

第貳章 相關文獻探討

本章將分為：第一節、生長激素的功能；第二節、運動對生長激素的影響；第三節、甲狀腺素的功能；第四節、運動對甲狀腺素的影響，等部分進行文獻探討。

第一節 生長激素的功能

生長激素 (growth hormone, GH) 為腦下垂體前葉分泌六種激素之一，在一生中皆會分泌，最高值出現在青春期。之前一直被認為在青春期之後即不再參與生長或外觀的生理機能成長，但最近的研究證明 GH 在我們的一生中扮演著多種不同的角色。

GH 一天內約會有 6-12 次的分泌，其中分泌量最大的一次為晚間入睡後一小時 (Godfrey, 2003)。其在人體內主要的作用有二：一、為胰島素拮抗 (anti-insulin)：增加血中葡萄糖，促進脂肪分解，其作用一般與可體松 (cortisol) 並肩作戰。二、細胞之生長與分化：其作用一般與甲狀腺素 (thyroxine) 並肩作戰。

進一步探討，其最重要的作用是肌肉與骨骼的生長，間接作用於肝臟以刺激類胰島素生長因子 (insulin-like growth factor 1, IGF-1) 之合成與分泌，也會刺激骨骼中正在增生的軟骨細胞局部製造 IGF-1，IGF-1 再刺激骨骼生長。IGF-1 在脂肪細胞會刺激脂肪分解，在肌肉會刺激蛋白質合成。直接作用可引起糖尿病，因為他的作用與胰島素相反，在脂肪造成脂肪分解，

在肌肉造成糖質新生。生長激素是一種多胜類荷爾蒙，由191個胺基酸呈直線鏈10構成，分子中有二個雙硫鏈相互連接。由腦下垂體前葉親軀體細胞（somatotrope cell）所分泌，其數目很多，大多集中於外翼，約占腦下垂體前葉分泌細胞之50%，且維持長期恆定狀態，約有5-10mg，在血漿中的半衰期為17-45分鐘（Shephard等，1975）。陳國群（1999）曾指出其產量與性別及年齡有關，青少年（13-14歲）時分泌量與身高成長速率（cm/yr）呈平行關係，停經前女性分泌率比男性高，成人一旦過了青少年以後隨著年齡之增長，分泌漸次下降（Rudman，1990；王翠敏，1998）。

生長激素對於蛋白質合成的同化代謝作用在生長年齡特別重要，因為他可幫助骨頭的長度增長及軟組織量的增加。

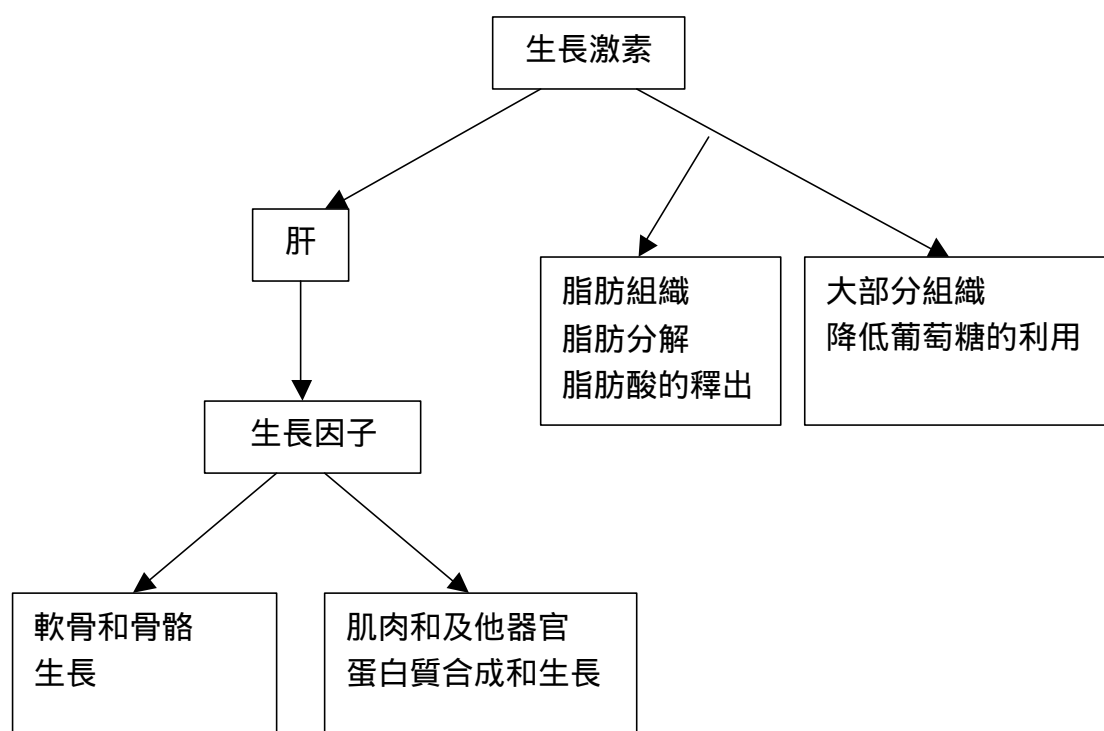


圖1-1 生長激素的作用

第二節 運動對生長激素的影響

人類生長激素 (human growth hormone, hGH) 或稱生長激素 (GH) 是人體中重要的荷爾蒙之一，它能影響身體的整個系統，並且在肌肉、骨骼生長上扮演非常重要的角色。許多因素會刺激 GH 的分泌，但最有力、又不需倚賴藥物的就是睡眠以及運動。事實上運動會刺激 GH 的分泌是已知的，雖然詳細的機轉還未釐清，但已有許多研究者推測運動促使生長激素分泌是經由：包括神經中樞的刺激、釋放類胰島素生長因子(IGFs)的回饋、兒茶酚胺、乳酸和一氧化氮的直接刺激、受酸鹼平衡的影響等。(Godfrey, 2003) 至今只瞭解 GH 在很多不同的發育及代謝過程中皆有參與，其正確的角色尚不清楚 (王翠敏等, 1998)。

運動會促使 GH 分泌並進入一般的循環系統，因而刺激在全身其他組織中不同的生長因子。例如，有人認為肌肉的肥大是 GH 對於運動的反應而間接造成的。根據已知其能影響生長的功能，GH 也被認為能影響運動中受質的使用。GH 的釋放與個人因素 (年齡、性別、身體組成、健康狀況)、運動型態 (強度、形式、頻率、持續時間、環境因素) 及服用的藥物有關。其中運動型態部分，相同工作量下，間歇運動比連續運動所產生的量高，Macintyre (1987) 指出相同的攝氧量下，使用手臂的運動比使用腿部的運動產生較高的量，推論可能是因為手臂運動會產生較高的心跳率、血壓、腎上腺素及乳酸量使然。

以運動的類別來說，研究指出有氧運動與阻力運動都會造成 GH 立即、明顯的分泌。相對於先前研究所認為運動誘發的 GH 反應必須有一定運動強度的「閾值」存在，最近的研究發現運動強度與 GH 的急性分泌是成線性相關的。並且，在年輕女性高於年輕男性。但單次的運動對於 GH 24 小時總分泌量而言未有影響，而反覆性的有氧訓練則會使其 24 小時分泌的總量明顯增加 (Wideman, 2002)。

運動強度對 GH 濃度的影響，很多研究的結果不大一致，Vanhelder 等 (1984) 表示高負荷、低反覆的阻力訓練相較於低負荷、高反覆的阻力訓練，能夠引起較高的 GH 濃度。而 Hartley (1975) 指出，七名長期訓練跑者與七名未受過訓練的成年男性踩腳踏車至衰竭，採集受試者運動前、運動 40 分鐘以及運動至衰竭的血液分析，發現在運動前，曾受訓練者之 hGH 濃度明顯高於未受訓練者，而運動 40 分鐘時會使運動中的 hGH 最高，衰竭時又降回基準值，因此推論中等強度的運動會使 hGH 分泌量最多。

以運動習慣為分組因子的研究亦很多，如 Cheng 等 (1986) 以腳踏車踩至衰竭之實驗，發現不常運動的女性其 GH 濃度沒有改變，跑步的女運動員卻明顯升高。也有研究表示 GH 濃度在排球運動員與坐式生活者在原地腳踏車運動至衰竭後，其運動中分泌之最高值並無差異 (Rolandi 等, 1985)。

性別與年齡是另外兩個影響生長激素分泌的重要因素，Bunt (1986)

比較性別與運動量差異對於是否造成 GH 濃度在安靜時或運動中的不同，將男女各分為運動員組及控制組。結果指出安靜時，兩組女性的 GH 高於兩組男性，開始運動三十分鐘後，女性控制組仍顯著高於男性控制組。另外，男性運動員組從運動開始後至結束都顯著高於男性控制組，包括恢復期。此現象在女性則未被發現。

Pullinen (2002) 探討成年男性、成年女性以及青春期的男性在阻力訓練運動時對激素反應的差異。各組以 40% 最大反覆(one-repetition maximum, 1RM) 的重量做膝部伸展至衰竭，結果顯示各組的 GH 濃度皆增加，而青春期男性組的濃度值均為三組中最高。

Bonifazi (1998) 曾對九名 17-23 歲男子游泳中長距離之國家代表隊選手做為期 18 週的研究，每六週結束時做單次運動前與運動後的採血。運動內容為 15×200 公尺捷式，每趟間歇時間為 20 秒。結果顯示，GH 濃度在單次運動後皆有顯著增加，而在第三階段(第 12-18 週)中運動後之 GH 濃度值高於前兩階段的運動後值。

由於人體體內激素的安靜值較在短期間內較無法有顯著的變化，但若單次運動能促進生長激素的分泌量，推測適當的訓練量能夠使其總分泌量改變，進而有助於兒童成長期骨骼肌肉的生長發育。未來的研究期待能夠找出最理想的運動處方以激發最大的「運動誘發生長激素反應 (exercise-induced growth hormone response, EIGR)」(Godfrey, 2003)。

第三節 甲狀腺素的功能

甲狀腺對正常生長發育和促進身體組織代謝速率十分重要。甲狀腺位於喉部的下方，含兩葉位於氣管的各一邊，以甲狀腺組織中間的峽部（isthmus）在前面相連接。甲狀腺是人體最大的內分泌腺體，三碘甲狀腺素（triiodothyronine, T3）和四碘甲狀腺素（thyroxine, T4）是甲狀腺素的泛稱，為允許其他激素完全進行效用的激素。T3 是評估甲狀腺功能的最重要指標，T4 為調節生長、發育及成熟等的重要激素。而促甲狀腺激素（thyroid stimulated hormone, TSH）的主要功能為刺激釋出 T3、T4 進入循環與血漿蛋白結合，並藉由迴饋機制，調節血中甲狀腺素的濃度，保持恆定。當血漿中的 T3、T4 濃度升高時，會抑制下視丘內促甲狀腺釋放激素（TSH-releasing hormone）的分泌，如同促甲狀腺激素(TSH)一般，自動調控系统確保維持正常代謝速率所需的 T3 及 T4 的血中濃度。

人體最主要的甲狀腺激素T3及T4，由甲狀腺的濾泡細胞所製造，其主要的在生長方面的功能包括有（Costanzo, 2003）：

- 一、甲狀腺素促進個體達到成熟狀態。
- 二、甲狀腺素與生長激素共同促進骨骼成長。
- 三、刺激骨頭成熟，導致生長板（growth plates）的骨化與融合。

在出生期，中樞系統的成熟需依賴甲狀腺素，而成人期的甲狀腺亢進（hyperthyroidism）會造成高基礎代謝率、體重下降、易怒、無法耐熱等病

症；反之，甲狀腺低下（hypothyroidism）會造成低基礎代謝率、體重上升、嗜睡、無法適應寒冷、記憶力受損等情形。

除了上述功能之外，甲狀腺素對於肌肉活動的調節、心血管、呼吸系統的調控和影響運動中能量的代謝亦息息相關（Chicharro等，2001），因此甲狀腺素在運動表現與訓練方面也扮演著重要的角色。

人體器官的發育和甲狀腺素密切相關，在兒童期若甲狀腺素分泌不足，身體的生長發育及智力發展受阻。因此本研究將從運動對兒童生長發育的影響為出發點，觀察甲狀腺素是否因運動訓練而有所變化。

第四節 運動對甲狀腺素的影響

運動期間，由於 T3、T4 與運輸蛋白(thyroid binding globulin, TBG)解離而使游離的激素(fT3、fT4)濃度增加，並且使組織利用激素的速度變得更快。當血漿中的 T3、T4 濃度降低時，會促進下視丘 TSH-releasing hormone 的分泌，進而使 TSH 分泌，以確保維持正常代謝速率所需的血中 T3 與 T4 濃度。因此，一般而言，運動會間接促進甲狀腺素分泌，來提供人體各組織所需的 T3 及 T4，但目前的相關研究所顯示的結果卻不盡相同。

在 Chicharro 等（2001）的研究中，以 16 位男世界級自行車選手為對象，利用為時三週之自行車比賽，每週檢測其血液中之 fT3、fT4、T3、T4、TSH 濃度，結果顯示 T4、fT3、fT4 在最後一星期有顯著增加。因此推測三

週激烈的自行車比賽會增加人體血中甲狀腺的濃度。Alen 等人 (1993) 亦發現長期重量訓練將會促使 TSH、T3、T4 些微增加，但未達顯著水準。以上研究結果顯示耐力性與無氧運動能夠促進甲狀腺素的增加，然而目前的研究對於運動造成甲狀腺激素濃度升高或降低仍有不同的結果。

Baylor 等 (2003) 探討二十週運動訓練中 fT3、T4、TSH 的變化，以 17 位大學女性運動員進行划船、跑步、重量訓練，結果顯示 fT3 在第五週降低 28%、第十週降低 24%，但在二十週後又回到基準值。而控制組 (4 位久坐工作型態者) 二十週內未有改變。

Lehmann 等 (1993) 針對 6 位休閒運動員，以腳踏車測功儀進行 30 分鐘的耐力間歇訓練。在實驗前、第六週結束、結束後三週，做腦垂體功能、血清荷爾蒙的檢測。結果顯示 TSH 與血清荷爾蒙皆未改變、睪固酮下降。Jamurtas 等 (2004) 將 10 位男性分為舉重組、跑步組、控制組。在運動前、運動後 10、24、48、72 小時採血分析，結果發現 T3、T4 在三組間沒有變化。Mujika 等 (1996) 以 8 名游泳選手進行 12 週的訓練與 4 週之賽前調整，結果顯示訓練前後血液中之甲狀腺素濃度沒有差異。Schmidt 等 (1994) 以年紀、體重、去脂體重相仿配對的 9 名摔角選手與 9 名游泳選手為對象，比較兩組人的最大攝氧量、休息代謝率、最大無氧能力。結果顯示兩組之間的甲狀腺濃度基礎值亦無差異。以上研究顯示運動對於甲狀腺素的影響似乎不甚明顯，推論可能是由於有些研究針對短期運動為主，而內分泌系

統的影響是緩慢且長久的，因此短時間內也許不易看到其安靜時的變化。

另一方面，長期運動訓練會使血漿量有所改變，造成血漿稀釋作用，很可能就是造成濃度數值未能有顯著變化的原因。

綜觀以上文獻，顯示出不同的運動項目、訓練負荷以及訓練方式都可能對於甲狀腺素有不同的影響，因此有必要進一步探討。