

提升學生健康體適能之能力

—以層級分析法評選訓練項目

李憶佩¹、邱文玉²

¹三民國中

²國立臺灣體育運動大學體育學系

摘要

目的：本研究主要為建構提升學生健康體適能之能力訓練項目，並分析評選準則之排序及權重。**方法：**經文獻分析及歸納提升學生健康體適能之能力訓練項目評選的主要考量因素，試圖建構「提升學生健康體適能之能力訓練項目評選準則之模式」，並擬出「提升學生健康體適能之能力訓練項評選指標層級程序法之問卷」，予高雄地區國民中學教師 15 位，所獲資料進行層級分析法(Analytical Hierarchy Process, AHP)分析。**結果：**(1)如要提升心肺耐力功能可選擇「跑走」方式做為訓練，其次為「跳繩」；(2)肌耐力部分可選擇「跳繩」做為訓練，其次為「跑走」；(3)肌力部分可選擇「折返跑」做為訓練，其次為「跳繩」；(4)柔軟度部分可選擇「折返跑」方式做為訓練，其次為「跑走」。

關鍵字：體適能、健康體適能、層級分析法

通訊作者：邱文玉

E-mail：christinechiu220@gmail.com

DOI：10.3966/2226535X2017010601003

壹、緒論

一、研究背景與動機

每一個人身心成長的階段，體適能 (Physical Fitness) 是一個重要的綜合指標，針對身體組成、心肺功能、肌力、肌耐力、柔軟度等五大面向衡量個人的健康程度。林正常 (1997) 指出體適能為透過身體的活動來促進健康，身體適應能力的簡稱，從生活方面來說，它是人類對於現代生活的一種身體適應能力；從機能方面來說，它是指人類身心特質中的全體機能，表現在運動能力、工作能力或疾病抵抗能力上；以結構方面而言，體適能包括型態、機能、運動等適應能力。

現今科技日益的進步發展，現代人生的型態以及習慣因而有所改變，例如網際網路的發達使學生天沈迷於網路，導致學生坐在電腦前的時間大為增加，相對的運動時間減少而運動量不足，延伸許多健康的問題，如肥胖、心血管疾病等 (衛生署，2008)。運動一直都被認為是一種能夠促進並提升個人健康狀態、增進身體活動能力與改善生活品質的一種方式 (林貴福、盧淑雲，2000)，能夠持之以恆的適度運動才是有效保持健康身體的良好方法。而學校教育中，體育教學能負起重大的責任，例如透過身體活動 (Physical Activity) 幫助學生養成規律的運動習慣，發展良好的全方位體適能，成為一個健康快樂的人 (關月清，1999)。而體適能活動除了身體部位的基本活動外，身體可以做出許多變化，如非移動動作：一種延伸、扭轉、搖擺、旋轉等；移位動作：走、跑、跳、躍、爬、翻滾等 (李宗芹，1991)。如何透過體育教學發展訓練方式進而提升學生的健康體適能之能力，目前相關探討體適能訓練項目的研究顯少，故本研究試圖填此缺口，預期能建構體適能訓練項目，以有效的活動來提昇健康體適能的表現。

健康體適能 (Health Related Physical Fitness) 即為與健康有關的體能，其中包含心肺耐力、肌耐力、肌力及柔軟度等而不同運動訓練國內外皆有相關研究，本研究從文獻中探討重點運動項目如下：(一) 參照林學宜、董至聖 (2000) 研究顯示「登階」對心肺功能有顯著的幫助，登階運動為負重、使用大肌肉群的有氧訓練活動，著重髖關節及膝關節的角度帶動下肢

的大小肌肉參與，亦而促進心臟幫浦作用；(二)毛祚彥、林貴福（2006）為二十公尺來回跑測驗(a Multistage 20m Shuttle run Test, 20mMST)進行相關文獻的分析與討論，20mMST 已被許多國際組織納入正式的體適能測驗項目，更有國家作為國人有氧適能測驗的項目，並能有效預測個人有氧適能。國內胡欣宜（2017）進行運動遊戲課程介入健康體適能，其中包括項目為「折返跑」，結果顯示能提升學童健康體適能的肌耐力和瞬發力。另，折返跑更牽涉到身體的平衡、柔軟度、體力及爆發力(Wisloff, Castagna & Helgerud, 2004)；(三)「跳繩」活動對健康體適能的影響沈樹林（2000）以國小二、三、四年級學童為對象，經十週的跳繩教學活動，結果顯示在柔軟度、肌力、肌耐力與心肺耐力經前後測均達顯著水準。吳義弘（2005）跳繩訓練對國小學童健康體適能有幫助，尤其是瞬發力和心肺耐力最顯著。另外，林麗敏（2013）以雲林縣莿桐國中八、九及肥胖學生為研究對象，每週三次跳繩運動經過八週後，男生在體重、BMI、肌耐力、瞬發力、心肺適能等顯著高於控制組有提升效果；女生在體重、BMI、瞬發力、心肺適能等顯著提升。鄭榮晉（2014）研究結果顯示跳繩有效提升體適能之表現，又，跳繩運動進行時不受場地限制所需器材簡便非常適合在學校實施；(四)「跑走」對健康體適能的影響經由國內外學者研究發現，簡單跑走的運動模式，可以增強心肺功能，其中曾仲毅（2015）對國中七年級男女進行實驗得出跑走運動對瞬發力、肌力與肌耐力、心肺耐力都有顯著提升的效果。故在體適能的訓練項目上，跑走訓練的限制小且不需要花費任何費用，符合體適能隨時隨地健身之目的。(五)賴文成（2001）指出單腳著地之「踢毬」運動為一中低強度的有氧運動，而 12 週踢毬訓練不僅能促使參與者主動提昇運動強度，也能有效改善健康體能。黃懷濬（2002）指出十二週踢毬子訓練對年輕成人的運動能力方面，結果顯示單腳著地之踢毬運動訓練，能有效促進個人肌耐力、柔軟度、平衡感、協調性、反應時間、敏捷性等運動能力。由以上文獻歸納出「登階」、「折返跑」、「跳繩」、「跑走」、「踢毬子」等訓練對健康體適能有顯著的效果，文獻中的運動型態皆不同，而不同的運動型態對於健康體適能的變化都是顯著相關，故以此為參考得到本研究初步的訓練項目評選項目。

貳、研究方法

一、研究方法與應用

本研究採以層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)彙整並探討健康體適能訓練項目評選之準則。層級分析法是由 Saaty(1980)提出的系統決策模式。其目的在於將複雜問題系統化，由不同層面給予層級分解，使得決策者得以在結構化的思考下剖析問題，俾利問題解決。下列將為本研究應用 AHP 建構健康體適能訓練項目評選之應用、基本假設與實施步驟。

二、研究架構與分析

(一) 層級分析法之應用

層級分析法應用範圍相當廣泛，目前國內外已應用於下列決策問題：產生可行方案(Generating a Set of Alternatives)、決定優先順序(Setting Priorities)、選擇最佳方案(Choosing the Best Policy Alternative)、資源分配(Allocating Resources)、衡量績效(Measuring Performance)、決定需要條件(Determining Requirements)、根據成本效益分析制定決策(Making Decision Using Benefits and Costs)、預測結果 - 風險評估(Predicting Outcomes-Risk Assessment)、系統設計(Designing a System)、確保系統穩定性(Ensuring System Stability)、最適化(Optimizing)、規劃(Planning)及衝突解決(Conflict Resolution)。因此本研究彙整並探討健康體適能訓練項目評選之準則是由在遇到上述問題時，均可採用 AHP 來屏除決策者主觀偏見，讓決策更能符合邏輯，提高行政管理之效率。

(二) 建立層級分析圖

本研究探討的四大構面包含「心肺耐力」、「肌耐力」、「肌力」與「柔軟度」，而心肺耐力、肌耐力、肌力、柔軟度四大構面之次構面經整合參考文獻，篩選出包含「跑走」、「跳繩」、「登階」、「折返跑」、「踢毬子」等。其整體層級分析如圖 1 所示：

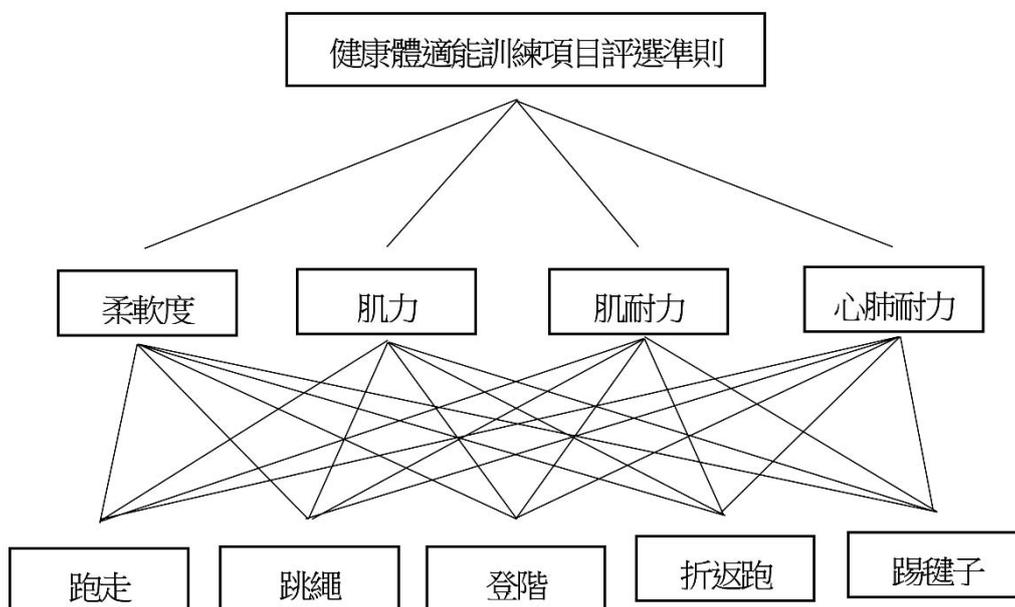


圖 1 健康體適能訓練項目之層級分析圖（本研究整理）

層級分析法是將複雜的決策問題簡化為幾個簡潔扼要的層級，匯集專家們的判斷與經驗，以產生所欲解決方案之優先順序，提供決策者參考。其基本假設為：1、每一問題可以自成一系統，並分解成評比性的層級要素，進而形成具方向性的層級結構。2、每一層級內的要素均可以與上一層之全部或部分之要素再自成一評比基準，進行評比。3、要素間之評比可以名目尺度方式加以量化，並行權重。4、任何要素只要出現在層級結構中，即視為與評比目標有關。問項設計採用順序尺度(Ordinal Scale)，劃分為同等重要、稍重要、頗重要、極重要、絕對重要等五項，並賦予 1、3、5、7、9 的衡量值，介於五個基本尺度之間者，並賦予 2、4、6、8 的衡量值。如下表 1 示：

表 1 AHP 法的評估尺度與說明

評估尺度	定義	說明 (A 與 B 之相對重要性強度)
1	同等重要	等強；A 與 B 對該目標有相同貢獻。
3	稍重要	稍強；評比者認為 A 較 B 稍重要。
5	頗重要	頗強；評比者認為 A 較 B 為頗重要。
7	極重要	極強；對 A 有強烈偏好。
9	絕對重要	絕強；A 之重要性絕對凌駕於 B。
2、4、6、8	相鄰尺度的中間值	需要折衷值時。

資料來源：吳萬益、林清河(2000)

依據圖 1 層級分析圖本研究設計訪談表格，問題分為二部分：第二層主準則（主構面）層需進行 $C_2^4=6$ 次成對因素比較；在「心肺耐力」考量因素下需進行 $C_2^5=10$ 次成對可行準則比較，在「肌耐力」考量因素下需進行 $C_2^5=10$ 次成對可行準則比較，在「肌力」考量因素下需進行 $C_2^5=10$ 次成對可行準則比較，在「柔軟度」考量因素下需進行 $C_2^5=10$ 次成對可行準則比較共計 46 次成對可行準則比較題。

（三）進行專家訪談

本研究將文獻歸納出的健康體適能訓練項目之評估指標，於 2016 年 3 月 1 日至 4 月 1 日之間，選取高雄地區之國中體育老師及體育行政主管共 15 位，專家群進行一對一的訪談，並透過專家意見的交互比對，完成 46 次成對比較題項訪談表格。

（四）建立成偶比對矩陣

根據問卷取得各要素間的相對重要程度結果，接著建立成對比較矩陣。成對比較時使用的數值，分別為 $1/9, 1/8, \dots, 1/3, 1/2, 1, 2, \dots, 8, 9$ ，將 n 個要素比較結果的衡量，置於成對比較矩陣 A 的上三角形部分，主對角線為要素自身的比較，故均為 1，而下三角形部分的數值，為上三角部分相對位置數值的倒數，即 $a_{ji} = 1 / a_{ij}$ 。有關成對比較矩陣的元素，如下所示：

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (1)$$

(五) 計算優先向量(Priority Vector)及最大特徵值(Maximized Eigenvalue)

建立成對比較矩陣 A 後，接著透過數值分析計算特徵向量 W。若 λ 為成對比較矩陣 A 之特徵值，W 為 A 的特徵向量，則

$$(A - \lambda I) \cdot W = 0 \dots\dots\dots (2)$$

最大特徵值 λ max 的近似求法，以成對矩陣 A 與優先向量 W 相乘，得一向量 W'，再將 W' 中之每一元素除以原優先向量 W 之每一元素。最後將所得的數值求取算數平均數(Arithmetic Mean)，即可得到最大特徵值 λ max。其數學式如下：

$$A \cdot W = W' \dots\dots\dots (3)$$

$$\lambda_{\max} = (1/n) * (W'_1 / W_1 + \dots W'_n / W_n) \dots\dots\dots (4)$$

(六) 檢定一致性(Consistence Index , C.I.)

一致性指標主要功能為衡量專案回答答案是否具一致性，Saaty(1980)建議一致性指標 C.I. ≤ 0.1 為可容許的偏誤。其計算公式如下：

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \dots\dots\dots(5)$$

其中 λ max：最大特徵值，n 為矩陣的階數。

(七) 計算整體層級的總優先向量

整體層級之一致性若達到可接受的水準後，層級分析法最後的步驟則將各階層之要素的相對權重加以整合，以求算整體層級的總優先向量。

參、結果

一、 結果

本研究利用層級分析法(AHP)系統決策模式，設計出一份關於健康體適能訓練項目評選準則之評分標準的問卷，C.I.均小於 0.1，表示專家群對因素重要程度看法一致。下表 2 為層級分析法求算之提升學生健康體適能訓練項目之評選準則權重：

表 2 層級分析法評選準則之權重

提升學生健康體適能訓練項目評選準則			
主構面綜合專家群權重表		次構面綜合專家群權重表	
評估準則	綜合權重(W)	評估準則	綜合權重(W)
A.心肺耐力	0.419	A.跑走	0.315
		B.跳繩	0.193
		C.登階	0.122
		D.折返跑	0.158
		E.踢毽子	0.064
B.肌耐力	0.290	A.跑走	0.214
		B.跳繩	0.218
		C.登階	0.160
		D.折返跑	0.163
		E.踢毽子	0.073
C.肌力	0.101	A.跑走	0.155
		B.跳繩	0.173
		C.登階	0.149
		D.折返跑	0.229
		E.踢毽子	0.099
D.柔軟度	0.190	A.跑走	0.170
		B.跳繩	0.160
		C.登階	0.140
		D.折返跑	0.195
		E.踢毽子	0.162

(一) 主構面考量因素之重要程度

專家群綜合權重以「心肺耐力」為第一，權重為 0.419；其次「肌耐力」為第二，權重為 0.290；而「柔軟度」為第三，權重為 0.190；第四為「肌力」，權重為 0.101。

(二) 次構面「心肺耐力」考量因素之重要程度

專家群綜合權重以「跑走」為第一，權重為 0.315；其次「跳繩」為第二，權重為 0.193；「折返跑」為第三，權重為 0.158；「登階」為第四，權重為 0.122；「踢毽子」為第五，權重為 0.064。

(三) 次構面「肌耐力」考量因素之重要程度

專家群綜合權重以「跳繩」為第一，權重為 0.218；其次「跑走」為第二，權重為 0.214；「折返跑」為第三，權重為 0.163；「登階」為第四，權重為 0.160；「踢毽子」為第五，權重為 0.073。

(四) 次構面「肌力」考量因素之重要程度

專家群綜合權重以「折返跑」為第一，權重為 0.230；其次「跳繩」為第二，權重為 0.173；「跑走」為第三，權重為 0.155；「登階」為第四，權重為 0.150；「踢毽子」為第五，權重為 0.099。

(五) 次構面「柔軟度」考量因素之重要程度

綜合權重以「折返走」為第一，權重為 0.195；其次「跑走」為第二，權重為 0.170；「踢毽子」為第三，權重為 0.162；「跳繩」為第四，權重為 0.160；「登階」為第五，權重為 0.140。

肆、結論與討論

一、研究結論

專家群在「提升學生健康體適能訓練項目評選準則」主要構面四個指標權重值排序為「心肺耐力」第一，「肌耐力」第二，「柔軟度」第三，「肌力」第四。而主要構面四個指標排序顯示出專家們一致認為「心肺耐力」是「提升學生健康體適能訓練項目評選準則」最重要的指標。心肺耐力是

指心臟、肺臟、血管、血液等循環系統的能力，身體利用循環系統將氧氣有效地運輸到全身各處，同時肌肉組織、細胞能有效地使用這些氧氣，進行新陳代謝並產生能量，又稱為全身性耐力，對一般人而言，最能代表體能及健康因素，就是心肺耐力（卓俊辰，1992）。

次要構面的研究結果「心肺耐力」權重值排序：1 跑走，2 跳繩，3 折返跑，4 登階，5 踢毬子。「肌耐力」權重值排序：1 跳繩，2 跑走，3 折返跑，4 登階，5 踢毬子。「肌力」權重值排序：1 折返跑，2 跳繩，3 跑走，4 登階，5 踢毬子。「柔軟度」：1 折返跑，2 跑走，3 踢毬子，4 跳繩，5 登階。從次要構面研究結果排序可觀察到「跑走」的各項權重值大都排在前 3，顯示「跑走」訓練對於「心肺耐力」、「肌耐力」、「肌力」、「柔軟度」都能有顯著的提升，故總整上述，能全面性提升學生健康體適能的訓練項目「跑走」是五個訓練項目中最佳的選項。

第二選項為「跳繩」；「跳繩」只有在「柔軟度」方面排序為第 4 其他都排在前 2，顯示跳繩訓練對於「心肺耐力」、「肌耐力」、「肌力」能有其顯著提升效果但在提升「柔軟度」的效果較小。

第三選項是「折返跑」；「折返跑」在「肌力」、「柔軟度」的提升是最顯著的訓練項目，但在「心肺耐力」、「肌耐力」方面的提升則較「跑走」及「跳繩」差。

二、 討論

本研究提供研究結果試圖希望能從學校教育提升課程之專業性，如何有效的運用課程時間達到提升學生健康體適能，其中運動項目依序包括登階、折返跑、跳繩、跑走、踢毬子，而進行方式建議依循林貴福、盧淑雲(1998)提及有效促進健康體能的運動型式，至少應具備有大肌肉群參與、能持續實施、本質是節奏及有氧的運動等基本條件，安排在學生的體育課程中。關於課程細部討論能提供教師的分析如下：(一)建議提升學生健康體適能首重為心肺耐力的訓練，次之為肌耐力；(二)如要提升心肺耐力功能首選項目可選擇「跑走」方式做為訓練，此部分呼應曾仲毅(2015)研究顯示跑走運動對國中七年級男女學生健康體適能中的心肺耐力有顯著提升的效果；(三)而肌耐力部分可選擇「跳繩」做為訓練，國內研究針對跳繩有各項體適能的研究分析，其中陳莉莎(2014)研究結果顯示跳繩運動有

助於中年級學童的身體質量指數、肌力與肌耐力、柔軟度及瞬發力方面之提昇。另，鄭榮晉（2014）研究顯示正常 BMI 之國中男女學生，經由 8 週的跳繩運動介入後，皆能有效提升體適能之表現。所以跳繩不僅在肌耐力上有明顯的效果之外，其他方面的提升也是課程內容安排的重點項目參考；(四)肌力部分可選擇「折返跑」做為訓練，其次為「跳繩」；(五)柔軟度部分可選擇「折返跑」方式做為訓練，其次為「跑走」。相關研究例如胡欣宜(2017)研究 8 週運動(波比測試、折返跑)遊戲課程介入可有效提升學童的敏捷性，並提升學童健康體適能的肌耐力和瞬發力，故未來進行課程安排時也可參考加入波比測試之項目。

參考文獻

- 毛祚彥、林貴福（2006）。二十公尺漸速折返跑研究及發展。*運動生理暨體能學報*，4，55-64。
- 李宗芹（1991）。*創造性舞蹈*。台北：遠流出版公司。
- 吳萬益、林清河（2000）。*企業研究法*。台北：華泰書局。
- 吳義弘（2005）。*跳繩訓練頻率差異對國小學童健康體適能的影響*（未出版碩士論文）。國立臺南大學運動與健康研究所，台南市。
- 沈樹林（2000）。*跳繩教學活動對國小學童體適能影響之研究*（未出版碩士論文）。國立台北師範學院研究所，台北市。
- 林正常（1997）。體適能的理論基礎。*教師體適能指導手冊*，46-59。
- 林學宜、董至聖（2000）。登階訓練對心耐力、肌耐力及肌力影響之研究。*宜蘭技術學報*，131-134。
- 林貴福、盧淑雲（2000）。*認識健康體能*。台北市：師大書苑。
- 林麗敏（2013）。*跳繩運動介入對國中肥胖生健康體適能之影響*（未出版碩士論文）。亞州大學經營管理研究所。台中市。
- 卓俊辰（1992）。工作場所體適能促進計劃之實驗研究—以台電總公司為例。*中華民國體育學報*，14，193-206。

- 胡欣宜 (2017)。運動遊戲課程介入對國小高年級學童敏捷性與健康體適能之影響 (未出版碩士論文)。國立屏東大學體育學系碩士班, 屏東市。
- 黃懷浚 (2002)。十二週踢毬訓練對年輕成人運動能力之影響 (未出版碩士論文)。中國文化大學運動教練研究所, 台北市。
- 陳莉莎 (2014)。跳繩運動介入對國小學童體適能與情緒智能之影響 (未出版碩士論文)。國立屏東教育大學體育學系碩士班, 屏東市。
- 曾仲毅 (2015)。跑走運動對國中學生健康體適能之影響-以桃園市某國中為例 (未出版碩士論文)。元智大學管理碩士在職專班, 桃園市。
- 衛生署 (2008)。健康體能。取自國民健康局網站
<http://www.bhp.doh.gov.tw/bhpnet/portal/Default.aspx>.
- 鄭榮晉 (2014)。跳繩運動介入對國中學生體適能之影響 (未出版碩士論文)。中臺科技大學醫療暨健康產業管理系碩士班, 台中市。
- 賴文成 (2000)。十二週踢毬訓練對年輕成人健康體適能的影響 (未出版碩士論文)。中國文化大學, 台北市。
- 關月清 (1999)。體適能課程活動設計。學校體育, 9(3), 28-33。
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill: New York, USA.
- Wisloff, U., Castagna, C., & Helgerud, J. (2004). Maximal squat strength is strongly correlated to sprint performance in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 38(3), 285-288.

Application of the Analytic Hierarchy Process(AHP) to Selected Training Programs for Enhance Ability of Students' Healthy Fitness Marathon

Yi-Pei Lee¹, Wen-Yu Chiu²

¹Sanmin Junior High School

²Department of Physical Education, National Taiwan University of Sport

Abstract

The purpose of this study was to examine the importance and the order of the ability training items judgement rules which can promote the Health Fitness of the students. Through document analysis and inducting the main factors of the ability training items judgement which can promote the Health Fitness of the students. Trying to construct “the model of the ability training items judgement rules which can promote the Health Fitness of the students”. The research method of this study was AHP(Analytical Hierarchy Process),and fifteen P.E. teachers of the Junior High school in Kaohsiung were as the study objects. The result shows that the orders and weights of each criterion and expects to build the model of judgement rules. The results of the study could be used as a reference for physical education.

Key words: physical fitness, health physical fitness, analytical hierarchy process(AHP)