

國中生生長發育與健康體能 之長期追蹤研究

黃奕清 * 高毓秀 **

本研究之目的在瞭解青少年生長發育與健康體能成長幅度的變化趨勢，並探討生長發育對其健康體能的影響情形。本研究為一連續三年之追蹤研究，在八十二年十二月中旬以台北市信義國中一年級80位學生為研究對象進行第一次施測，第二年研究對象流失7人，第三年研究對象流失3人。最後資料的分析以全部三次皆參與的70人為主。測驗項目與方法是依據美國健康、體育、休閒及舞蹈協會所發展的健康體能測驗手冊，用以測量健康體能。資料分析採移動平均方式處理及複迴歸分析。

研究結果顯示13.0—15.0歲間，男女生身高值的成長幅度皆為正成長，然而男女生皆有隨年齡的增加而成長幅度逐漸減少的趨勢。男女生體重值的成長幅度亦皆為正成長，男生的體重值有隨年齡的增加而成長幅度逐漸增加的趨勢，女生則相反。男女生1.6公里跑/走所需的秒數之成長幅度皆隨年齡的增加而呈現負成長。

在13.0—14.5歲間男女生屈膝仰臥起坐的成長幅度隨年齡的增加而有減少的趨勢，到14.5歲以後，女生的成長幅度有逐漸增加的情形，而男生則呈現負成長。男女生坐姿體前彎的成長幅度隨年齡的增加而逐漸減少，女生在14.0歲以後出現負成長，男生則約在14.25歲以後始呈現負成長。肱三頭肌、肩胛骨下緣、腸骨上方、及小腿內側四部位皮脂厚總合成長幅度之變化趨勢，女生呈現正成長，男生則先呈現負成長，在13.5歲時達到最大量，約在14.25歲以後開始呈現正成長。

男生生長發育過程對心肺耐力有顯著的影響，其解釋力逐年提高。研究結果可供研擬青少年健康體能促進計畫或活動之參考。

關鍵語：青少年、生長發育、健康體能、成長幅度

* 黃奕清：國立屏東師範學院體育學系副教授

** 高毓秀：長榮管理學院講師兼衛保組組長

前言

健康體能(health-related fitness)被視為一個人生理能力的指標(1)，它是一種動態的生理過程(2)，會隨著個人的生長、發育、成熟及老化而有所改變，亦可能因罹患疾病而降低健康體能的水準。另一方面，學者亦支持健康體能的水準是慢性疾病的預測因子，如冠狀動脈心臟病等心血管疾病(3)，似乎健康體能不僅直接反映一個人的健康狀態，亦是幸福安寧的重要表徵之一。觀之國內近三十年來十大死亡原因，已由過去的傳染病轉變為現今的慢性疾病，另外，身體機能退化性疾病如下背痛、關節病變等致病率亦有逐年提高的趨勢(4)。這些疾病皆與運動不足或體能衰退有密切的關係。

有鑑於此，教育及衛生行政單位為提升國人體能狀況，將國民體能列為施政計畫重點之一(5)。另就健康促進及預防醫學的觀點，健康體能的促進計畫宜從青少年時期即應開始實施，因此，對青少年健康體能的全面瞭解至為重要，國內外在該方面有關亞洲民族青少年的文獻相當廣泛(6-14)，然大部份皆屬橫斷面的研究，該屬性的研究並無法探究青少年的健康體能是否會隨年齡的增長而產生變化，更無法追蹤青少年生長及發育過程的變化對其健康體能的影響。尤其在青少年時期快速生長階段，身高及體重皆可能產生顯著的變化，而這些變化亦可能直接影響心肺功能、肌力、肌耐力、柔軟度、體脂肪百分比等健康體能的要素。

長期追蹤性的研究正可以彌補該方面的不足，學者的研究顯示6-16歲男女生心肺耐力隨年齡的增加而增加，而女生在14歲時達到最高點，之後即開始下降(15)。另外，在青少年成長過程中，心肺耐力與體重呈正相關(16-19)，同時，身高也是預測心肺耐力重要的決定因子(20-21)，亦即在青少年成長階段，心肺耐力的增減會受到體重及身高變化的影響。在肌力與肌耐力方面，5-18歲的男女生皆隨年齡的增加而有增加的趨勢(22-24)。在柔軟度方面，5-18歲的階段中，男生在5-8歲時柔軟度呈現水平穩定狀態，之後即逐漸下降，一直到12歲時達到最低點，12-18歲間則隨年齡的增加而逐年增加；女生則5-11歲間的柔軟度呈現水平穩定狀態，11歲即逐漸增加，一直到14歲之後再呈水平穩定狀態，而女生在各年齡層的柔軟度亦皆比男生為佳(22-24)。最後，在體脂肪方面，研究(25)亦發現在11-18歲的青少年男生的肱三頭肌皮脂厚有逐年減少的趨勢，肩胛骨下緣及腹部皮脂厚則逐年增加，顯示男生有更多的皮下脂肪是分布於上半身的軀幹部位；女生方面，此三處皮脂厚皆隨年齡增加而增加。

然而這些研究大部份都以歐美青少年為研究對象，以台灣青少年為對象的研究並不多見。因此，本研究的主要目的希望能瞭解台灣青少年生長發育與健康體能成長幅度(Growth velocity)的變化趨勢，並探討生長發育過程的變化對其健康體能的影響情形。

研究方法

1. 研究對象

本研究為三年追蹤研究，研究方法因涉及人體試驗，因此，為顧及任課教師長期配合及研究對象持續參與之意願，研究對象的選取是以學生的意願為主要考量，在八十二年十二月中旬經取得台北市信義國中一年級 80 位學生及二位任課教師的同意，進行第一次施測。八十三年十二月時因學校行政上無法配合，遂順延至隔年寒假過後，於八十四年三月中旬（受測者為二年級）進行第二次施測，樣本數為 73 人，流失 7 人。接著，於八十五年三月中旬（受測者為三年級）進行第三次施測，樣本數為 70 人，流失 3 人。最後，本研究資料的分析以全部三次皆參與的 70 位樣本為主，男生 39 人，女生 31 人。

2. 施測項目與方法

為使本研究易於與其他相關的研究資料或常模互相比較，乃依據美國健康、體育、休閒及舞蹈協會 (AAHPERD, 1980, 1984) (26-27) 所發展的健康體能測驗項目及施測方法，用以測量本研究之健康體能。施測項目有身高、體重、1.6 公里跑/走、一分鐘屈膝仰臥起坐、坐姿體前彎、皮脂厚測量，而皮脂厚又涵蓋肱三頭肌、肩胛骨下緣、腸骨上方、小腿內側四部位。

3. 信度考驗與統計方法

為顧及受測者的意願，本研究在信度考驗方面，僅處理皮脂厚測驗項目之再測信度，四個部位的皮脂厚之再測信度均介於 0.91-0.97 之間。資料處理含移動平均 (Moving average) 方式及複迴歸分析。

本研究為瞭解研究變項在青少年時期成長幅度之變化趨勢，採移動平均 (Moving average) 方式處理，其主要理由為 (1) 本研究在實地進行時，大多數研究對象並無意願每半年接受測驗一次，因此，為顧及研究對象之受測意願，每年只能施測一次；(2) 正值青少年成長發育顛峰狀態，一年內各研究變項值的正負成長幅度變化頗大，為瞭解其在一年內的變化情形，宜進一步估算出每半年的演變；(3) 為使研究變項變化趨勢之曲線移動更為平滑，並縮短測量值之間的距離。因此，採用移動平均方式來處理並預估研究變項之變化趨勢。

移動平均方式的處理過程為 (1) 先求得研究變項年齡、身高、體重、1.6 公里跑/走、屈膝仰臥起坐、坐姿體前彎、肱三頭肌皮脂厚等之成長幅度，成長幅度 A (Velocity A, VA) 為第二次施測值減第一次施測值，成長幅度 B (Velocity B, VB) 為第三次施測值減第二次施測值，然後每一個變項的成長幅度（值）除以年齡的成長幅度（值）即為該變項的每一年的成長幅度；(2) 再計算平均年齡，VA 的平均年齡為第二次施測之年齡與第一次施測之年齡相加除以 2，VB 的平均年齡為第三次施測之年齡與第二次施測之年齡相加除以 2；

(3)再將所有平均年齡重新分類，平均年齡在 12.50—13.49 爲 13.0 歲、在 13.00—13.99 爲 13.5 歲、在 13.50—14.49 爲 14.0 歲、在 14.00—14.99 爲 14.5 歲、在 14.50—15.49 爲 15.0 歲，共分爲五組。

研究結果

1. 健康體能各變項成長幅度之變化趨勢

移動平均方式所得之健康體能各變項成長幅度平均數之變化趨勢結果見圖一至圖十。圖一顯示 13.0--15.0 歲間，男女生身高值的成長幅度皆爲正成長，然而男女生皆有隨年齡的增加而成長幅度逐漸減少的趨勢。男生身高值的成長幅度在各年齡階段皆比女生身高值的成長幅度要大，亦即男生身高的成長幅度較大。圖二顯示 13.0—15.0 歲間，男女生體重值的成長幅度亦皆爲正成長，男生的體重值有隨年齡的增加而成長幅度逐漸增加的趨勢，女生的體重值則有隨年齡的增加而成長幅度逐漸減少的趨勢。男生體重值的成長幅度在各年齡階段皆比女生的成長幅度要大，亦即男生體重的成長幅度較大。

1.6 公里跑 / 走是心肺耐力的主要測量項目，所需的時間愈少表示心肺耐力愈佳，圖三顯示 13.0—15.0 歲間，男女生 1.6 公里跑 / 走所需的秒數之成長幅度皆隨年齡的增加而出現負成長的現象，這顯示男女生在青春發育階段心肺耐力皆隨年齡的增加而出現正成長。然而在 1.6 公里跑 / 走所需的秒數之負成長男女生卻有不同的變化趨勢，男生方面在 14.0 歲時秒數的減少幅度最大，亦即心肺耐力的成長幅度最大，14.0 歲以後秒數的減少幅度逐漸縮小。女生的表現則較爲平穩，雖然在 13.5 與 14.0 歲之間秒數的減少幅度有逐漸縮小的趨勢，但在 14.0 歲之後則又趨於平穩。

至於在肌力與肌耐力方面，圖四顯示男女生屈膝仰臥起坐的成長幅度之變化趨勢有些微差異，雖然在 13.0—14.5 歲間男女生屈膝仰臥起坐的增加幅度隨年齡的增加而有減少的趨勢，約在 14.5 歲左右男女生屈膝仰臥起坐的成長幅度幾乎停滯，到 14.5 歲以後，女生的增加幅度有逐漸增加的情形，而男生則呈現負成長，亦即屈膝仰臥起坐的成長幅度爲負值。在柔軟度方面，圖五顯示女生坐姿體前彎的成長幅度有逐漸減少的趨勢，雖然在 13.0—13.5 歲間呈現短暫的水平狀態，在 13.5 歲以後則開始下滑，直到 14.0 歲以後出現負成長。男生在 13.0—13.5 歲間呈現些微的上升狀態，在 13.5 歲以後的成長幅度之變化趨勢則與女生相似，唯男生約在 14.25 歲以後始出現負成長，這些顯示男女生的柔軟度約 14.0 歲左右開始出現衰退的跡象。

圖六顯示肱三頭肌皮脂厚成長幅度之變化趨勢，女生在 13.0 歲時爲負成長，但幅度逐漸縮小，到 13.5 歲時成長幅度幾近於零，亦即肱三頭肌皮脂厚呈現不增不減的水平狀態，13.5 歲以後則增加幅度開始往上升，14.0 歲時增加量達到最高點，之後增加幅度呈現些微衰減。男生方面，在 13.0—14.5 歲間皆成負成長，在 13.5 歲時負成長達到最大，之後負成長的量漸漸縮小，直到 14.5 歲時成長幅度幾近於零，之後開始出現正成長，增加幅度漸漸增加。

至於肩胛骨下緣皮脂厚成長幅度之變化趨勢，圖七顯示男女生有所不同，女生的增加幅度隨年齡的增加，雖其增加幅度有逐漸減少的趨勢，但始終皆維持正成長。而男生在 13.0—14.75 歲之間，肩胛骨下緣皮脂厚減少幅度隨年齡的增加而有縮小的趨勢，亦即負成長愈來愈少，到 14.75 歲時成長幅度幾近於零，之後皮脂厚始出現正成長。這顯示在青春階段女生的肩胛骨下緣皮脂厚增加情形比男生大。圖八顯示 13.0—15.0 歲間，女生腸骨上方皮脂厚之增加幅度約在 14.0 歲時達到最高點，之後開始下降，到 15.0 歲時幾乎停滯，但始終沒有出現負成長。男生腸骨上方皮脂厚之減少幅度約在 13.5 歲時達到最大的減少幅度，之後減少幅度開始縮小，約在 14.25 歲時出現停滯狀態，之後，便開始出現正成長，而且正成長持續增加，15.0 歲時的增加幅度反而比女生還要大。

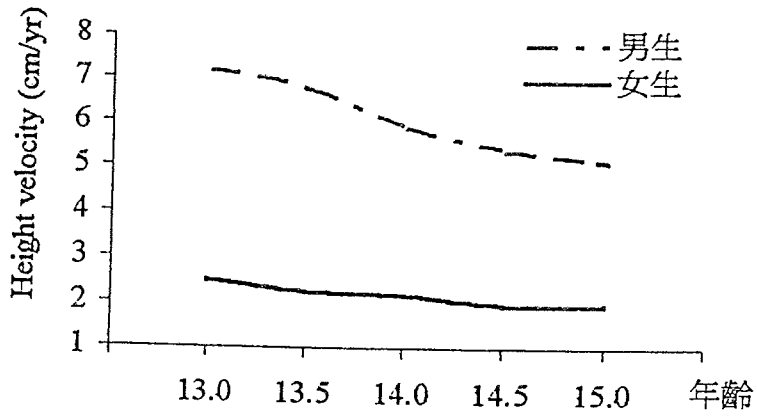
在小腿內側皮脂厚方面，圖九顯示 13.0—15.0 歲間，男女生皮脂厚的成長幅度皆出現先減後增的現象，亦即先出現負成長再出現正成長，女生約在 13.75 歲時出現停滯狀態，13.75 歲之後，增加的幅度則出現先增後減。男生在 14.25 歲時出現停滯狀態，14.25 歲之後，增加的幅度逐漸增加，男女生皆在 13.5 歲時負成長達到最大值。

最後圖十顯示四個部位皮脂厚總合成長幅度之變化趨勢，13.0—15.0 歲之間，女生都出現正成長，增加的幅度到 14.0 歲時達到最大量，然後再逐漸減少。男生則先出現負成長，減少的幅度在 13.5 歲時達到最大量，然後逐漸縮小，約在 14.25 歲以後開始出現正成長，成長的幅度便逐漸加大。

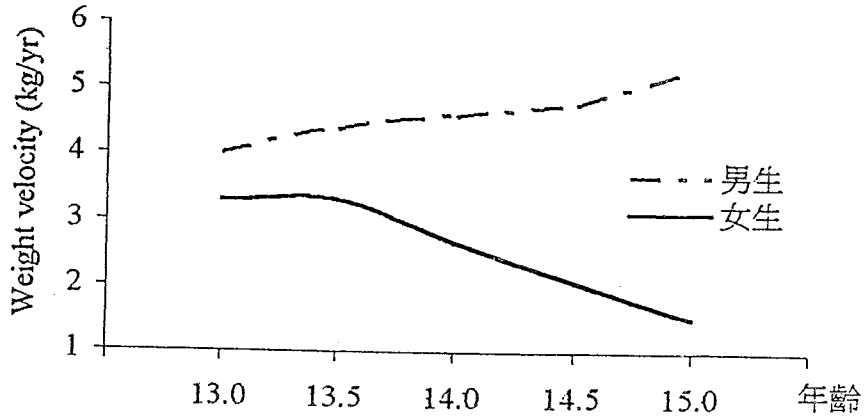
2. 生長發育對健康體能要素之預測分析

在青春或青少年時期的生長發育過程中，其生理的快速發展是否會影響其健康體能的發展，一直是學者欲探究的主題，而在生長發育方面，一般皆以身高及體重為生長發育的指標。因此，表一及表二以身高及體重三次施測過程來預測健康體能要素，顯示身高及體重對男生的 1.6 公里跑 / 走三次施測皆達到顯著的水準，其對 1.6 公里跑 / 走的解釋力仍逐年提高，一到三年級分別為 17.5 %、25.0 %、28.6 %，顯示男生身高及體重之生長發育過程對其心肺耐力有顯著的影響，由標準化迴歸係數發現身高較矮體重較重者其 1.6 公里跑 / 走所需的秒數較多，亦即身高較高體重較輕者其心肺耐力較佳。女生方面，則只有三年級時身高對 1.6 公里跑 / 走的預測力達顯著水準。

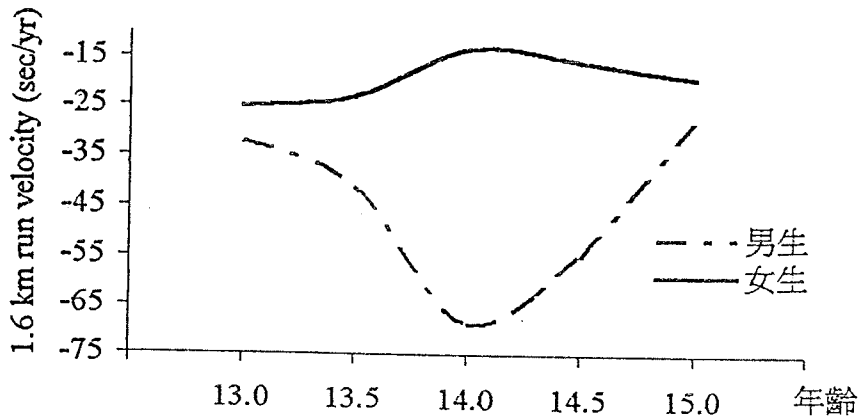
在屈膝仰臥起坐方面，以一年級時男女生的身高及體重對其有顯著的預測力，第二、三次之施測則未達顯著水準。就整體的解釋力來說，男女生的身高及體重對屈膝仰臥起坐的預測力皆有隨年級的增加而逐年下降的趨勢（男生從 26.6% 到 8.7%；女生從 22.8% 到 11.5%）。這結果顯示肌力及肌耐力並未因身高及體重的逐年增加而受到更大的影響。在坐姿體前彎方面，各年級男生的身高及體重對其預測力皆未達到顯著水準，而女生則僅在一年級時體重對其預測力達到顯著水準。在體脂肪方面，各年級男女生的身高及體重對其預測力皆達到顯著水準，解釋力皆在 74% 到 84% 之間，正如一般所熟知的，標準化迴歸係數顯示身高較矮、體重較重者其體脂肪較厚。



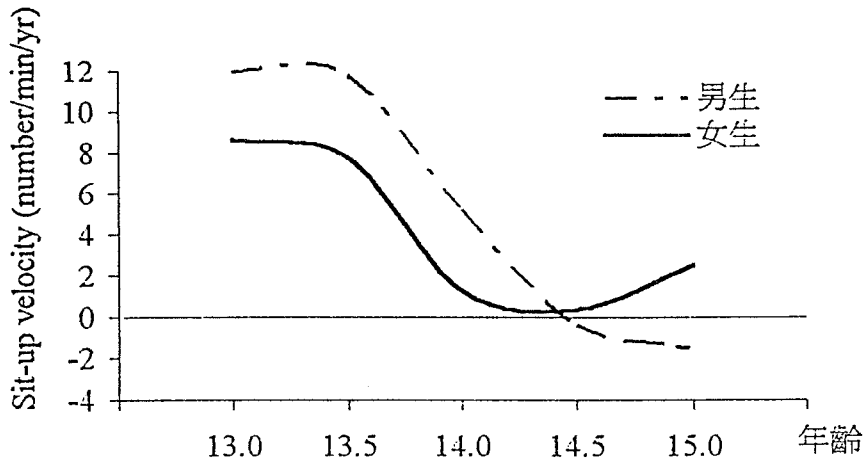
圖一、身高成長幅度之變化趨勢



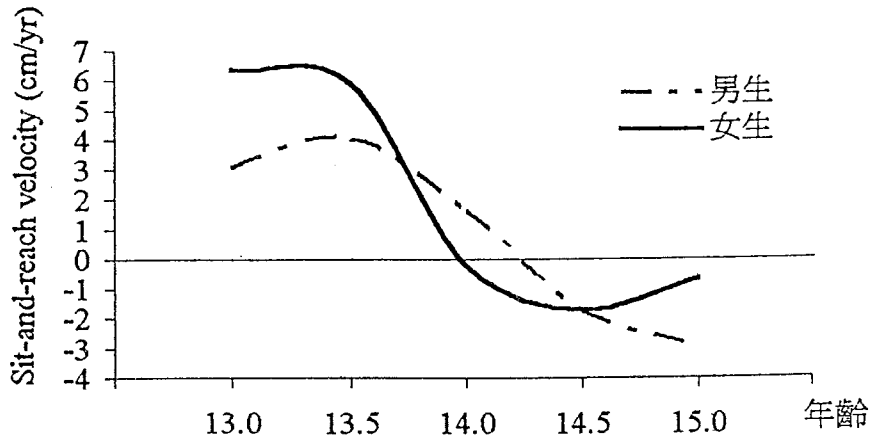
圖二、體重成長幅度之變化趨勢



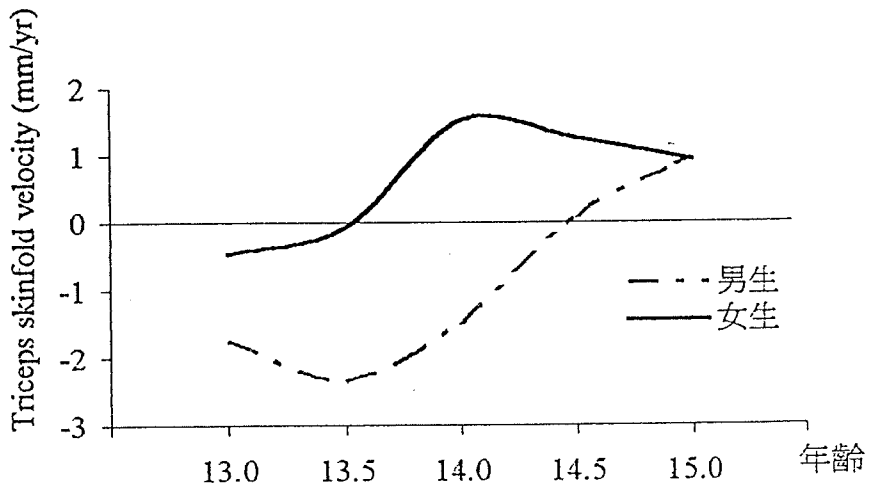
圖三、1.6公里跑／走成長幅度之變化趨勢



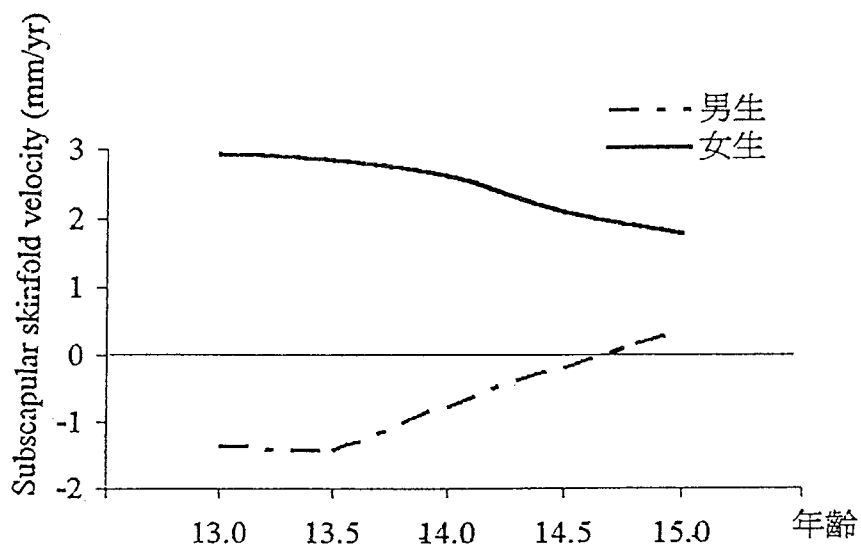
圖四、屈膝仰臥起坐成長幅度之變化趨勢



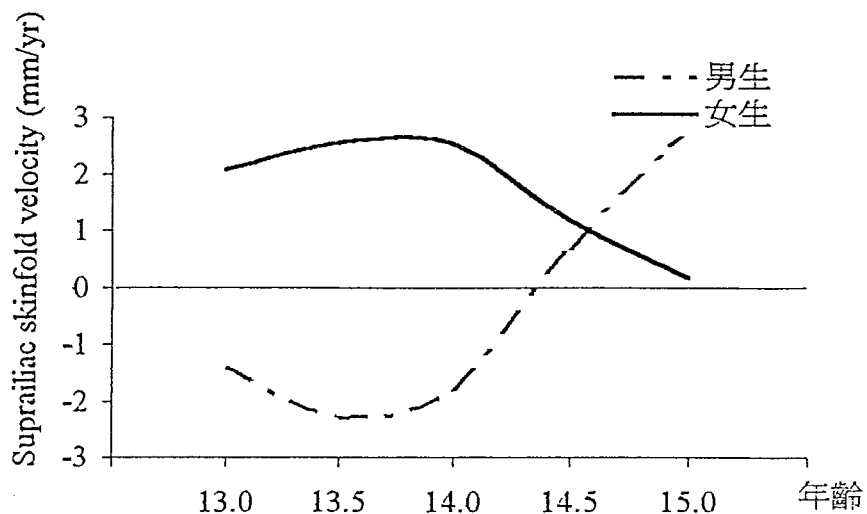
圖五、坐姿體前彎成長幅度之變化趨勢



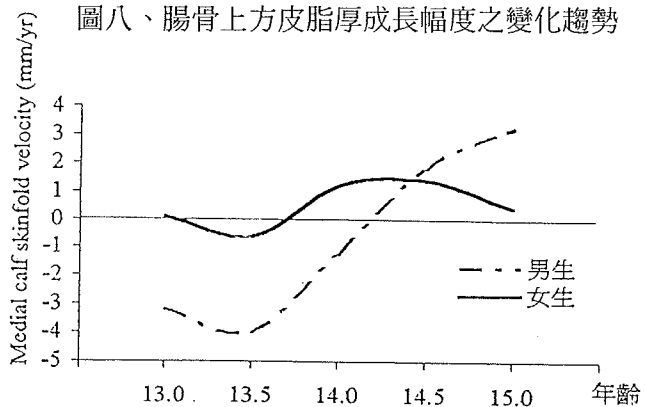
圖六、肱三頭肌皮脂厚成長幅度之變化趨勢



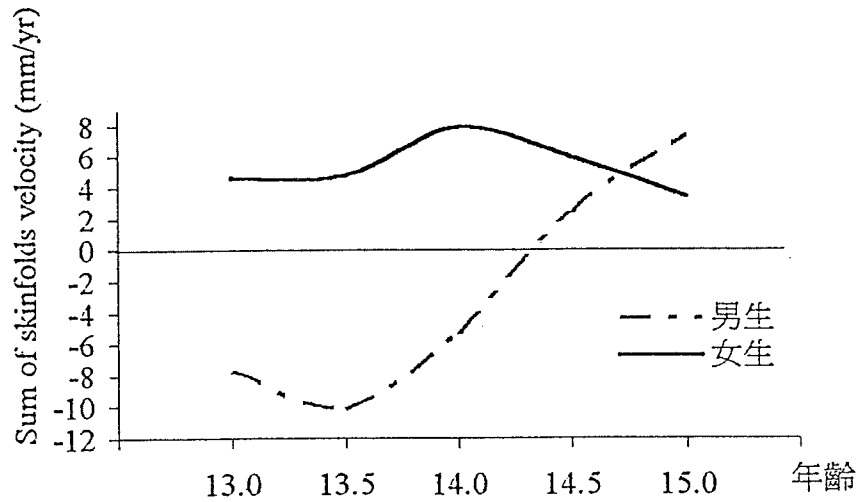
圖七、肩胛骨下緣皮脂厚成長幅度之變化趨勢



圖八、腸骨上方皮脂厚成長幅度之變化趨勢



圖九、小腿內側皮脂厚成長幅度之變化趨勢



圖十、四部位皮脂厚總合成長幅度之變化趨勢

表一、男生 (N = 39) 身高與體重對健康體能要素之迴歸分析

	身高	體重		
	Beta	Beta	F值	R-square
1.6公里跑/走				
第一次施測 (一年級)	-0.33	0.50**	3.81*	0.175
第二次施測 (二年級)	-0.46*	0.56**	5.98**	0.250
第三次施測 (三年級)	-0.34*	0.62***	7.21**	0.286
屈膝仰臥起坐				
第一次施測 (一年級)	0.58**	-0.51**	6.51**	0.266
第二次施測 (二年級)	0.43*	-0.25	2.69	0.130
第三次施測 (三年級)	0.33	-0.19	1.70	0.087
坐姿體前彎				
第一次施測 (一年級)	0.23	-0.08	0.71	0.038
第二次施測 (二年級)	0.12	0.18	1.33	0.067
第三次施測 (三年級)	0.10	-0.03	0.16	0.009
體脂肪總合				
第一次施測 (一年級)	-0.74***	0.99***	82.33***	0.821
第二次施測 (二年級)	-0.61***	0.98***	75.16***	0.807
第三次施測 (三年級)	-0.41***	0.99***	93.39***	0.838

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

表二、女生 (N=31) 身高與體重對健康體能要素之迴歸分析

	身高	體重		
	Beta	Beta	F值	R-square
1.6公里跑/走				
第一次施測 (一年級)	-0.26	0.39	1.41	0.092
第二次施測 (二年級)	-0.15	0.14	0.37	0.026
第三次施測 (三年級)	-0.48**	0.35	5.07*	0.266
屈膝仰臥起坐				
第一次施測 (一年級)	0.60**	-0.50**	4.12*	0.228
第二次施測 (二年級)	0.35	-0.36	2.66	0.160
第三次施測 (三年級)	0.29	-0.27	1.82	0.115
坐姿體前彎				
第一次施測 (一年級)	-0.08	0.54**	4.30*	0.235
第二次施測 (二年級)	0.12	0.15	0.74	0.051
第三次施測 (三年級)	0.07	0.20	0.78	0.053
體脂肪總合				
第一次施測 (一年級)	-0.60***	0.99***	39.76***	0.740
第二次施測 (二年級)	-0.47***	0.94***	50.43***	0.783
第三次施測 (三年級)	-0.51***	0.86***	44.61***	0.761

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

討論與建議

本研究結果對青少年生長發育情形與健康體能的成長變化及其彼此之間的影響，提供基礎層面的認識與瞭解，亦可供研擬青少年健康體能促進計畫或活動之參考。在研究方法方面，對健康體能之成長幅度採用移動平均方式處理，其理論概念係採自 Michigan State University 體育與運動科學研究所 Robert M. Malina 教授的看法，並經研究者與其多次的討論與分析之後，才著手以 SAS 撰寫分析程式。基本上，有關長期追蹤性資料的曲線研究方法繁多，如 Graphic、Increment、Logistic、Gompertz、Preece-Baines Model、Kernel regression 等，有關上述這些方法的優缺點及使用上的限制，學者在文獻上已經做過詳細的分析(25,34)，本研究的主要缺失在於兩次測量的間隔太長，而所涵括的年齡層又只有短短三年，因此，採用移動平均方法，它延用 Increment 的理論方法並增加了平均年齡的重覆累加過程，藉以減少預估上的誤差。一般長期追蹤性的研究有些長達十二年，如 6-18 歲、5-17 歲等，有些則從出生或二歲開始追蹤到成年。無論如何，理想的研究宜包含整個生長、發育及成熟的過程。

有關身高的最大成長幅度 (peak height velocity, PHV) 方面，本研究雖然是經過三年的追蹤，但就生長發育過程來說，國中三年的時間只是青少年發育成熟期的部份階段，而非其全部。筆者 (7) 以教育部體育司所收集之台灣地區各級學校學生身高的資料 (28) 預估學生的 PHV 的年齡 (Age at PHV)，經以 Preece-Baines curve-fitting Model (29) 估計後，發現男生在民國七十七年的 PHV 年齡是約為 12.6 歲，女生的 PHV 年齡是約為 10.7 歲。而且從民國五十三年至七十七年之間，每增加一年，男生 PHV 的年齡提早約 0.04 歲，女生 PHV 的年齡提早約 0.05 歲，顯示青少年是越來越早熟。由此可見，有些學生在未就讀國民中學之前，生理上的發育已經到達最高點，而生理上的改變則直接影響健康體能，尤其是心肺耐力。

本研究的對象，在第一次施測時，女生的平均年齡為 12.77 歲，早已過了其 PHV 的年齡，男生的平均年齡為 12.68 歲，顯見幾乎也過了其 PHV 的年齡，此觀點由圖一身高之正成長幅度逐年衰減時可以得到佐證。故本研究的對象可以說大部份已過了 PHV 的年齡，並無法探究其 PHV 之前的變化情形。因此，欲詳窺青少年的生長發育與健康體能的發展，研究對象的年齡層宜涵括更早的年齡層，諸如從 6 歲即開始追蹤等。

而有關青少年體重的最大成長幅度 (peak weight velocity, PWV) 方面，筆者 (7) 先前的研究中，發現男生在民國七十七年的 PWV 年齡約為 12.9 歲，女生的 PWV 年齡約為 11.4 歲。理論上，過了 PWV 的年齡之後，其體重的成長幅度會有趨緩並逐年下降的現象，圖二所示，女生的情形便符合此種看法。而男生方面，雖然 PWV 年齡比女生約晚 1.5 歲，但也約在 12.9 歲時達到最高峰，過了此階段之後，體重的成長幅度理論上應有減緩的現象，但由圖二顯示仍不斷增加，這是否意味著男性青少年體重過重 (overweight) 或肥胖問題似乎有越來越嚴重的趨勢，仍有待繼續探討。

在心肺耐力的最大成長幅度方面，圖三顯示男生在 14 歲時成長幅度最大，進步也最多。有關此部份筆者並未發現國內相關文獻可以佐證，而國外文獻 Saskatchewan Longitudinal Growth Study (35) 以 83 位男生為對象，從 8 歲追蹤到 16 歲，證實男生心肺耐力每年的成長幅度在 14 歲時達到最高峰，此結果恰與本研究不謀而合。另外，Mirwald and Bailey (30) 以加拿大青少年為對象的研究指出，PHV 是生理成熟的指標之一，他們發現 PHV 與心肺耐力的增加有密切的關係，當男女生青少年到達 PHV 的年齡時，心肺耐力也達到最大的成長幅度，而在 PHV 之前與之後階段，心肺耐力都有減少的趨勢。另外，以德國及挪威的青少年為對象的生長發育研究 (31)，亦得到相似的結論。然而，心肺耐力的影響因子繁多，不同種族的比較僅能做為參考，而女生方面的文獻則更為匱乏。因此，有關此方面的縱貫式研究，本研究希望能拋磚引玉，期待能有更多後續的研究加以更深入的探討。

在肌力、肌耐力與柔軟度方面，Beunen et al. (36) 以 220 位 Belgian 男性學童的研究顯示，肌力與肌耐力的最大成長幅度在 PHV 之後 0.5—1 歲間，亦即其最大成長幅度比 PHV 約晚半歲到一歲左右。而柔軟度的最大成長幅度卻在 PHV 之前 0.5—1 歲間，亦即其最大成長幅度比 PHV 約早半歲到一歲左右。可惜的是本研究並無法預估研究對象 PHV 的年齡

，因此，就圖四來說，仰臥起坐所代表的肌力與肌耐力的最大成長幅度是否就在 13 歲左右，似無從得知，而圖五坐姿體前彎亦出現相同的困境。不過，如果以民國七十七年男生 PHV 年齡 12.6 歲 (7) 為本研究對象的 PHV 年齡，男生肌力與肌耐力的最大成長幅度應在 13.1 歲到 13.6 歲間，此與圖四所呈現的結果則頗為一致。而男生柔軟度的最大成長幅度應在 11.6 歲到 12.1 歲間，圖五因年齡的差距，而無法預估。

至於皮脂厚方面，國外研究 (36) 顯示男生肱三頭肌皮脂厚在 PHV 年齡之後的一年半左右，負成長幅度達到最大，而小腿內側皮脂厚在 PHV 年齡之前為正成長，在 PHV 年齡之後為負成長，在 PHV 年齡之後的第三年負成長幅度達到最大。肩胛骨上緣皮脂厚在青少年階段始終為正成長，但幅度變化不大，而腸骨上方皮脂厚亦維持正成長，約在 PHV 年齡之前一年正成長幅度達到最高峰，之後便開始遞減，直到 PHV 年齡之後的第二年開始出現負成長。這正顯示不同年齡階段及不同部位其皮脂厚分布情形亦將有所差異，本研究在圖六至圖九亦約略反應出此種現象，其中圖八及圖九顯示男生在 15 歲時腸骨上方與小腿內側皮脂厚之成長幅度比女生高出許多，這是否意味著男生在 15 歲以後腹部兩側的皮脂肪會逐漸的累積至成年，或小腿內側皮脂厚亦呈現相似的趨勢，則有待研究繼續追蹤。

另外，筆者先前的研究 (6) 亦提及運動量或能量消耗 (Energy expenditure) 的多寡對健康體能的影響，青少年時期經常運動 (Active) 者其心肺耐力比不常運動 (Inactive) 者為佳，經常運動者皮下脂肪也比較少，國外的研究亦持相同的看法 (32)。本研究並未同時追蹤比較運動量或能量消耗的多寡，同時，研究亦指出經常運動者其生理成熟較早 (33)，這顯示運動量的多寡、生理成熟狀態 (早熟或晚熟) 及他們彼此之間的交互作用將可能影響健康體能，這些都值得後續研究的探討。

最後，在種族差異方面，目前原住民青少年人口大多外流到市區就讀，其生活型態與漢人的差異已愈來愈少，因此，種族的差異是否對健康體能有所影響，尤其在體脂肪方面 (8,9)，亦頗值得思考。而本研究的樣本僅選自一所國中，所得結果雖可供參考，為了更精確的瞭解我國青少年的生長發育與健康體能的情形，宜搜集具有代表性的樣本，做長期性的追蹤調查。

誌謝

本研究能夠順利完成，得感謝吳雪琴老師及林慧貞校護過去三年來持續的熱心協助與支持，以及七、八十位受測對象在施測過程中的全力配合。同時，對於 Michigan State University 體育與運動科學研究所 Robert M. Malina 教授的協助與指導，作者由衷感激。

參考文獻

1. Pate RR (1988) The evolving definition of physical fitness. *Quest*, 40:174-179.
2. Malina RM (1991) Darwinian fitness, physical fitness and physical activity. In CGN Mascie-Taylor, GW Lasker (Eds.): *Applications of Biological Anthropology to Human Affairs*. New York: Cambridge University Press, pp. 143-184.
3. Smith GD, Morris JN (1992) Assessment of physical activity and physical fitness in population surveys. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 46:89-91.
4. 行政院衛生署 (民 81) 中華民國台灣地區公共衛生概況。
5. 行政院衛生署 (民 82) 國民保健計畫摘要。
6. Huang YC (1994) Relationship of sociodemographic and physical activity variables to physical fitness among Taiwanese junior high school students. Doctoral dissertation, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, USA.
7. Huang YC, Malina RM (1995) Secular change in the stature and weight of Taiwanese children 1964-1988. *American Journal of Human Biology*, 7(4):485-496.
8. Malina RM, Huang YC, Brown KH (1995) Subcutaneous adipose tissue distribution in adolescent girls of four ethnic groups. *International Journal of Obesity*, 19:793-797.
9. Potts J, Simmons D (1994) Sex and ethnic group differences in fat distribution in young United Kingdom South Asians and Europeans. *Journal of Clinical Epidemiology*, 47:837-841.
10. Rajan U (1992) Status of child and adolescent fitness in Singapore. In: *A Trimmer Generation: Meeting the Challenge*. Singapore: Ministry of Health, pp. 7-12.
11. Saito Y, Shinomiya M, Shirai K, Ishikawa Y, Yoshida S, Ohara R, Sawai A, Takahashi K, Wagai M, Umezono T, Hon-Iden T (1990) Plasma lipid profiles of Japanese obese children in the last ten years. In: Y Oomura, S Tarui, S Inoue, T Shimazu(eds.): *Progress in Obesity Research*. London: John Libbe, pp. 295-297.
12. 吳仁宇、黃奕清 (民 85) 台灣地區 6-18 歲學生之年齡別身高、體重、身體質量指數之發育研究, *公共衛生*, 22(4):257-271.
13. 林貴福 (民 84) 台北市中小學學生健康體能常模研究. 台北市. 文景出版社.
14. 教育部 (民 62) 中華民國青少年體能測驗. 台北市. 教育部體育司編印.
15. Krahenbuhl GS, Skinner JS, Kohrt WM(1985) Developmental aspects of maximal aerobic power in children. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 13:503-538.
16. Andersen KL, Seliger V, Rutenfranz J, Mocellin R(1974) Physical performance capacity of children in Norway: population parameters in a rural inland community with regard to maximal aerobic power. *European Journal of Applied Physiology*, 33:177-195.
17. Davies CTM (1972) Body composition and maximal exercise performance in children. *Human Biology*, 44:195-214.
18. McMiken DF(1976) Maximal aerobic power and physical dimensions of children. *Annals of Human Biology*, 3:141-147.

19. EVELD DJ (1989) Aerobic power related to body size and maturation in a mix-longitudinal sample of active polish children 11-14 years of age. Master thesis, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, USA.
20. SPRYNAROVA S (1987) Relationships between body dimensions and resting and working oxygen consumption in boys aged 11 to 18 years. *European Journal of Applied Physiology*, 56:725-736.
21. SHEPHARD RJ, LALLÉE H, LA BARRE R, JEQUIER JC, VOLLE M, RAJIC M (1980) The basis of data standardization in prepubertal children. In: M Ostyn, G Beunen, J Simons (Eds.) *Kinanthropometry II*. University Park Press, Baltimore, pp. 360-370.
22. BRANTA C, HAUBENSTRICKER J, SEEFELDT V (1984) Age changes in motor skills during childhood and adolescence. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 12:467-520.
23. OSTYN M, SIMONS J, BEUNEN G, RENSON R, VAN GERVEN D (1980) Somatic and motor development of Belgian secondary school boys. Leuven: Catholic University of Leuven Press.
24. BEUNEN G, OSTYN M, SIMONS J, RENSON R, VAN GERVEN D (1980) Motorische vaardigheid somatische ontwikkeling en biologische maturiteit (Motor ability, somatic development and biological maturity). *Geneeskunde en Sport*, 13:36-42.
25. GEITHNER CA (1995) Somatic growth, maturation, and submaximal power output of Polish adolescents: A longitudinal study. Doctoral dissertation, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, USA.
26. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation, and Dance (1980) *Health-Related Physical Fitness Test Manual*. Reston, Va.: American Alliance for Health, Physical Education, Recreation, and Dance.
27. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation, and Dance (1984) *Technical Manual: Health-Related Physical Fitness*. Reston, Va.: American Alliance for Health, Physical Education, Recreation, and Dance.
28. 教育部體育司 (民 81) 台閩地區各級學校學生身高、體重、胸圍測量報告書。
29. PREECE MA, BAINES MJ (1978) A new family of mathematical models describing the human growth curve. *Annals of Human Biology*, 5:1-24.
30. MIRWALD RL, BAILEY DA (1986) *Maximal Aerobic Power: A Longitudinal Analysis*. Sports Dynamics, London, Ontario.
31. RUTENFRANZ J, ANDERSEN KL, SELIGER V, ILMARINEN J, KLIMMER F, KYLIAN H, RUTENFRANZ M, RUPPEL M (1982) Maximal aerobic power affected by maturation and body growth during childhood and adolescence. *European Journal of Pediatrics*, 139:106-112.
32. MIRWALD RL, BAILEY DA, CAMERON N, RASMUSSEN RL (1981) A longitudinal comparison of aerobic power in active and inactive boys aged 7.0 to 17.0 years. *Annals of Human Biology*, 8:405-414.

- 33. Malina RM, Bielicki T (1992) Growth and maturation of boys active in sports: Longitudinal observations from the Wroclaw growth study. *Pediatric Exercise Science*, 4:68-77.
- 34. Roche AF, Guo S (1992) Development of reference data for increments in variables related to growth. *American Journal of Human Biology*, 4:354-371.
- 35. Cameron N, Mirwald RL, Bailey DA (1980) Standards for the assessment of normal absolute maximal aerobic power. In: M Ostyn, G Beunen, J Simons (Eds.) *Kinanthropometry II*. University Park Press, Baltimore, p358.
- 36. Beunen G, Malina RM, Van't Hof MA, Simons J, Ostyn M, Renson R, Van Gerven D (1988) Adolescent growth and motor performance: A longitudinal study of Belgian boys. Champaign, IL: Human Kinetics Books.

LONGITUDINAL CHANGES IN GROWTH DEVELOPMENT AND HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS AMONG JUNIOR HIGH SCHOOL STUDENTS

Yi-Ching Huang, Yu-Hsiu Kao

Abstract

Sex-and age-associated variation in growth development and health-related fitness were considered in 70 Taiwanese adolescents followed longitudinally three years. All measurement techniques were used with AAHPERD Health-Related Physical Fitness Test Manual. Data analysis included moving average and multiple regression.

Males and females showed a continual decline in positive velocity of height from 13 to 15 years of age. Males indicated a continual increase in positive velocity of weight, while females showed a decline. In contrast, both sexes indicated a negative velocity in the 1.6 km run/walk with seconds.

Also, both sexes showed a continual decline in positive velocity of sit-ups from 13 to 14.5 years of age. Females indicated a light increase after 14.5 years of age, while males showed a negative velocity. Sit-and-reach velocity showed a continual decline of positive velocity in both sexes. Males and females, however, showed a negative velocity after 14.0 and 14.25 years of age, respectively. For the sum of four skinfolds, females indicated a positive velocity across all ages. Males showed a negative velocity between 13 and 14.25 years, while they indicated a positive velocity of the sum of four skinfolds after 14.25 years of age.

Growth development significantly predicted cardiorespiratory endurance, and accounted for about 16%, 25%, 29% of variation in the 1.6 km run/walk from 7th to 9th grade male students, respectively. The results of the study may serve to promote a better understanding of growth development and physical fitness during adolescence and might be useful in the development of effective health promotion programs.

Keywords: adolescence, growth development, health-related fitness, growth velocity