知，人體生長及疾病的重要發展。由文獻指出，足夠的食物與精準的營養素攝取，能協助及調整此階段營養需求與生理變化。因此，必要的熱量、蛋白質、鈣質、鐵質等的需求是必須加以注意的，攝取的原則為：

3.1 三大營養素

蛋白質隨著青春快速生長應增加攝取量，尤其營養價值較高的動物性蛋白質，應佔總蛋白質供給量的 45% 以上。脂肪應盡量攝取含較多必需脂肪酸的植物性脂肪為佳。而糖類的攝食需注意過量[19]，且避免飲用過多含糖飲料（尤其含人工果糖[高果糖漿 High-fructose corn syrup, HFCS]），根據 2004 年美國小

兒科學會的聲明，含糖飲料對健康有三大危害：肥胖、蛀牙及骨質疏鬆。

3.2 鈣質

為成長期間最為重要的礦物質，主要功能在強化骨骼，來源以牛乳或乳製品為主。根據國民營養調查發現，19~64 歲男性平均每天鈣質攝取量為 611 mg，而女性更只有 563 mg，僅達到衛生署成人每日鈣質建議量 1000 mg 的 50~70%[20]。中山醫學大學營養科學研究所助理教授林以勤的調查發現，我國學童每天平均攝取鈣質約 400~600 毫克，只有建議量的五至六成。青春是骨骼建構發展的關鍵，除了個別性的基因及成長激素的條件外，飲食研究調查指出，特別是女性，有較高鈣質攝取不足的風險，因此，女性有較高骨質疏鬆發生率。故於青春階段，應加強鈣之攝取，強化骨骼鈣之儲存量，才能降低中老年骨質疏鬆發生的機率。而鈣質的吸收與其他相關因子的存在有關如：促進鈣質吸收之飲食因子包含：維生素 D3、維生素 C、乳糖、蛋白質及身體對鈣的需求量。而抑制鈣質吸收的因子包含有磷、纖維質、草酸、植酸、腸蠕動增加、臥床不動及壓力等。其中磷廣泛存在各種食物之中，一般的飲食建議鈣與磷的比例約為 1:1，而咖啡因飲料（如咖啡、茶）和碳酸飲料（如可樂、汽水）若大量攝取，其咖啡因、磷酸等會妨礙鈣質的吸收或增加鈣的流失而降低鈣與磷的比例，當鈣磷不平衡時，常導致肌肉抽搐（俗稱抽筋）現象發生，也會影響骨骼生長[21]。

3.3 鐵質

鐵質的主要生理角色為，構成運輸氧提供細胞利用的血紅素和肌血球素，因此為因應無脂肌質的增加、血液體積快速的提高、以及紅血球增多鐵質的供應是很重要的。青春女性是貧血的高危險群，主要是青春女性會有月經的流失，單次月經週期可以讓一位女性平均每一天流失 0.5 毫克的鐵[22]，因此，使得身體對於鐵質需求增加，在此階段應避免缺乏攝取，可防止將來懷孕時發生貧血的情形。而鐵質的吸收與鐵質種類有重要的相關性如：身體對於動物性（例如：豬肉、牛肉、魚肉、雞肉）鐵質的吸收較植物性佳（例如：蔬菜、水果及全穀類）[23]。

4. 運動介入對青春期的影響

教育部臺灣省國民學校教師研習會研究員黃金柱，在體適能教育實施的指導原理文章中提出，國內青少年學生，參加規律性每日身體活動的比例，一直不是很高。

但從許多研究報告可知，規律的運動與健康是有正面的密切關係的，對於快速生長與發育的青春階段而言，固定而有效的運動能使攝取的熱量與異常的代謝達到一定的助益，進而減少肥胖及預防代謝性疾病的發生。

對於在青春時期一些代謝異常的現象，理論上規律的身體活動被認為可能預防，預防的機制主要是藉由改善血糖控制、胰島素敏感性、血壓、脂質異常及內皮細胞的功能[24]。而運動訓練之所以能提高葡萄糖(血糖)的利用效率，是因為運動時造成的骨骼肌收縮能加強刺激 GLUT-4(Glucose transporter- 4)，使得原本在細胞內的 GLUT- 4 移動到細胞膜表面，然後攜帶更多葡萄糖進入細胞，以利於細胞有效的利用葡萄糖[25]。長庚醫院復健科主治醫師周適偉表示，發育中的青少年如果不運動，不只容易肥胖，也會讓控制心肺、血糖的慢肌定型後，易罹患慢性疾病。

在青春期的骨齡變化，受生長激素的刺激而影響腿骨及身高的生長，林口長庚兒童醫院兒童內分泌科主任羅福松臨床實驗發現，持續激烈運動 20~30 分鐘，能刺激生長激素的分泌，進而促使生長期維持適當的骨齡。許多家長常會擔心青春期的孩子身高的變化，那麼孩子的身高也與父母的遺傳有很大的關係，藉由以下公式可從父母的身高算出孩子未來可能的目標身高：(單位：公分)

男生 = (父 + 母 + 12) ÷ 2

女生 = (父 + 母 - 12) ÷ 2

在 2001 年的研究也指出，當比較有規律和無規律的體育活動對青春期中少女骨密度的影響時發現，運動對青春期中少女骨密度增長有顯著的促進作用[26]。而在青春期中身體對鐵質的需求量，也可透過適當的運動來增加血紅素生成，而間接提高紅血球攜氧能力[22]。

5. 總結

青春期中有一個特殊的生理變化特徵，其這個變化有著極大的個別差異，藉由足夠的食物與精準的營養素攝取如：適當的熱量、蛋白質、鈣質、鐵質等，以及固定的規律運動被指出是能協助及調整此階段的營養需求與生理的變化，以減少日後慢性疾病與肥胖發生率。

6. 參考文獻

1. 王慧蘭等，人類發展學，第 315-316 頁，高立圖書，2012
2. 黃惠煥等，生命期營養第三版，第 P 6-5 頁，華格那企業出版，2004
3. [3] Rosenbloom, AL., The cause of the epidemic of type 2 diabetes in children, Curr Opin Endocrinol Diabetes., 7: 191-196, 2000.
4. Hannon, T. S., Janosky, J., Arslanian, S. A., Longitudinal study of physiologic insulin resistance and metabolic changes of puberty, Pediatr Res., 60: 759-763, 2006.
5. Arslanian, S., Suprasongsin, C., Glucose-fatty acid interaction in prepubertal and pubertal children:

- effect of lipid infusion, Am J Physiol., 272: 523-529, 1997.
6. Arslanian, S. A., Kalhan, S. C., Protein turnover during puberty in normal children, Am J Physiol., 270: 79-84, 1996.
 7. Rudberg, S., Persson, B., Association between lipoprotein(a) and insulin-like growth factor I during puberty and the relationship to microalbuminuria in children and adolescents with IDDM, Diabetes Care., 18: 933-939, 1995.
 8. Arslanian, S. A., Kalhan, S. C., Correlations between fatty acid and glucose metabolism, Potential explanation of insulin resistance of puberty, Diabetes., 43: 908-914, 1994.
 9. Polak, M., Souchon, P., F. Benali, K., Tubiana-Rufi, N., Type 1 diabetic children have abnormal lipid profiles during pubertal years, Pediatric Diabetes., 1: 74-81, 2000.
 10. [10] Rosenfeld, R., G. Albertsson-Wikland, K., Cassorla, F., Frasier, S., D. Hasegawa, Y. Hintz, R. L., Lafranchi, S., Lippe, B., Loriaux, L., Melmed, S., Diagnostic controversy: the diagnosis of childhood growth hormone deficiency revisited, J Clin Endocrinol Metab., 80: 1532-1540, 1995.
 11. Moyer-Mileur, L., J. Slater, H., Jordan, K., C. Murray, M. A., IGF-1 and IGF-Binding Proteins and Bone Mass Geometry and Strength: Relation to Metabolic Control in Adolescent Girls With Type 1 Diabetes, J Bone Miner Res., 23: 1884-1891, 2008.
 12. Carpenter, T., O. DeLucia, M., C. Zhang, J., H. Bejnerowicz, G., Tartamella, L., Dziura, J., Petersen, K. F., Befroy, D. Cohen, D., A randomized controlled study of effects of dietary magnesium oxide supplementation on bone mineral content in healthy girls, J Clin Endocrinol Metab., 91: 4866-4872, 2006.
 13. Karaca, Z., Tanriverdi, F., Kurtoglu, S., Tokalioglu, S., Unluhizarci, K., Kelestimur, F., Pubertal arrest due to Zn deficiency: the effect of zinc supplementation, Hormones (Athens) ., 6: 71-74, 2007.
 14. Bougle, D., L. Sabatier, J., P. Guaydier-Souquieres, G., Guillon-Metz, F., Laroche, D. Jauzac, P., Bureau, F., Zinc status and bone mineralisation in adolescent girls, J Trace Elem Med Biol ., 18: 17-21, 2004.
 15. Hannon, T., S. Janosky, J., Arslanian, S. A., Longitudinal study of physiologic insulin resistance and metabolic changes of puberty, Pediatr Res., 60: 759-763, 2006.
 16. 基礎醫學，第二十二卷，第六期，第 2-4 頁，2007
 17. 陳淑娟等，臨床營養學，第 640-644 頁，合記圖書出版社，2004
 18. 陳明德，鋅在活體及離體實驗中對高血糖與瘦體素生成的影響，博士論文，私立東海大學生物學系，台中，台灣，2000

19. 謝明哲等，實用營養學，第 371~372 頁，三版
華杏出版股份有限公司，2003
20. 林慧淳，康健雜誌 172 期，第 22 頁，2013
21. 黃孟娟等，高醫醫訊第三十卷第五期，第 9 頁，
2010
22. 黃士懿等，營養生化學下冊，第 12-3 頁，華騰
文化股份有限公司，2004
23. 翁慧玲，台大醫網 87 期，第 2~4 頁，2013
24. Johan, Wanden, M. D., Carol Forsblom et al.,
Physical Activity and Diabetes h Type 1 Diabetes,
Diabetes Care., 31: 2, 2008.
25. Ryder, J., W.Chibalin, A. V.,Juleen, R.,
Intracellular mechanisms underlying increases in
glucose,Acta P hysiologica
Scandinavica.,171:249-258, 2001.
26. 吳久玲等，中華預防醫學雜誌 3 期，第 24 頁，
2001



Nutrition and Exercise Intervention Mechanisms of Physiological Changes of Puberty Stage

Yuan-Hung Lo

Department Of Recreation Sports Managemant, Kao Yuan University, Kaohsiung, Taiwan, R. O. C.

Abstract

Puberty is a complex stage of physiological changes, Physical appearance, Visceral, and sexual maturation are rapid changes in three areas, the proportion of its growth rate, For the second-fastest time in life. Literature that has a special stage in puberty characterized physiological changes such as: Growth hormone secretion, Metabolism, Bone construct development, Increased demand for iron, The body fat cells become larger, Strong ability to divide, Then there bone age changes, Iron deficiency and obesity (adolescents). There are many documents that for puberty stage, Improved nutrition and exercise intervention can provide the nutritional needs of the growth and regulation of physiological changes, In order to reduce obesity and prevent the occurrence of metabolic diseases, Therefore, This paper aims to explore, Nutrition and exercise intervention on physiological changes affect the mechanism of puberty stage, Hoping to provide an academic reference.

Keywords: Puberty, Improved nutrition, Exercise intervention

*Correspondence to: Yuan-Hung Lo
E-mail address: tf0061@cc.kyu.edu.tw