第伍章　討論與結論

本章依據前一章結果的呈現，針對各項實驗分析結果進行討論，並整合討論的結果，整理出本研究之結論與建議。

第一節　受試者

本研究共有五十位 10-13 歲男性自願者, 校隊組為來自台北市若干國民小學游泳隊的隊員，實驗前已接受一年以上的正規游泳訓練，而非校隊組則為台北市若干國民小學之一般健康學童，實驗前並未有游泳訓練的經歷，亦沒有其他長期運動的習慣。

在基本資料方面，可由上一章的結果得知，兩組受試者在身高、體重及身體質量指數(BMI)等部分皆無顯著差異，顯示兩組受試者在身體特徵上並無不同。因此本研究之兩組受試者在實驗開始時唯有接受過正式游泳訓練與否之差異，進而進行研究及推論。

另外，本研究之校隊組在實驗期間，由於為了開始準備一月份的大型比賽，因此這十二週的訓練負荷亦有所增加，可視為一個運動訓練階段的比賽前期，對於本研究的結果亦有值得討論的意義。

本研究之受試者原預定兩組各 25 位，但由於校隊組自願者踴躍，而非校隊組中途因故放棄者眾多, 因此造成最後資料之兩組人數差異甚大（35 vs. 15）的結果。由於兩組人數並不平均, 所以在統計事後考驗部分採用 Scheffe’

法來排除人數不等之影響。

由於本研究缺乏控制組作為兩組之外的對照，因此本研究之依變項是否會完全受自變項影響，或是會隨兒童生長發育而產生自然的變化，無法提出更確切的證據。

第二節　訓練對游泳成績的影響

本研究之兩組受試者在 25 公尺及 100 公尺捷式成績，從前測經過中測，一直到後測，都可明顯看出進步趨勢，在統計上亦達到顯著水準。研究結果校隊在兩項成績上，不論是前測，或是中測、後測的游泳成績皆顯著優於非校隊組，對於已受正式訓練一年一上之校隊組而言，此結果應當是理所當然的。然而另一方面，雖然校隊組與非校隊組的兩項游泳成績自前測開始即有顯著差異，但以進步率來觀察，一週只訓練三次的非校隊組卻明顯高於一週五次的校隊組。由此可見，運動員的運動表現提升速度並不是直線上升的。林正常（2001）曾指出，運動訓練的初期階段，成績表現提升的速度會較快，但在經過有系統的訓練之後，成績提升的速度會逐漸趨於緩慢，也就是說階段越高的選手想要突破自己成績，必然需要更長的時間及努力，因此對於兩組在成績方面所呈現的結果亦不難找出合理的解釋。

依據本研究結果可說明，一週三次的運動訓練對於初期接觸游泳訓練之兒童的游泳成績而言，已可達到明顯的訓練效果；而對於初級年輕選手

來說，一週五次的長期訓練亦足以使其游泳成績表現穩定提升。至於十二週內游泳成績的進步是否會因自然生長而對其有所影響，由於本研究未設控制組，因此無從得知。

第三節　訓練對生長激素及甲狀腺素的影響

生長激素與甲狀腺素在兒童的成長發育期骨骼肌的成長過程中，扮演著重要角色，由於這兩種激素的分泌共同影響兒童生長發育，因此本節的重點將分為兩部分：一、長期訓練對兩種激素分泌量的影響，二、運動負荷對兩種激素分泌量的影響等，做進一步的分析與討論。

一、　長期訓練對生長激素及甲狀腺素的影響

（一）生長激素

承前章之結果，本研究由二因子變異數分析顯示，兩組受試者在GH濃度並未隨時間變化而改變，所以組別的差異即代表了其原本就有顯著不同。因此對於已接受長期訓練之校隊組來說，GH濃度顯著高於一般兒童，代表著長期的游泳訓練對兒童GH之安靜值濃度已有顯著的提升效果。

校隊組與非校隊組之間 GH 原本的差異結果，與 Weltman 等（1992）所指一年的有氧運動訓練使 24 小時內的總分泌量顯著提升之結果相同。但本研究卻與 Bunt 等（1986）的研究結果不同，他指出男性運動員及一般男性控制組之 GH 濃度在休息時之安靜值無顯著差異。然而，造成結果不一致的原因，可能由於受試對象的年齡層不同有關係。由於 Bunt 的受試者為

成年男性，在生理機能成熟的狀態下，也許較無法看出長期運動對 GH 分泌量的影響；反之，在兒童青少年時期，身體及生理機能均未成熟發展，GH 分泌的量又正值高峰，很有可能因為變化情形較大而造成顯著提升。因此推論 GH 濃度分泌量在經過訓練與未經訓練的兒童身上有顯著的差異效果。

由於多數文獻所探討的大部分是運動後 GH 的立即（acute）反應或是 24 小時之內其分泌的總量，單純探討運動對於 GH 安靜值之影響的研究較少。Wideman（2002）曾指出單次的運動對於 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，進而顯示有氧運動能夠對長期 GH 的分泌造成顯著的影響，由於本研究亦為長期的運動訓練，因此上述推論與本研究結果互相符合。

Bonifazi（1998）的研究為 18 週的游泳訓練，結果在第 6 週與第 12 週結束時，單次運動後造成的 GH 分泌量並無差異，但第 18 週結束後則顯著高於前兩次檢測。所以雖然本研究之非校隊組的 GH 濃度未能在 12 週內提升，也許是因為游泳訓練對於人體生長激素的影響，必須要更長的時間才能看出明顯變化。

（二）甲狀腺素

在甲狀腺素各濃度值方面，本研究的結果顯示，兩組在 T3、T4、TSH 濃度之前測值都沒有顯著差異，說明長期的運動訓練似乎未對 T3、T4、TSH

造成顯著影響。這樣的結果與 Alen 等人（1993）發現的相同，他指出長期重量訓練者之 TSH、T3、T4 未能看出顯著變化。因此，推測長期的游泳訓練亦無法對甲狀腺濃度造成影響。

二、 運動負荷對生長激素及甲狀腺素分泌量的影響

（一）生長激素

本研究結果說明十二週的游泳訓練並未造成兩組 GH 濃度的改變。Vanhelder 等（1984）的研究發現單次運動中高負荷、低反覆的阻力訓練比低負荷、高反覆的阻力訓練，能引起較高的 GH 濃度。若以長期的情形看來，本研究應符合這樣的結果。對校隊組來說，由於已經接受一年以上的長期訓練，十二週內看不出其明顯變化是合乎情理的，然而十二週的游泳訓練未對非校隊組體內 GH 濃度造成改變的原因，有可能是因為僅僅十二週的訓練不夠長，或者是一週三次的運動訓練負荷不足以造成 GH 濃度短時間內明顯的改變。

（二）甲狀腺素

由文獻可知甲狀腺素對生長發育扮演著非常重要的角色，因為它是在骨骼成長時不可或缺的一種激素。本研究所分析之甲狀腺濃度包括 T3、T4。已知能夠進入細胞內產生作用的 T3 是由血液中的 T4 解離而成，由於 T4 經腦下垂體分泌進血液中之後，便迅速與甲狀腺結合球蛋白（thyroxine binding globolin ,TBG）結合，而被 TBG 結合的 T4 事實上是無生理活性的，

因此也就不具生理的功能。反之，雖然 T3 僅佔血清中甲狀腺濃度的 5%，但其生理代謝的活性遠高於佔 95%的 T4，因此 T3 濃度的高低相較於其他甲狀腺激素也更具代表性。

本研究結果顯示甲狀腺素在經過十二週游泳訓練後，T3 在兒童體內的濃度在中測時顯著上升，後測則維持其值，並無繼續上升的趨勢。T4 濃度在實驗期間則未有顯著的改變。

在促甲狀腺素 TSH 的部分，它的主要功能為刺激 T4、T3 的分泌，也因負責體內甲狀腺濃度的恆定而受負回饋的控制。本研究的 TSH 濃度檢測結果，兩組受試者均在第四週結束時明顯上升，爾後又在十二週結束時回到基準值。如此看來，TSH 因受運動負荷提升而增加，又因為對運動的適應以及 T3 增加的負回饋而下降。

運動負荷對甲狀腺素的影響，至今仍未有一致的解釋。但一般來說，運動應會促使甲狀腺素的分泌，才能提供人體各組織所需的量。然而本研究不同運動負荷對 T4 濃度沒有產生影響, 與大部分研究結果相同(Lehmann 等，1993；Mujika 等，1996；Baylor 等，2003；Jamurtas 等，2004)。不同之處，是本研究受試者 T3 濃度在中測時都顯著上升，並維持到後測。後測未再繼續上升的原因，可能是由於 T3 濃度在第四週結束之後，受試者已對訓練的負荷達到適應的結果。對校隊組而言，由於實驗期間正在準備一月份的比賽，因此強度與負荷都做了調整，因此在本實驗開始後，T3 濃度因

訓練負荷的增加而上升，而對於非校隊組來說更是如此。因此，推論十二週的游泳訓練能夠使 T3 濃度增加，並且使其在體內的分泌量維持。

三、小結

生長激素（GH)、類胰島素生長因子（insulin-like growth factor, IGF-1)、腎上腺皮質固醇（glucocorticoids, GC）及三碘甲狀腺素（T3）是主要控制骨骼正常發展和青春期成長發育的幾個因素（Siebler 等，2001)。研究指出 IGF-1 是體內骨化的關鍵，而 GH、GC 及 T3 則直接控制 IGF-1 及其在生長板（growth plate）內的接受器的刺激與反應。由此可知在人體發育過程，甲狀腺素與生長激素分泌情形在兒童成長時期對於骨骼、肌肉的成長與發育佔有重要地位。

本研究結果長期的游泳訓練之兒童在生長激素濃度上與一般未受訓練的兒童產生顯著的差異，而適當的運動負荷亦使 T3 濃度造成顯著的提升。因此運動訓練能夠幫助兒童在成長期間，生長相關激素的分泌，進而促使身體代謝機能、生長發育的正常運作。

第四節　結論

一、 接受一年以上游泳訓練之校隊組兒童其生長激素自前測即顯著高於一般兒童（$p<.05$），於十二週不同負荷訓練過程中，亦明顯高於一般兒童（$p<.05$）。因此長期游泳訓練對於兒童在青春前期骨骼、肌肉的生長發育應會有正面的幫助。

二、 接受一年以上游泳訓練之校隊組兒童其甲狀腺與一般兒童無明顯差異，十二週不同負荷的游泳訓練使校隊組與一般兒童之甲狀腺素 T4 不變、T3 濃度顯著上升（$p<.05$）、TSH 先升後降（$p<.05$）。因此一週三次的游泳訓練應能促進兒童甲狀腺機能正常代謝。

三、 十二週之不同負荷一週三次的游泳訓練對於未訓練兒童的 25 與 100 公尺游泳成績，第四週起即有明顯進步（$p<.05$），第十二週亦比第四週進步（$p<.05$）；一週五次的訓練亦使校隊組游泳表現自第四週後穩定進步。

第五節　建議

依據以上之結論，本研究建議如下：

一、 對於青春期前的兒童，建議一週運動至少三次，可達到促進健康生長發育的效果。

二、 為了能夠更瞭解運動對於生長激素及甲狀腺素的影響，建議未來的研究可加入控制組使得研究更富證據與意義。