

南華大學

休閒產業經濟學系碩士班

碩士論文

高中職生體適能成績與學科成績之關係

—以國立後壁高中為例

The Relationship between Physical Fitness
and Grades of Subjects

for National Hou-Bi Senior High School Students

指導教授：陳寶媛 博士

研究生：劉雅惠

中華民國壹零參年陸月

南 華 大 學

休閒產業經濟學系

碩 士 學 位 論 文

論文題目：高中職生體適能成績與學科成績之關係
—以國立後壁高中為例

The Relationship between Physical Fitness
and Grades of Subjects for National Hou-Bi
Senior High School Students

研究生： 劉雅惠

經考試合格特此證明

口試委員： 林宏讚

楊政郎

陳寶媛

指導教授： 陳寶媛

系主任(所長)： 楊政郎

口試日期：中華民國 103 年 5 月 31 日

摘要

本文以台南市後壁高中100學年度、101學年度與100至101兩個學年度的應屆畢業生其在校三年的縱橫資料(panel data)進行迴歸分析，100學年度的畢業生共有177人含1062個樣本；101學年度的畢業生共有251人含1506個樣本。探討坐姿體前彎、一分鐘屈膝仰臥起坐、立定跳遠與耐力跑走此四項體適能成績與國英數此三科學業成績之關係。本文之結論如下：

- 1.各項體適能成績對國英數此三門學科的學業成績皆具有正向的影響關係。然而，立定跳遠(代表腿部瞬發力)對國文科的影響卻是負相關。
- 2.雖然大部份的體適能成績與國英數此三門學科成績具有正向關係，但是隨著體適能成績的增加，學科的成績並未隨著以遞增的速度或遞減的速度在增加。只有耐力跑走成績的增加會帶動數學成績以遞增的速度增加。
- 3.心肺適能(以耐力跑走來測量)與學業成績最具有穩定的相關性。

本文提出如下建議，供學校、教師、學生與家長參考：

- 1.本文研究結果顯示，增加身體活動時間並不會降低學業表現，甚至對學業成就有正向的影響效益，因此，家長與教師應該鼓勵學生多從事體育活動，減少靜態的坐姿活動。
- 2.既然體育活動可以促進學業表現，則學校的體育課應受到重視與回歸正常化，不要淪為可有可無的營養學分課程。
- 3.由於各項體適能運動對於各學科的影響不同，所以學校應該依學生的性向來規劃適合學生參與的體適能活動供學生選修，至於對於國英數此三科的學業成績皆有正向影響的耐力跑走，則可以列為學生的必修項目。
- 4.老師、家長與學生應該都要有自我要求的精神，培養能持續到老的運動習慣，惟有個人的自覺，才會化被動為主動。大家應該認知，健康才是人生的根本，因擁有健康而帶來的優異成績或財富，都是建立在身心健康之上。

關鍵詞：體適能、學業成績、縱橫資料

Abstract

The study was based on the three years panel data in school for regression analysis of graduating students in Tainan Hou-Bi Senior High School during year 100 and 101. It surveyed 1062 samples of 177 graduating students in year 100 and 1506 samples of 251 graduating students in year 101. It aimed to investigate the influences of physical fitness performance on academic performance in senior high school. The physical fitness performances include four courses, they're sit and reach test, the curl – ups, standing broad jump and cardiovascular. The academic performances based on Mandarin, English and Mathematics. The results found as followings:

1. Each physical fitness performance had positive correlation with academic performances but standing broad jump. On the contrary, there's negative correlation between the performance of standing broad jump (leg power) and the performance of Mandarin.
2. The academic performances didn't become better or worse as the better performances appeared in physical fitness although most physical fitness performance had positive correlation with academic performances. Only better performance in Mathematics appeared with better cardiovascular performance.
3. The performance of cardiorespiratory fitness (the Run-Walk Exercise) and the performance of academic had most stable correlation.

Some suggestions for schools, teachers, students and parents proposed in the study are as follows :

1. According to the research findings, the increase in physical exercise time does not cripple students' academic performance. On the contrary, it has positive influence on their academic achievement. Therefore, parents and teachers should encourage students to take more participation in physical activities and cut down on inactive seated activities.
2. Since physical activities can promote students' academic performance, PE class should be valued and normalized rather than being a nonessential credits.
3. Owing to different influence of physical fitness exercise on subjects, school should arrange appropriate physical fitness courses according to their aptitude. As to the cardiorespiratory bearing positive relationship toward scores of Mandarin, English and

4. Teachers, parents and students should adopt a self-demanding attitude and develop an ever-lasting exercise habit. Everyone should recognize that health is the foundation of life Because both excellent performance and wealth are established upon mental and physical health.

Keywords : Physical Fitness 、 academic performance 、 Panel Data



目 錄

1	緒 論	1
1.1	研究動機與目的	1
1.2	研究架構	2
2	文獻回顧	3
2.1	體適能的定義與理論基礎重要性	3
2.1.1	體適能起源	3
2.1.2	體適能的定義	3
2.1.3	體適能的內容	4
2.1.4	運動對青少年的影響	6
2.2	國外相關理論與實證研究回顧	7
2.3	國內相關理論與實證研究回顧	8
3	變數定義與實證模型	12
3.1	變數定義	12
3.2	實證模型	14
4	資料來源與實證結果	15
4.1	資料來源	15
4.2	實證結果	16
4.2.1	當學期體適能成績對當學期國英數學科成績的影響	16
4.2.2	當學期體適能成績變動對當學期國英數學科成績變動的影響	22
5	結論與建議	27
5.1	結論	27
5.2	建議	27
	參考文獻	29

表 目 錄

	頁次
表 4.1.1 體適能檢測項目之名稱與學科國英數之代碼	15
表 4.2.1A 100 學年度全體應屆畢業生其體適能成績分別對國文、英文、 數學成績的影響	17
表 4.2.1B 101 學年度全體應屆畢業生其體適能成績分別對國文、英文、 數學成績的影響	19
表 4.2.1C 100~101 學年度應屆畢業生其體適能成績分別對國文、英文、 數學成績的影響	20
表 4.2.2A 100學年度全體應屆畢業生其體適能成績變動分別對國文、英 文、數學成績變動的影響	23
表 4.2.2B 101學年度全體應屆畢業生其體適能成績變動分別對國文、英 文、數學成績變動的影響	25
表 4.2.2C 100~101學年度全體應屆畢業生其體適能成績變動分別對國 文、英文、數學成績變動的影響	26

1. 緒論

1.1 研究動機與目的

由於國內學生沉迷電玩的風氣日盛¹，運動不足²、體重超標與近視度數過重之學生人數日益增加，使得青少年的健康出現隱憂。Rey-López et al. (2010)與Tremblay et al.(2011)等文皆指出：螢幕式坐式行為(screen-based sedentary behaviors)會使青少年的身心受到不良的影響，如：體適能(physical fitness)³較差、肥胖代謝性症候群與增加心血管疾病之風險，此外，亦會使青少年的自尊降低，網路成癮，反社會行為，甚至影響學業的成就。因此，為了使各級學生能擁有健康的體魄，教育部乃致力於體適能運動的推廣⁴。但是，在國內升學主義掛帥的環境下，父母親與學生對成績的看重程度勝過一切。家長與學生對於體適能活動並不注重，有時還認為從事體適能活動會排擠掉讀書的時間，所以，國內外有不少的文獻針對體適能成績是否與學業成績的表現有關進行研究。其中，Dwyer et al.(1983)就指出：每天從正規的課程中抽出45~60分鐘來進行體適能活動並不會降低南澳洲學童在算術與閱讀方面的學業表現。

體適能活動不僅不會降低學生的學業表現，其對健康與學習的助益也是多有研究。王駿濠、蔡佳良(2011)指出：從事中等強度及高強度阻力訓練與有氧運動，對大腦有著正面的效益。張育愷(2011)亦指出，體育課的時間增加並不會減低學業表現，身體活動可增進上課學習行為，促進注意力與創造力，減少衝動行為，甚至促進學業表現。吳鈺淳、蔡俊傑(2010)進行腦波的科學實證，發現身體活動能有效強化大腦活動能力、專注力、增進營養攝取與身體組成，進而使學科的閱讀與吸收增加，因此，體適能運動有益於學業成就表現。邱慶瑞(2003)也指出學業成績越好，其體適能也就

¹ 翁義和(2002)指出，台灣兒童非假日平均每天從事靜態活動(例如：看電視、打電腦上網等)的時間超過3小時，假日則高達5小時，已對健康上造成不良之影響。

² 依據行政院體育委員會2011年運動城市調查結果顯示，國人無規律運動習慣比率竟高達72.2%。

³ 體適能(physical fitness)在法國稱為「身體適性」(physical aptitude)，而日本稱為「體力」，國人則習慣以「體能」稱之。參見陳定雄等(2000)。

⁴ 教育部於1999年提出「提升學生體適能333計畫」，為每週至少運動三天(次)，每次約三十分鐘，每次心跳率約每分鐘130次，養成規律運動的習慣。更於2007年推動「快活計劃」，培育學生運動知能，激發學生運動動機與興趣，奠定終身參與身體活動的態度與能力。2011年致力提升運動風氣，推動全民運動，「打造運動島」計畫。

越佳。

雖然國內外針對體適能表現與學業成績的關聯性已有不少的論述，且得到的結論大多支持體適能的表現對學業成績具有正向的影響效果，但是大多數的文獻皆只著重在橫斷面資料的分析，看到的只是短期的效果。然而，運動的成效應該是需要時間的經過才能慢慢顯現的，因此資料的蒐集應該兼具時間因素。

所以，本文以台南市後壁高中100學年度、101學年度與100至101兩個學年度的應屆畢業生其在校三年的體適能成績與國英數三門學科的成績，進行縱橫資料(panel data)迴歸分析。其中，100學年度的畢業生共有177人含1062個樣本；101學年度的畢業生共有251人含1506個樣本。本文探討坐姿體前彎、一分鐘屈膝仰臥起坐、立定跳遠與耐力跑走此四項體適能成績對國英數此三科學業成績的影響效果；並進一步分析體適能成績的變動是否會帶動國英數此三門學科其學業成績呈遞增或遞減的速度增加。

1.2 研究架構

本文共分為五個部分，第一章為緒論，包含研究動機與目的以及研究架構。第二章為文獻回顧，包含國內外相關文獻之回顧。第三章為變數定義與實證模型。第四章為資料來源與實證結果。第五章為結論。

2. 文獻回顧

本章針對體適能的起源與定義、體適能包含的項目、健康對青少年的影響以及國內外的相關文獻進行介紹。

2.1 體適能的定義與理論基礎重要性

2.1.1 體適能起源

參照方進隆(1998)所述，體適能的概念約在1950年代起源於美國，當時因美國境內青少年的身體狀況普遍不良嚴重影響國力，美國乃開始對其國內青少年的體能水準圖謀改革。初期以競技運動為導向，至1980年之後，逐漸著重於健康體適能。

而吳文忠(1986)指出，我國的教育部早在民國29年即編制「學生體格檢查運動技能測驗項目與方法」來作為各級學校的測驗依據。民國38年政府搬遷來台之後，更配合國民教育提升國力體育實施政策，編印了「台灣省中小學生體能測驗手冊」，此為國內發展健康體適能的初端。

2.1.2 體適能的定義

有關體適能的定義，每位學者從不同的角度切入，自有不同的陳述，茲列述如下：

卓俊辰(1992)認為體適能是人體的心臟、肺臟、血管與肌肉組織都能發展其有效的機能，也就是指能勝任日常工作，並有餘力享受休閒生活，且又可應付突發緊急狀況的身體能力，其將健康體適能(health-related physical fitness)的要素分成肌肉力量、肌肉耐力、柔軟度、心血管循環耐力及身體脂肪比等五大要素。

許樹淵、崔凌震(2004)認為體適能是身體適應環境的能力，包括適應生活、工作、運動或學習等綜合能力。

郭宜禎(2009)提出「體適能」是由英文physical fitness 翻譯而來，physical 指的是「身體」，即人的心臟、血管、肺臟等身體器官和軀幹、神經及肌肉或組織系統都能發揮良好的機能；fitness表示「適應能力」或「適性發展的能力」，也有「生活狀態良好的意思」，即個人能夠勝任日常生活工作又能應付突發的緊急狀況。

教育部(2010)認為身體適應生活、動態環境(例如；溫度、氣候變化或病毒等因素)的綜合能力即是體適能。

邱文成(2010)提出：體適能是身體適應變動環境的能力，擁有好的體適能不只能輕鬆應付日常生活及工作所需，還能有充沛活力享受休閒生活，並對氣候、病毒、壓力有較佳的抵抗能力。

黃思維、李勝雄(2012)指出體適能可從體力、體能、身體適應說明身體的自然能力及適應性。身體(physical)代表體力是表現肉體的能力。適應能力(fitness)是對生活中所面對的事物能迎刃而解的適應能力。

Pate(1988)認為健康體適能之定義，需具備以下特徵：1.執行每天進行激烈活動的能力。2.個體之特性與能力的展現。

Gallahue(1996)提出廣義與狹義的體適能定義。體適能的廣義定義是指：能勝任日常工作而不勞累，並有餘力從事休閒活動或應付緊急所需。狹義的定義是指：因所從事規律且充足的身體活動，均衡營養與遺傳體格等的影響，而呈現出來的健康愉快狀態。

綜合以上國內外專家學者所述，體適能乃是身體對周遭環境的綜合適應能力。體適能較好的人，在面對生活中所遇到的突發狀況與壓力時，有能力可以妥善的處理與面對，並有多餘的體力從事較其他休閒的活動，且身體不輕易產生疲勞或體力不支，能充分享受活動並提升生活品質。

2.1.3 體適能的內容

按照教育部體育司(2005)的公告，體適能分為兩類：一類是與競技運動或選手有關的體適能，例如敏捷性、平衡感、協調能力、速度、反應時間、肌力及瞬發力等體適能要素。另一類是與健康有關的體適能(health-related fitness)，包含肌力、肌耐力、心肺耐力、柔軟性、身體組成等。

教育部體育署(2013)進一步視體能性質和需要的不同，將體能再分為「健康體能」和「運動體能」二大類。健康體能是指與健康有密切關係的心肺血管及肌肉組織的功能，促進健康體能可保護身體，讓身體能避免罹患因坐式生活型態所引起的慢性疾病，如心臟病、腦中風、高血壓及糖尿病等。健康體能通常是以身體組成、柔軟度、肌力與肌耐力及心肺耐力等來檢測。運動體能則是指身體從事和運動有關的體能，又稱為競技體能，包含敏捷性、協調性、反應時間、速度、瞬發力及平衡性等六項要素，具備這些能力的人，會有較好的運動表現與有效率的執行日常活動，享受運動遊戲及

比賽的樂趣。健康體能是運動體能的基礎，而運動體能是健康體能的延伸，兩者相輔相成。

綜合以上國內外專家學者所述，體適能的內容分為健康體適能與競技體適能，本文以肌力、肌耐力、柔軟度、心肺耐力此四項健康體適能為主要探討對象。李勝雄(1998)、卓俊辰(1992)皆曾對這些項目的內容進行完整的敘述，茲介紹如下：

一、肌力肌耐力

肌力是指肌肉對抗某種阻力時所發出的力量，一般而言是指肌肉在一次收縮時所能產生的最大力量。肌耐力是指肌肉維持使用某種肌力時，能持續用力的時間或反覆次數。保持良好的肌力和肌耐力對於促進健康、預防傷害與提高工作效率有很大的幫助，當肌力和肌耐力衰退時，肌肉本身往往無法勝任日常活動及緊張的工作負荷，容易產生肌肉疲勞及疼痛現象。

二、心肺耐力

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，又稱全身性耐力，對一般人而言，最能代表體能及健康的因素，就是心肺耐力。

三、柔軟度

即關節、肌肉、韌帶之運動所產生之關節可動性。因此柔軟性又稱可動性(mobility)。它可以保障工作效率、降低受傷機會、防止意外、避免腰背疼痛。

四、身體組成

身體組成是探討身體的構成物質(例如：骨骼、肌肉、脂肪、蛋白質等)，及其在身體中所佔有的比例。

五、神經肌肉鬆弛

神經肌肉鬆弛是減少或消除肌肉不必要的緊張或收縮的能力。

2.1.4 運動對青少年的影響

青少年時期為身體的快速成長期，規律的運動可以增進身體機能與適應環境的能力，而教育部體育署(2013)亦發布訊息指出，規律的運動可使身體免於下列的風險：

- 一、減少罹患冠狀動脈心臟疾病的風險。
- 二、降低高血壓的風險。
- 三、幫助預防及改善糖尿病。
- 四、改善下背部或其他肌肉骨骼的問題。
- 五、減少肥胖及其併發症。
- 六、降低罹患骨質疏鬆症

規律的運動除了可使身體免於上述的風險之外，教育部體適能網站更指出：體適能運動對學生具有下列的重要性：

- 一、體適能運動能使學生有充足的體力來適應日常工作、生活或讀書

學生上課的精神專注力和效率，皆與體適能有關，尤其是有氧(心肺)適能，有氧適能較好的人，腦部獲取氧的能力、看書的持久性和注意力也會較佳。

- 二、體適能運動能促進學生的健康和發育，體適能較好的人，健康狀況較佳，比較不會生病

擁有良好體適能，身體運動能力會較好，對學生身心成長或發展都有正面的幫助。

- 三、體適能運動有助於各方面的均衡發展

有健康的身體或良好的體適能，對其他各方面的發展皆有直接或間接的正面影響。

- 四、體適能運動能提供學生歡樂活潑的生活方式

教育要讓學童有足夠的時間和機會去學習與體驗互助合作、公平競爭和團隊精神等寶貴的經驗，從運動和活動中享受歡樂、活潑，進而提升體適能。

- 五、體適能運動能使學生養成良好的健康生活方式和習慣

學生時期對於飲食、生活作習、環境衛生和壓力處理行為習慣能有良好的認知、經驗和態度，對於將來養成良好的生活方式有深遠的影響。

綜合以上學者所述，良好的體適能可提升生活品質、增加身體的抵抗力、減少疾病發生率、提升上課的精神專注力和學習效率，增進生理和心理的健全發展。

青少年有了良好的健康體適能，並養成規律運動的習慣，對於學習方面和同儕互動的關係上有很大的幫助，由運動和身體活動中享受歡樂與成長，促進健全的身心發展，提高學習興趣與效率、改善生活品質與態度，增加生活樂趣及擁有健康的生活觀，有助於五育均衡發展。因此如何讓健康體適能提升，以達到身心健康的目標，是首要的。

2.2 國外相關理論與實證研究回顧

Dwyer, Coonan, Leitch, Hetzel, and Baghurst(1983)以南澳洲Adelaide 地區的10歲孩童為對象，探討每天的體能活動規劃對身體健康的影響。研究結果顯示：在小學的環境裡，每天的體能活動規劃是有益身體健康的。而且研究發現：雖然每天會從正規的課程中抽出45-60分中來進行體能活動，但是卻不會降低學童在算術與閱讀方面的學業表現。

Bennett(1986)針對186名學生，進行閱讀及數學能力與體適能的檢測，結果發現數學成績與體適能表現有顯著正相關。

Dwyer, Sallis, Blizzard, Lazarus, and Dean (2001)以澳洲7961名7-15歲的青少年為研究對象，採用橫斷面之問卷資料，來檢視孩童之體適能活動成績與學業成績表現的關聯性。研究結果發現：學業成績的級距與1600公尺、仰臥起坐、伏地挺身、50公尺短跑及跳遠等體適能的表現，具有顯著的正相關，但是卻與心率(heart rate)此適能的表現呈現負相關。

香港康體發展局(2001)針對2,998位香港中學生進行研究，發現經常參與運動的學生，會對自己的學業成績較有信心且不會影響學業成績。

Lochbaum et al.(2002)的研究指出：從事有氧性運動較為頻繁者，因為能提升大腦的流體，所以其智能表現力較佳。

2002年，美國加州教育部(California Department of Education)以五、七、九年級，共954,000名學生為研究對象，來探討學生的學業表現與個人體能之間的關聯。研究結果顯示，體能表現較佳的學生在學業成績上也會有較佳的表現。另外，結果亦顯現學業表現與個人體能呈現正相關的情形，而且女生比男生顯著。

Sibley and Etnier(2003)對學齡兒童的身體活動和認知表現進行分析，研究結果顯示身體活動有益於健康，而且智商與學業成就有正向的影響。

Colcombe et al.(2004)用功能性磁振造影技術証實：運動對腦部認知功能有正面影響。

Hillman, Castelli and Buck(2005)利用腦波測量研究方法，針對24名約10歲的兒童與27名約20歲的成人，探討其個人體能與認知功能之間的關聯，結果顯示個人體能與腦部認知功能是有關係的，體能越好其專注力與工作記憶(working memory)的形成速度越快，有利於腦部認知功能的執行。

Castelli, Hillman, Buck & Erwin (2007)以259所公立學校的3年級生和5年級生為對象，探討體適能與學業成就之間的關係。研究顯示：體適能的現場測試(field test)與學業成就(academic achievement)具有正向關係，其中，有氧適能(aerobic capacity)與學業成就具有正向關係，但是BMI與學業成就則具有負向關係。總結而言，在青春前期之前，學童的學業成就與體適能成績具有全面的關聯性。

Chaddock et al.(2010)發現心肺適能與記憶能力呈現正相關。並以核磁共振掃描腦部組織後發現，掌控記憶功能的海馬迴體積為心肺適能與記憶能力之間的中介變項。

Burkhalter and Hillman(2011)發現：透過身體活動增加能量消耗，不但能提升身體健康，更可改善大腦結構並強化認知功能，進而達到促進學習效果的表現。

2.3 國內相關理論與實證研究回顧

邱慶瑞(2003)探討青少年男性學生不同學業成績的體適能差異情形。結果發現：學業成績績優的群組在肌力、瞬發力、心肺功能方面，表現明顯優於學業成績較差異的群組。獲得的結論為永春高中三年級男生學業成績越好，其體適能也就越佳。

陳德雄(2005)以新竹市立三民國中全體三年級健康男同學為研究對象，探討國中階段男性學生其學業成績和體適能能力間相關之情形。結果發現：高分組的學生在瞬發力、肌耐力、心肺耐力的表現皆優於低分組學生，由此可知學生學業成績與體適能兩者之間，有其相互正面作用效果。

蔡忠昌、劉蕙綾(2006)研究也發現：運動不僅可以使身體健康也增進腦部功能，對於學童學業成績有相當正面的影響。

郭宜禎(2009)以台中縣A國小307名及台中市B國小318名六年級學童為對象，研究兩所國小學童體適能與國語、數學、社會、自然與生活科技、藝術與人文、健康與體育以及綜合活動七科學業成績的關係，調查結果發現：一、柔軟度與學業成就有顯著

相關。二、瞬發力與學業成就有顯著相關。三、肌力、肌耐力與學業成就有顯著相關。四、身體組成與學業成就無顯著相關。五、心肺耐力與學業成就的檢測結果因不同的個案，有不同的結果。顯示國小學童的柔軟度、瞬發力、肌力、肌耐力和心肺耐力與學童的學業成就有相互參照的效果，重視學童的體適能表現有其必要。

吳婷琴(2009)蒐集彰化縣國民小學高年級學童的學期成績及體適能資料，瞭解體適能與學業成績的關聯性。研究結果發現：心肺適能、瞬發力與肌力及肌耐力三項與學業成績關聯性最高，身體組成⁵與柔軟度與學業成績的關聯性則未達顯著。

吳鈺淳(2010)以國民小學4~5年級900位學生和國民中學1~2年級900位學生，共1800位為研究對象，研究國中、小體適能與國語、數學成績之差異、關係與解釋力。研究結果發現：一、國小與國中學生在體適能與學業成績皆有顯著差異。二、國小學生立定跳遠、仰臥起坐和體適能總成績與國語和數學達顯著相關；反之，BMI、坐姿體前彎和心肺耐力則與國語、數學和學業總成績無顯著相關。三、國中學生BMI、坐姿體前彎、仰臥起坐、心肺耐力和體適能總成績皆與國語、數學和學業總成績達顯著相關。反之，立定跳遠與國語、數學和學業總成績呈無顯著相關。四、國小學生立定跳遠和BMI對國語成績最具解釋力；而仰臥起坐對數學成績最具解釋力。

鄭子芃(2012)以新北市某國中99學年度三年級學生為研究對象，共1136位（男性615位，女性521位），探討2010年10月所施測的體適能與2011年5月的學業成就之間的關係。結果：在控制相關變項後，模式一：以心肺適能「請加強」為參照組，「優良」者及「中等」者，均優於「請加強」者。模式二及模式三則是分別放入肌耐力及柔軟度，結果均顯示：「優良」及「中等」者，優於「請加強」者。模式四：將不同體適能要素一起放入統計分析，僅有肌耐力達到顯著，此模式之整體解釋變異量為38.8%。結論：在控制智商及相關社會人口學等重要變項的情況下，體適能較好的學生其學業成就較好。

⁵ 身體組成乃是指身體質量指數(Body Mass Index, BMI)。體適能檢測以身高、體重之比率換算身體質量指數(BMI)，來推估個人之身體組成。BMI的值過高表示過度肥胖，值太低表示太瘦弱，理想的BMI值有一定的範圍，其計算方式如下：

$$BMI = \frac{\text{體重}}{\text{身高}^2}$$

其中，體重以公斤(KG)衡量；身高以公尺(M)衡量。

陳家晏(2012)以高職三年級為研究對象，受試者 670 人，女生 426 人、男生 244 人。學業成績採用四技二專統一入學測驗考試之國文成績、英文成績和統測總成績，來進行統計分析。結果：體適能分組，女生體適能高、低兩組學業成績沒有顯著差異，男生總體適能高的群組其國文成績顯著低於總體適能低的群組。學業成績分組，女生總成績高的群組其立定跳遠表現優於總成績低的群組，男生總成績高的群組其坐姿體前彎優於總成績低的群組。女生體適能坐姿體前彎及 800 公尺跑走與國文、英文、總成績有顯著正相關，男生體前彎與國文、總成績有顯著正相關。結論：高職三年級學生的體適能與學業成績具有關聯，確認體適能對於學生的重要性。

盧建宇(2012)以新北市私立格致高級中學高中日間部 348 名學生作為研究對象。運動涉入透過問卷進行調查；體適能檢測內容包含身體質量指數、柔軟度、肌力、肌耐力、心肺耐力五項；學業成就以高中部 100 學年第一學期國文、英文及數學三次段考成績為主。分析回收之 338 份有效問卷，所得結果如下：「肌力」越好，「數學」成績越好。「心肺適能」表現越佳，「國文」、「英文」、「數學」成績也好越好的表現。

曾竣瑋、王鶴森(2012)在探討國中學生的健康體適能各項指標與學業成績(包含總平均、語文及數學)之關係。對象為新北市某國中男學生 506 人(年齡 13.1 ± 0.8 歲)、女學生 524 人(年齡 13.1 ± 0.8 歲)。研究結果顯示：一、男生在 1,600 公尺跑走及仰臥起坐這二項體適能的成績與學業成績(總平均、語文與數學)有顯著相關。二、女生在 800 公尺跑走及坐姿體前彎這二項體適能的成績與學業成績有顯著相關。三、女生心肺適能達中等級以上者之學業成績(總平均、語文與數學)皆顯著高於請加強級；男生心肺適能達中等級以上者之數學成績也顯著高於請加強級。四、女生體重過重級的學業成績顯著低於體重適中與體重過輕級。

許雅芳(2013)以國小六年級學童為對象，採隨機分派方式分成不實施跑走運動的控制組、每週進行三次跑走運動的三天組與每週五次的五天組。實驗組進行為期十二週，每次十分鐘的跑走運動。受試者在實驗前後均接受體適能檢測，並收集彙整實驗前後二學期期末考之國語、數學、自然與社會四科的紙筆測驗成績，做為學業成績研究之資料。結果：一、十二週實驗後，不論是柔軟度與瞬發力或是國語與數學成績，全體學童均顯著進步，但社會科成績卻顯著退步；二、實驗組的身體質量指數與心肺耐力適能均顯著優於控制組；三、五天組的肌耐力適能顯著優於三天組與控制組；四、

自然科成績三組實驗前後無顯著差異。結論：十二週的十分鐘跑走運動，對提升身體質量指數，肌耐力與心肺耐力適能，每週三天即可看出效果；但對增進學業成績表現的效果並不理想。

綜合以上國內、外專家學者的研究結果顯示：運動能力與學業成績有相關性。換言之，運動參與並不會降低學生的學業表現；相反地，運動或身體活動確實可以促進學生的學業表現，同時運動參與不僅可以活化身體各機能、提高上課的專注力增進學習效果，亦可增加人際互動關係，達成身心健全的活動，對於成長中青少年有十足的效益及幫助。



3. 變數定義與實證模型

既存文獻大多都是以橫斷面(cross section)的資料來探討體適能成績對學科成績的影響，但是這樣的分析都只著眼於特定時點，然而運動的功効與對學業成績的影響，應該是日積月累才能見其成果。故本文以台南市國立後壁高中 100 學年度與 101 學年度畢業的應屆畢業生為研究對象，採集這二屆畢業生其在校三年的體適能檢測成績與國文、英文、數學這三門學科的學期總成績，以縱橫資料(panel data)來進行迴歸分析，探討體適能成績對學科成績之影響。以下茲將變數定義與實證模型介紹於後。

3.1 變數定義

一、坐姿體前彎

坐姿體前彎主要在測試身體的柔軟度，評估腿後與下背關節可動範圍及肌肉、肌腱與韌帶組織之韌性或伸展度。柔軟度是指任何可以屈、轉、彎、扭，而不使姿勢破壞的能力。適當的柔軟度表示軀幹或肢體的彎曲、伸展、扭轉等動作皆能輕鬆自如的運轉，肌肉關節不因用力而受傷。擁有良好的柔軟度，可使我們在從事運動時更有效率，亦能避免運動傷害的發生。研究顯示，下背痛的發生與柔軟度不佳有相當密切的關係，因此，擁有好的柔軟度，不僅能避免運動傷害的發生，亦可使平日生活免於下背痛的困擾，讓學生能有健康的身體來追求學問。在此以 X_{it} 代表第t學期第i個學生其坐姿體前彎的成績。

二、一分鐘屈膝仰臥起坐

一分鐘屈膝仰臥起坐主要目的在瞭解腹肌肌耐力⁶的好壞，可以當做之後設計運動處方的參考。具有良好腹肌肌耐力的人，有較好的軀幹穩定性，可減少下背痛及肩頸疼痛的發生率。在此以 Y_{it} 代表第t學期第i個學生其一分鐘屈膝仰臥起坐的成績。

⁶ 提升肌肉適能的重要性，保持良好的肌力和肌耐力對促進健康、預防傷害與有很大的幫助，當肌力和肌耐力衰退時，肌肉本身往往無法勝任日常活動及緊張的工作負荷，容易產生肌肉疲勞及疼痛的現象。增進肌肉適能最佳的途徑是從事肌力訓練，也就是一般大家熟知的重量訓練。

三、立定跳遠

立定跳遠主要目的在瞭解腿部瞬發力的現況，並當做日後設計運動處方的參考。具有良好瞬發力的人，因為能相對地降低肌肉拉傷、關節扭傷或意外傷害的風險，故其工作效率與應付緊急狀況的能力也會相對地提高。在此以 Z_{it} 代表第 t 學期第 i 個學生其立定跳遠的成績。

四、800或1600公尺心肺耐力跑走

心肺耐力跑走主要目的在測試身體之心肺耐力及心肺功能或有氧適能。心肺適能也可以稱為心肺耐力，是指個人的肺臟與心臟，從空氣中攜帶氧氣，並將氧氣輸送到組織細胞加以使用的能力。因此，心肺適能可以說是個人的心臟、肺臟、血管與組織細胞有氧能力的指標。在此以 H_{it} 代表第 t 學期第 i 個學生耐力跑走的成績。

五、國文

在此以 C_{it} 代表第 t 學期第 i 個學生其國文成績。

六、英文

在此以 E_{it} 代表第 t 學期第 i 個學生其英文成績。

七、數學

在此以 M_{it} 代表第 t 學期第 i 個學生其數學成績。

3.2 實證模型

本文先進行靜態的實證分析，探討各項體適能成績對學科成績的影響，實證方程式如下所示：

$$C_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 X_{it} + \alpha_2 Y_{it} + \alpha_3 Z_{it} + \alpha_4 H_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.2.1)$$

$$E_{it} = B_0 + B_1 X_{it} + B_2 Y_{it} + B_3 Z_{it} + B_4 H_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.2.2)$$

$$M_{it} = r_0 + r_1 X_{it} + r_2 Y_{it} + r_3 Z_{it} + r_4 H_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.2.3)$$

其中， $i=1, \dots, N$ 代表每個學期的學生數， $t=1, \dots, T$ 代表學期數。 X_{it} 代表第 t 學期第 i 個學生其坐姿體前彎的成績， Y_{it} 代表第 t 學期第 i 個學生其一分鐘屈膝仰臥起坐的成績， Z_{it} 代表第 t 學期第 i 個學生其立定跳遠的成績， H_{it} 代表第 t 學期第 i 個學生耐力跑走的成績， C_{it} 代表第 t 學期第 i 個學生其國文成績， M_{it} 代表第 t 學期第 i 個學生其數學成績， E_{it} 代表第 t 學期第 i 個學生其英文成績， ε_{it} 為殘差。

接著進行變動量分析，探討各項體適能成績的變動對於學科成績變動的影響，實證方程式如下所示：

$$\Delta C_{it} = \alpha'_0 + \alpha'_1 \Delta X_{it} + \alpha'_2 \Delta Y_{it} + \alpha'_3 \Delta Z_{it} + \alpha'_4 \Delta H_{it} + e_{it} \quad (3.2.4)$$

$$\Delta E_{it} = B'_0 + B'_1 \Delta X_{it} + B'_2 \Delta Y_{it} + B'_3 \Delta Z_{it} + B'_4 \Delta H_{it} + e_{it} \quad (3.2.5)$$

$$\Delta M_{it} = r'_0 + r'_1 \Delta X_{it} + r'_2 \Delta Y_{it} + r'_3 \Delta Z_{it} + r'_4 \Delta H_{it} + e_{it} \quad (3.2.6)$$

其中， $i=1, \dots, N$ 代表每個學期的學生數， $t=1, \dots, T$ 代表學期數。 ΔX_{it} 代表第 t 學期第 i 個學生其坐姿體前彎成績的變動量， ΔY_{it} 代表第 t 學期第 i 個學生其一分鐘屈膝仰臥起坐成績的變動量， ΔZ_{it} 代表第 t 學期第 i 個學生其立定跳遠成績的變動量， ΔH_{it} 代表第 t 學期第 i 個學生耐力跑走成績的變動量， ΔC_{it} 代表第 t 學期第 i 個學生其國文成績的變動量， ΔM_{it} 代表第 t 學期第 i 個學生其數學成績的變動量， ΔE_{it} 代表第 t 學期第 i 個學生其英文成績的變動量， e_{it} 為殘差。

4. 資料來源與實證結果

本文以台南市國立後壁高中100學年度與101學年度畢業的應屆畢業生為研究對象，採集這二屆畢業生其在校三年的體適能檢測成績與國文、英文、數學這三門學科的學期總成績，探討體適能成績對學科成績之影響。以下茲將資料來源與實證結果介紹於後。

4.1 資料來源

本文之研究樣本為台南市國立後壁高中100學年度與101學年度其應屆畢業生的體適能成績與國英數此三門學科的成績⁷。100學年度的畢業生共有177人，其取樣期間為98、99、100學年度(2009年08月~2011年06月)；101學年度的畢業生共有251人，其取樣期間為99、100、101學年度(2010年08月~2012年06月)，每一屆學生皆擁有6學期的成績，故100學年度有1062個樣本；101學年度有1506個樣本。

體適能的項目包括：坐姿體前彎，其成績的衡量單位為公分，愈能前彎者公分數愈大、成績愈高；一分鐘屈膝仰臥起坐，其成績的衡量單位為次數，一分鐘內做愈多次者成績愈高；立定跳遠，其成績的衡量單位為公分，跳愈遠者公分數愈大、成績愈高；800公尺或1600公尺耐力跑走，其成績的衡量單位為800公尺或1600公尺共花多少時間跑完(分鐘/800公尺或1600公尺；秒/800公尺或1600公尺)，所花的時間愈多者代表成績愈低。體適能檢測項目、學科名稱與相關成績代碼詳見表4.1.1。

表 4.1.1 體適能檢測項目之名稱與學科國英數之代碼

體適能項目名稱(衡量單位)	成績代碼	學科名稱	成績代碼
坐姿體前彎(公分)	X_{it}	國文	C_{it}
一分鐘屈膝仰臥起坐(次數)	Y_{it}	英文	E_{it}
立定跳遠(公分)	Z_{it}	數學	M_{it}
800 公尺或 1600 公尺耐力跑走(分鐘/800 公尺 or 1600 公尺；秒/800 公尺 or 1600 公尺)	H_{it}		

⁷ 若學生之成績有遺漏或者學生修退學，則將該生資料刪除。

4.2 實證結果

本文的實證結果包含兩部分：4.2.1 節是先進行靜態分析，探討當學期體適能成績是否會影響當學期國英數此三門學科的成績，分別從 100 學年度、101 學年度與 100 至 101 兩個學年度的應屆畢業生其在校三年的資料進行迴歸分析。4.2.2 節是進行變動量分析，探討當學期體適能成績的變動是否會影響當學期國英數此三門學科成績的變動，同樣以 100 學年度、101 學年度與 100 至 101 兩個學年度的應屆畢業生其在校三年的資料進行迴歸分析。

4.2.1 當學期體適能成績對當學期國英數學科成績的影響

一、100 學年度之全體應屆畢業學生的資料分析

本文初步先以坐姿體前彎、一分鐘屈膝仰臥起坐、立定跳遠與 800 公尺或 1600 公尺耐力跑走此四項體適能成績為解釋變數，分別探討其對國文、英文與數學成績的影響，將其分別設定為模型 1C、模型 1E 與模型 1M。若模型 1C、模型 1E 與模型 1M 的解釋變數呈現對被解釋變數沒有影響力的結果，則本文將不具解釋力的變數刪除，再以所餘之解釋變數進行迴歸分析，並將其分別設定為模型 2C、模型 2E 與模型 2M。表 4.2.1A 即是 100 學年度全體應屆畢業生其體適能成績分別對國文、英文、數學成績的影響結果。

(一) 體適能成績對國文學科成績的影響

模型 1C 先考慮全部體適能因素對國文成績的影響，進行初步的模型篩選。若該因素對國文成績沒有顯著的影響，則予以刪除，改由模型 2C 進行分析。由表 4.2.1A 的模型 1C 得知：坐姿體前彎、立定跳遠與耐力跑走這三項體適能運動成績對國文成績有顯著的影響。

因此，進一步由模型 2C 發現，在 5% 的顯著水準下，坐姿體前彎與耐力跑走對國文成績具有顯著的正向影響關係，而且耐力跑走(代表心肺適能)對國文科成績的影響程度(係數為-1.1291)⁸大於坐姿體前彎(代表身體的柔軟度)對國文科成績的影

⁸ 耐力跑走的成績是以「跑完 800 公尺或 1600 公尺總共需要多少秒數」來衡量，故此係數值為負代表耐力跑走秒數與國文成績成反向關係，但卻代表耐力跑走成績與國文成績具有正相關係。

響(係數為 0.0729)⁹。然而，立定跳遠(代表腿部瞬發力)對國文科的影響卻是為負相關，此與既存文獻的結果相左。

表 4.2.1A 100 學年度全體應屆畢業生其體適能成績分別對國文、英文、數學成績的影響

被解釋變數 解釋變數	國文成績(C_{it})		英文成績(E_{it})		數學成績(M_{it})	
	模型1C	模型2C	模型1E	模型2E	模型1M	模型2M
截距項	80.3358 (0.000)***	80.3311 (0.000)***	73.6257 (0.000)***	73.2712 (0.000)***	61.7431 (0.000)***	61.3944 (0.000)***
坐姿體前彎成績(X_{it})	0.0730 (0.0132)**	0.0729 (0.0119)**	0.0741 (0.0940)*	0.0696 (0.1037)	-0.0122 (0.7922)	
一分鐘屈膝仰臥起坐 成績(Y_{it})	-0.0005 (0.9900)		-0.0324 (0.6076)		0.1456 (0.0274)**	0.1427 (0.0282)**
立定跳遠成績(Z_{it})	-0.0232 (0.0280)**	-0.0232 (0.0115)**	0.0031 (0.8458)		0.0323 (0.0526)*	0.0317 (0.0543)*
耐力跑走成績(H_{it})	-1.1289 (0.000)***	-1.1291 (0.000)***	-1.3865 (0.000)***	-1.4071 (0.000)***	-0.7951 (0.0041)***	-0.7762 (0.0037)***

註：1.此迴歸模型的被解釋變數分別為國文成績、英文成績、數學成績。

2.例如就國文成績而言，模型1C為 $C_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 X_{it} + \alpha_2 Y_{it} + \alpha_3 Z_{it} + \alpha_4 H_{it}$

模型2C為 $C_{it} = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 X_{it} + \hat{\alpha}_3 Z_{it} + \hat{\alpha}_4 H_{it}$

3.坐姿體前彎主要在測量身體的柔軟度；一分鐘屈膝仰臥起坐主要在衡量腹肌的肌耐力；立定跳遠主要在衡量腿部的瞬發力；耐力跑走主要在衡量心肺耐力或心肺功能。

4.()內的值代表p-value。

5.*、**、***分別表示在10%、5%及1%的顯著水準下，拒絕虛無假設 H_0 :解釋變數對被解釋變數沒有影響。

(二) 體適能成績對英文學科成績的影響

同理，模型 1E 先考慮全部體適能因素對英文成績的影響，進行初步的模型篩選。結果由表 4.2.1A 得知，僅有坐姿體前彎(代表身體的柔軟度)與耐力跑走(代表心肺適能)對英文成績有顯著的影響，因此，進一步由模型 2E 進行迴歸分析，結果發現在 1%的顯著水準下，只有耐力跑走對英文成績仍具有顯著的正向影響關係(係數為-1.4071)。

(三) 體適能成績對數學學科成績的影響

由模型 1M 得知：一分鐘屈膝仰臥起坐(代表腹肌的肌耐力)、立定跳遠(代表腿

⁹ 本文在此以絕對值來衡量體適能成績對學科成績的影響程度。

部瞬發力)與耐力跑走(代表心肺適能)對數學成績有顯著的影響,並藉由模型 2M 發現:在 5%的顯著水準下,耐力跑走對數學成績的正向影響(係數為-0.7762)相對大於一分鐘屈膝仰臥起坐(係數為 0.1427)與立定跳遠(係數為 0.0317)。

(四) 小結

就100學年度全體應屆畢業生其各項體適能對學業成績的影響結果而言,從表 4.2.1A發現:心肺適能(以耐力跑走來測量)與學業成績最具有穩定的相關性,而且由模型2C、模型2E與模型2M得知:除了立定跳遠之外,各項體適能成績對國英數此三門學科的學業成績皆具有正向的影響。此與Dwyer, et al.(1983)、Castelli(2007)等文章的結論一致。

再者,由可知:表4.2.1A若要让學生的國、英、數學業成績有較明顯的進步幅度,則學校的體適能運動一定要有心肺適能方面的訓練。同理,若要再多加強國文方面的成績,則學校可再搭配柔軟度適能的訓練;若要再多加強數理理解力,則可再搭配腿部瞬發力與腹肌肌肉適能的訓練。

二、101 學年度之全體應屆畢業學生的資料分析

表 4.2.1B 即是 101 學年度全體應屆畢業生其體適能成績分別對國文、英文、數學成績的影響結果。

(一) 體適能成績對國文學科成績的影響

模型1C先考慮全部體適能因素對國文成績的影響,進行初步的模型篩選。若該因素對國文成績沒有顯著的影響,則予以刪除,改由模型2C進行分析。由表4.2.1B的模型1C得知:坐姿體前彎、耐力跑走這二項體適能運動成績對國文成績有顯著影響。

因此,進一步由模型2C發現,在5%的顯著水準下,坐姿體前彎與耐力跑走對國文成績具有顯著的正向影響關係,而且耐力跑走(代表心肺適能)對國文科成績的影響(係數為-1.0039)大於坐姿體前彎(代表身體的柔軟度)對國文科成績的影響(係數為0.0997)。

(二) 體適能成績對英文學科成績的影響

同理，模型 1E 先考慮全部體適能因素對英文成績的影響，進行初步的模型篩選。結果由表 4.2.1B 得知，僅有耐力跑走(代表心肺適能)對英文成績有顯著的影響，因此，進一步由模型 2E 進行迴歸分析，結果發現在 1% 的顯著水準下，耐力跑走對英文成績仍具有顯著的正向影響關係(係數為-1.4505)。

表 4.2.1B 101 學年度全體應屆畢業生其體適能成績分別對國文、英文、數學成績的影響

被解釋變數 解釋變數	國文成績(C_{it})		英文成績(E_{it})		數學成績(M_{it})	
	模型1C	模型2C	模型1E	模型2E	模型1M	模型2M
截距項	70.1009 (0.000)***	69.3463 (0.000)***	76.6423 (0.000)***	75.1007 (0.000)***	60.7451 (0.000)***	58.9372 (0.000)***
坐姿體前彎成績(X_{it})	0.1028 (0.0013)***	0.0997 (0.0016)***	0.0435 (0.1880)		-0.0374 (0.3803)	
一分鐘屈膝仰臥起坐 成績(Y_{it})	0.0147 (0.7215)		-0.0563 (0.1880)		0.3199 (0.000)***	0.2931 (0.000)***
立定跳遠成績(Z_{it})	-0.0114 (0.2438)		-0.0134 (0.1849)		-0.0093 (0.4759)	
耐力跑走成績(H_{it})	-0.9109 (0.000)***	-1.0039 (0.000)***	-1.2096 (0.000)***	-1.4505 (0.000)***	-1.3010 (0.000)***	-1.3121 (0.000)***

註：1.此迴歸模型的被解釋變數分別為國文成績、英文成績、數學成績。

2.例如就國文成績而言，模型1C為 $C_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 X_{it} + \alpha_2 Y_{it} + \alpha_3 Z_{it} + \alpha_4 H_{it}$

模型2C為 $C_{it} = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 X_{it} + \hat{\alpha}_4 H_{it}$

3.坐姿體前彎主要在測量身體的柔軟度；一分鐘屈膝仰臥起坐主要在衡量腹肌的肌耐力；立定跳遠主要在衡量腿部的瞬發力；耐力跑走主要在衡量心肺耐力或心肺功能。

4.()內的值代表p-value。

5.*、**、***分別表示在10%、5%及1%的顯著水準下，拒絕虛無假設 H_0 ：解釋變數對被解釋變數沒有影響。

(三) 體適能成績對數學學科成績的影響

由模型 1M 得知：一分鐘屈膝仰臥起坐(代表腹肌的肌耐力)與耐力跑走(代表心肺適能)對數學成績有顯著的影響，並藉由模型 2M 發現：在 5% 的顯著水準下，耐力跑走對數學成績的正向影響(係數為-1.3121)相對大於一分鐘屈膝仰臥起坐(係數為 0.2931)。

(四) 小結

就101學年度全體應屆畢業生其各項體適能對學業成績的影響結果而言，從表4.2.1B發現：心肺適能(以耐力跑走來測量)學業成績最具有正的相關性，此與陳家晏(2012)、鄭子芄(2012)、郭宜禎(2009)之結論一致。因此若要讓學生的國、英、數學業成績有較明顯的進步幅度，則學校可從心肺適能方面加強訓練。同理，若要再多加強國文方面的成績，則學校可再搭配柔軟度適能的訓練；若要再多加強數理解力，則可再搭配腿部瞬發力與腹肌肌肉適能的訓練。

三、100~101 學年度之全體應屆畢業學生的資料分析

表 4.2.1C 即是 100 學年度與 101 學年度全體應屆畢業生其體適能成績分別對國文、英文、數學成績的影響結果。

表 4.2.1C 100~101 學年度應屆畢業生其體適能成績分別對國文、英文、數學成績的影響

被解釋變數 \ 解釋變數	國文成績(C_{it})		英文成績(E_{it})		數學成績(M_{it})	
	模型1C	模型2C	模型1E	模型2E	模型1M	模型2M
截距項	77.2883 (0.000)***	76.8337 (0.000)***	75.5733 (0.000)***	73.7856 (0.000)***	64.2496 (0.000)***	63.1282 (0.000)***
坐姿體前彎成績(X_{it})	0.0737 (0.0012)***	0.0697 (0.0020)***	0.0570 (0.0319)**	0.0438 (0.0921)*	-0.0414 (0.1942)	
一分鐘屈膝仰臥起坐成績(Y_{it})	-0.0370 (0.2249)		-0.0510 (0.1523)		0.2070 (0.000)***	0.2081 (0.000)***
立定跳遠成績(Z_{it})	-0.0172 (0.0199)***	-0.0218 (0.0006)***	-0.0079 (0.3606)		0.0050 (0.6267)	
耐力跑走成績(H_{it})	-1.0581 (0.000)***	-1.0659 (0.000)***	-1.2615 (0.000)***	-1.4262 (0.000)***	-1.1883 (0.000)***	-1.0951 (0.000)***

註：1.此迴歸模型的被解釋變數分別為國文成績、英文成績、數學成績。

2.例如就國文成績而言，模型1C為 $C_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 X_{it} + \alpha_2 Y_{it} + \alpha_3 Z_{it} + \alpha_4 H_{it}$

模型2C為 $C_{it} = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 X_{it} + \hat{\alpha}_3 Z_{it} + \hat{\alpha}_4 H_{it}$

3.坐姿體前彎主要在測量身體的柔軟度；一分鐘屈膝仰臥起坐主要在衡量腹肌的肌耐力；立定跳遠主要在衡量腿部的瞬發力；耐力跑走主要在衡量心肺耐力或心肺功能。

4.()內的值代表p-value。

5.*、**、***分別表示在 10%、5%及 1%的顯著水準下，拒絕虛無假設 H_0 :解釋變數對被解釋變數沒有影響。

(一) 體適能成績對國文學科成績的影響

模型1C先考慮全部體適能因素對國文成績的影響，進行初步的模型篩選。若該因素對國文成績沒有顯著的影響，則予以刪除，改由模型2C進行分析。由表4.2.1C的模型1C得知：坐姿體前彎、立定跳遠與耐力跑走這三項體適能運動對國文成績有顯著的影響。

因此，進一步由模型2C發現，在5%的顯著水準下，坐姿體前彎與耐力跑走對國文成績具有顯著的正向影響關係，而且耐力跑走(代表心肺適能)對國文科成績的影響(係數為-1.0659)大於坐姿體前彎(代表身體的柔軟度)對國文科成績的影響(係數為0.0697)。然而，立定跳遠(代表腿部瞬發力)對國文科的影響卻是負相關(係數為-0.0218)，此與吳鈺淳(2010)的結果相左。

(二) 體適能成績對英文學科成績的影響

同理，模型1E先考慮全部體適能因素對英文成績的影響，進行初步的模型篩選。結果由表4.2.1C得知，僅有坐姿體前彎(代表身體的柔軟度)與耐力跑走(代表心肺適能)對英文成績有顯著的影響，因此，進一步由模型2E進行迴歸分析，結果發現在5%的顯著水準下，只有耐力跑走對英文成績仍具有顯著的正向影響關係(係數為-1.4262)。

(三) 體適能成績對數學學科成績的影響

由模型1M得知：一分鐘屈膝仰臥起坐(代表腹肌的肌耐力)與耐力跑走(代表心肺適能)對數學成績有顯著的影響，並藉由模型2M發現：在5%的顯著水準下，耐力跑走對數學成績的正向影響(係數為-1.0951)相對大於一分鐘屈膝仰臥起坐(係數為0.2081)。

(四) 小結

綜合而言，不管就哪個學年度的畢業生來說，除了立定跳遠之成績與學業成績呈負相關外，其餘各項體適能之成績皆與學業成績呈正相關。而且心肺適能與學業成績最具有穩定的正相關，此與李彩華、方進隆(1998)之結論一致。

由於擁有較佳的體適能，會讓個人增加自信心、抗壓力、專注力與體力等，同時

規律的運動能增加身體的抵抗力與體力，進而減少疾病的發生率。所以藉由身體的活動讓身心得到紓壓與放鬆，則在面對各方面的挑戰與阻礙時，便會以正面、積極的態度找尋解決對策，進而使學業成績提升。因此若要讓學生的國、英、數學業成績有較明顯的進步幅度，則學校可從心肺適能方面加強訓練。

4.2.2 當學期體適能成績變動對當學期國英數學科成績變動的影響

從4.2.1節確知大部份的體適能成績與國英數此三門學科成績具有正向關係之後，本小節要探討的是當學期體適能成績的變動是否會影響當學期國英數此三門學科成績的變動，也就是隨著體適能成績的增加，國英數此三門學科的成績是會隨著以遞增的速度在增加，還是以遞減的速度在增加，或者是不變。本文同樣以台南市後壁高中100學年度、101學年度與100至101兩個學年度的應屆畢業生其在校三年的資料進行迴歸分析。

同4.2.1節的分析步驟，本文初步先以坐姿體前彎、一分鐘屈膝仰臥起坐、立定跳遠與800公尺或1600公尺耐力跑走此四項體適能成績的變動量為解釋變數，分別探討其對國文、英文與數學成績變動量的影響，將其分別設定為模型1C、模型1E與模型1M。若模型1C、模型1E與模型1M的解釋變數呈現對被解釋變數沒有影響力的結果，則本文將不具解釋力的變數刪除，再以所餘之解釋變數進行迴歸分析，並將其分別設定為模型2C、模型2E與模型2M。

一、100學年度全體應屆畢業學生的差分資料分析

表4.2.2A即是100學年度全體應屆畢業生其體適能成績變動分別對國文、英文、數學成績變動的影響結果。

(一)體適能成績變動對國文學科成績變動的影響

模型1C先考慮各項體適能成績變動對國文成績變動的影響，進行初步的模型篩選。若該項體適能成績變動對國文成績變動沒有顯著的影響，則予以刪除，改由模型2C進行分析。由表4.2.2A的模型1C得知：坐姿體前彎成績變動對國文成績變動有顯著的影響。

因此，進一步由模型 2C 發現，在 10% 的顯著水準下，坐姿體前彎變動對國文成績變動具有顯著的正向影響關係，其係數為 0.0391。代表坐姿體前彎的成績增加會帶動國文科成績呈遞增的趨勢增加。

(二) 體適能成績變動對英文學科成績變動的影響

同理，模型 1E 先考慮各體適能成績變動對英文成績變動的影響，進行初步的模型篩選。結果由表 4.2.2A 得知，在 10% 的顯著水準下，一分鐘屈膝仰臥起坐成績的變動與立定跳遠成績的變動對英文成績變動有顯著的影響，因此，進一步由模型 2E 進行分析，結果發現在 5% 的顯著水準下，只有立定跳遠成績變動仍具有顯著的正向影響關係，其係數為 0.0249。代表立定跳遠的成績增加會帶動英文科成績呈遞增的趨勢增加。

表 4.2.2A

100 學年度全體應屆畢業生其體適能成績變動分別對國文、英文、數學成績變動的影響

被解釋變數 解釋變數	國文成績 的變動量(ΔC_{it})		英文成績 的變動量(ΔE_{it})		數學成績 的變動量(ΔM_{it})	
	模型 1C	模型 2C	模型 1E	模型 2E	模型 1M	模型 2M
截距項	-0.1245 (0.5687)	-0.2290 (0.2866)	-0.1193 (0.6984)	-0.1370 (0.6556)	0.8198 (0.0215)**	-0.0468 (0.8827)
坐姿體前彎成績 的變動量(ΔX_{it})	0.0464 (0.0437)**	0.0391 (0.0853)*	-0.0483 (0.1364)		0.0583 (0.1197)	
一分鐘屈膝仰臥起坐 成績的變動量(ΔY_{it})	-0.0523 (0.1036)		0.0867 (0.0557)*	0.0759 (0.0892)*	-0.0603 (0.2494)	
立定跳遠成績的變動 量(ΔZ_{it})	-0.0134 (0.1182)		0.0253 (0.0369)**	0.0249 (0.0386)**	0.0288 (0.0392)**	0.0296 (0.0125)**
耐力跑走成績的變動 量(ΔH_{it})	0.2572 (0.1581)		-0.0367 (0.8863)		-1.4540 (0.0000)***	-0.0661 (0.7969)

註：1. 此迴歸模型的被解釋變數分別為國文成績的變動、英文成績的變動、數學成績的變動。

2. 例如就國文成績而言，模型 1C 為 $\Delta C_{it} = \alpha'_0 + \alpha'_1 \Delta X_{it} + \alpha'_2 \Delta Y_{it} + \alpha'_3 \Delta Z_{it} + \alpha'_4 \Delta H_{it}$

模型 2C 為 $\Delta C_{it} = \bar{\alpha}_0 + \bar{\alpha}_1 \Delta X_{it}$

3. 坐姿體前彎主要在測量身體的柔軟度；一分鐘屈膝仰臥起坐主要在衡量腹肌的肌耐力；立定跳遠主要在衡量腿部的瞬發力；耐力跑走主要在衡量心肺耐力或心肺功能。

4. () 內的值代表 p-value。

5. *、**、*** 分別表示在 10%、5% 及 1% 的顯著水準下，拒絕虛無假設 H_0 ：解釋變數對被解釋變數沒有影響。

(三) 體適能成績變動對數學學科成績變動的影響

由模型 1M 得知：在 5% 的顯著水準下，立定跳遠的成績變動與耐力跑走的成績變動對數學成績變動有顯著的影響。再藉由模型 2M 發現：在 5% 的顯著水準下，只有立定跳遠成績變動對數學成績變動仍具有顯著的正向影響關係，其係數為 0.0296。代表立定跳遠的成績增加會帶動數學科成績呈遞增的趨勢增加。

(四) 小結

就 100 學年度全體應屆畢業生其各項體適能成績變動對學業成績變動的影響結果而言，從表 4.2.2A 發現：在 10% 的顯著水準下，就柔軟度適能而言，坐姿體前彎的成績變動與國文成績變動有顯著的正向影響關係；就肌肉適能肌力肌耐力而言，一分鐘仰臥起坐的成績變動與英文成績有顯著的正向影響關係；就瞬發力適能而言，立定跳遠的成績變動與英文及數學的成績變動有顯著正向影響關係。但是耐力跑走的成績變動與國英數此三科學業成績的變動則不顯著。

也就是說，持續訓練柔軟度適能、肌肉適能與瞬發力適能是可持續增加學業成績，但是心肺適能的耐力跑走的過度訓練則是無法提升學業成績的表現。

二、101 學年度全體應屆畢業學生的差分資料分析

表 4.2.2B 即是 101 學年度全體應屆畢業生其體適能成績變動分別對國文、英文、數學成績變動的影響結果。

就 101 學年度全體應屆畢業生其各項體適能成績變動對學業成績變動的影響結果而言，從表 4.2.2B 發現：無論顯著水準是 10%、5% 還是 1%，各項體適能成績變動對國文、英文與數學成績的變動無顯著的影響。代表隨著體適能成績的增加，國英數此三門學科的成績是不變的。驗證了過度的運動量對學業成績進步並沒有實質的幫助。

表4.2.2B

101學年度全體應屆畢業生其體適能成績變動分別對國文、英文、數學成績變動的影響

被解釋變數 解釋變數	國文成績 的變動量(ΔC_{it})		英文成績 的變動量(ΔE_{it})		數學成績 的變動量(ΔM_{it})	
	模型1C	模型2C	模型1E	模型2E	模型1M	模型2M
截距項	0.1890 (0.03943)		0.9536 (0.0003)***		1.3992 (0.0001)***	
坐姿體前彎 成績的變動量(ΔX_{it})	-0.0048 (0.9041)		-0.0169 (0.7204)		0.0795 (0.2157)	
一分鐘屈膝仰臥起坐 成績的變動量(ΔY_{it})	0.0221 (0.5330)		-0.0292 (0.4908)		0.0445 (0.4388)	
立定跳遠成績的變動 量(ΔZ_{it})	0.0052 (0.7118)		0.0069 (0.6827)		-0.0114 (0.6179)	
耐力跑走成績的變動 量(ΔH_{it})	-0.1162 (0.6394)		-0.3751 (0.2058)		-0.3804 (0.3437)	

註：1.此迴歸模型的被解釋變數分別為國文成績的變動、英文成績的變動、數學成績的變動。

2.例如就英文成績而言，模型1E為 $\Delta E_{it} = \alpha'_0 + \alpha'_1 \Delta X_{it} + \alpha'_2 \Delta Y_{it} + \alpha'_3 \Delta Z_{it} + \alpha'_4 \Delta H_{it}$

模型2E為 $\Delta C_{it} = \bar{\alpha}_0 + \bar{\alpha}_2 \Delta Y_{it}$

3.坐姿體前彎主要在測量身體的柔軟度；一分鐘屈膝仰臥起坐主要在衡量腹肌的肌耐力；立定跳遠主要在衡量腿部的瞬發力；耐力跑走主要在衡量心肺耐力或心肺功能。

4.()內的值代表p-value。

5.*、**、***分別表示在10%、5%及1%的顯著水準下，拒絕虛無假設 H_0 :解釋變數對被解釋變數沒有影響。

三、100~101學年度全體應屆畢業學生的差分資料分析

表4.2.2C即是100學年度與101學年度全體應屆畢業生其體適能成績變動分別對國文、英文、數學成績變動的影響結果。

由表 4.2.2C 得知：各項體適能成績變動對國文成績的變動無顯著的影響，此與許雅芳(2013)的結論一致；而在 5%的顯著水準下，僅有立定跳遠的成績變動對英文成績的變動有顯著的正向影響；另外，在 5%的顯著水準下，耐力跑走成績變動對數學成績的變動有顯著的正向影響。綜合而言，耐力跑走成績的增加會帶動數學成績以遞增的速度增加。

表4.2.2C

100~101學年度全體應屆畢業生其體適能成績變動分別對國文、英文、數學成績變動的影響

解釋變數 \ 被解釋變數	國文成績的變動量(ΔC_{it})		英文成績的變動量(ΔE_{it})		數學成績的變動量(ΔM_{it})	
	模型1C	模型2C	模型1E	模型2E	模型1M	模型2M
截距項	0.0747 (0.6339)		0.4834 (0.0155) **	0.5019 (0.0101) **	1.1316 (0.0000) ***	1.1502 (0.0000) ***
坐姿體前彎成績的變動量(ΔX_{it})	0.0279 (0.1832)		-0.0341 (0.2013)		0.0617 (0.0699)*	0.0621 (0.0659)*
一分鐘屈膝仰臥起坐成績的變動量(ΔY_{it})	-0.0118 (0.6259)		0.0262 (0.3966)		-0.0079 (0.8420)	
立定跳遠成績的變動量(ΔZ_{it})	-0.0066 (0.3856)		0.0225 (0.0207) **	0.0235 (0.0145) **	0.0197 (0.3349)	
耐力跑走成績的變動量(ΔH_{it})	0.0655 (0.6659)		-0.1467 (0.4469)		-0.9636 (0.0001)***	-0.9606 (0.0001) ***

註：1.此迴歸模型的被解釋變數分別為國文成績的變動、英文成績的變動、數學成績的變動。

2.例如就英文成績而言，模型1E為 $\Delta E_{it} = \alpha'_0 + \alpha'_1 \Delta X_{it} + \alpha'_2 \Delta Y_{it} + \alpha'_3 \Delta Z_{it} + \alpha'_4 \Delta H_{it}$

模型2E為 $\Delta C_{it} = \bar{\alpha}_0 + \bar{\alpha}_2 \Delta Y_{it}$

3.坐姿體前彎主要在測量身體的柔軟度；一分鐘屈膝仰臥起坐主要在衡量腹肌的肌耐力；立定跳遠主要在衡量腿部的瞬發力；耐力跑走主要在衡量心肺耐力或心肺功能。

4.()內的值代表p-value。

5.*、**、***分別表示在10%、5%及1%的顯著水準下，拒絕虛無假設:解釋變數對被解釋變數沒有影響。

5. 結論與建議

5.1 結論

本文以台南市後壁高中100學年度、101學年度與100至101兩個學年度的應屆畢業生其在校三年的縱橫資料(panel data)進行迴歸分析，探討坐姿體前彎、一分鐘屈膝仰臥起坐、立定跳遠與耐力跑走此四項體適能成績與國英數此三科學業成績之關係。本文之結論如下：

- 一、各項體適能成績對國英數此三門學科的學業成績皆具有正向的影響關係，此與 Dwyer, et al.(1983)、Castelli(2007)等文章的結論一致。然而，立定跳遠(代表腿部瞬發力)對國文科的影響卻是負相關，此與吳鈺淳(2010)的結果相左。
- 二、雖然大部份的體適能成績與國英數此三門學科成績具有正向關係，但是隨著體適能成績的增加，學科的成績並未隨著以遞增的速度或遞減的速度在增加。只有耐力跑走成績的增加會帶動數學成績以遞增的速度增加，此與 Bennett(1986)、羅吉臺與席行蕙(2001)等文章的結論一致。
- 三、心肺適能(以耐力跑走來測量)與學業成績最具有穩定的相關性，此與吳鈺淳(2010)、盧建宇(2012)、曾竣璋、王鶴森(2012)、陳宗亮(2009)；何婷婷(2009)、Carlson et al.(2008)、Lochbaum(2002)及 Li(2000)等文章的研究一致。

5.2 建議

本文提出如下建議，供學校、教師、學生與家長參考：

- 一、本文研究結果顯示，增加身體活動時間並不會降低學業表現，甚至對學業成就有正向的影響效益，Burkhalter and Hillman(2011)、Chomitz et al.(2009)與Kahn et al.(2002)的研究亦支持此論點。因此，家長與教師應該鼓勵學生多從事體育活動，減少靜態的坐姿活動。

- 二、既然體育活動可以促進學業表現，則學校的體育課應受到重視與回歸正常化，不要淪為可有可無的營養學分課程
- 三、由於各項體適能運動對於各學科的影響不同，所以學校應該依學生的性向來規劃適合學生參與的體適能活動供學生選修，至於對於國英數此三科的學業成績皆有正向影響的耐力跑走，則可以列為學生的必修項目。
- 四、老師、家長與學生應該都要有自我要求的精神，培養能持續到老的運動習慣，惟有個人的自覺，才會化被動為主動。大家應該認知，健康才是人生的根本，因擁有健康而帶來的優異成績或財富，都是建立在身心健康之上。



參考文獻

(一)中文參考文獻

- 王駿濠、蔡佳良(2011)。運動對改善大腦認知功能之效益評析。應用心理研究，第50期，191-216頁
- 方進隆(1998)。體適能推展策略與未來研究方向。中華體育季刊，第12卷第3期，70-77頁。
- 何婷婷(2009)。國中學生心肺適能與學業成就關係之研究。碩士論文，彰化師範大學運動健康研究所。
- 李彩華、方進隆（1998）。國中學生身體活動量與體適能相關因素研究。體育學報，第25輯，139-148頁。
- 李勝雄（1998）。運動課程理論導讀。台中市：必中出版社。
- 卓俊辰(1992)。體適能—健身運動處方的理論與實際。台北市：國立台灣師範大學體育學會出版。
- 邱慶瑞（2003）。學業成績好壞與體適能的表現比較—以臺北市永春高中為例。北體學報，第11期，173-179頁。
- 邱文成（2010）。2010年第三屆運動科學暨休閒遊憩管理學術研討會論文集。280-289頁。
- 吳文忠(1986)。比較體育。臺北：正中書局出版。
- 吳鈺淳(2010)。臺中市國民小學和國民中學學生體適能與學業成績關係之研究。碩士論文，國立台灣體育學院體育研究所人文社會組。
- 吳鈺淳、蔡俊傑(2010)。體適能與學業成就關係之探討。國立臺灣體育學院體育學系(所)刊，第10期，11~18頁。
- 吳婷婷(2009)。國小學童體適能與學業成績之關聯性。碩士論文，大葉大學管理學院碩士在職專班。
- 許樹淵、崔凌震（2004）。健康與體育概論。臺北：師大書苑。
- 許雅芳(2013)。跑走運動對學童體適能及學業成績之影響。碩士論文，國立臺南大學體育學系體育科教學碩士班。

- 康體發展局體育研究部(2001)。研究摘要：運動學業，相輔相承。香港：香港康體發展局。
- 教育部體育司(2005)。我國學生體(適)能現況分析。2007年7月13日，取自：
<http://epaper.edu.tw/162/storynum.htm>。
- 教育部(2010)。台北市：教育部體適能網站。民99年11月1日，取自：
<http://www.fitness.org.tw/direct01.php>。
- 教育部體育署(2013)。中華民國102年運動統計。2013年12月，取自：
<https://www.sa.gov.tw/>
- 教育部體育署全民運動組(2013)。青少年的運動計畫。2013年12月19日，取自
<http://www.sa.gov.tw/wSite/ct?xItem=3740&ctNode=341&mp=11>
- 陳定雄、曾媚美、謝志君(2000)。健康體適能。台中市：華格那企業有限公司。
- 陳宗亮(2009)。國中生不同學業成就和體適能關係之研究—以高雄縣南隆國中學生為例。碩士論文，樹德科技大學經營管理研究所。
- 陳家晏(2012)。高職三年級學生體適能與學業成績之相關研究。碩士論文，高雄師範大學體育學系研究所。
- 陳德雄(2005)。男性青少年學業成績與體適能相關之研究—以新竹市立三民國中為例。碩士論文，臺北市立體育學院運動科學研究所。
- 郭宜禎(2009)。兩所國小學童體適能與學業成就的關係。碩士論文，國立臺灣體育大學(臺中)體育研究所。
- 張育愷(2011)。體育課促進學業表現?!當代觀點。學校體育，第123期4月號，44-49頁。
- 黃思維、李勝雄(2012)。體適能研究現況分析。碩士論文，國立屏東教育大學體育學系研究所。
- 翁義和(2002)。幼兒及兒童日常生活行為與問題。民國九十年國民健康訪問調查初步研究成果(No.9)。台北市：行政院衛生署國民健康局。
- 曾竣瑋、王鶴森(2012)。國中學生健康體適能與學業成績之關係。國立臺灣師範大學體育學系大專體育學刊，第14卷第3期，367-377頁。
- 鄭子芄(2012)。國中學生不同體適能要素與學業成就關係之研究。碩士論文，彰化師範大學運動健康研究所。

- 蔡忠昌、劉慧陵 (2006)。運動對於腦部功能的影響：多上體育課會影響學業成績嗎？
大專體育，第87期，184-190頁。
- 羅吉臺、席行蕙 (2001)。多元智慧豐富人生。臺北市：遠流出版社。
- 盧建宇 (2012)。高中生運動涉入程度、體適能與學業成就之研究—以新北市私立格致高級中學為例。碩士論文，輔仁大學體育學系研究所。

(二)英文參考文獻

- Bennett, W. J. (1986), First lessons: a report on elementary education in America, DIANE Publishing.
- Burkhalter, T. M. and Hillman, C. H. (2011), A narrative review of physical activity, nutrition, and obesity to cognition and scholastic performance across the human lifespan, *Advances in Nutrition*, 2(2), 201-206.
- Carlson, S. A., Fulton, J. E., Lee, S. M., Maynard, L.M., Brown, D. R., Kohl, H. W., III, et al. (2008), Physical education and academic achievement in elementary school: Data from the early childhood longitudinal study, *American Journal of Public Health*, 98(4), 721-727.
- Castelli, D. M., Hillman, C. H., Buck, S. M. and Erwin, H. E. (2007), Physical fitness and academic achievement in third- and fifth-grade students, *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29(2), 239-252.
- Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., Kim, J. S., Voss, M. W., Vanpatter, M., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Konkel, A., Hillman, C. H., Cohen, N. J. and Kramer, A. F. (2010), A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume, and memory performance in preadolescent children, *Brain Research*, 1358, 172-183.
- Chomitz, V. R., Slining, M. M., McGowan, R. J., Mitchell, S. E., Dawson, G. F. and Hacker, K. A.(2009), Is there a relationship between physical fitness and academic achievement? Positive results from public school children in the northeastern United States. *The Journal of School Health*, 79(1), 30-37.
- Colcombe, S. J., Kramer, A. F., Erickson, K. I., Scalf, P., McAuley, E., Cohen, N. J., Webb, A., Jerome, G. J., Marquez, D. X. and Elavsky, S. (2004), Cardiovascular fitness, cortical plasticity and aging, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101 (9), 3316 – 3321.

- Dwyer, T., Coonan, W. E., Leitch, D. R., Hetzel, B. S. and Baghurst, R. A. (1983), An investigation of the effects of daily physical activity on the health of primary school students in South Australia, *International Journal of Epidemiologists*, 12(3), 308-313.
- Dwyer, T., Sallis, J. F., Blizzard, L., Lazarus, R. and Dean, K. (2001), Relation of academic performance to physical activity and fitness in children, *Pediatric Exercise Science*, 13, 225-237.
- Gallahue, D. L. (1996). *Developmental Physical Education for Today's Children*. (2nd ed.) .Monterey : McGraw-Hill Companies.
- Hillman, C. H., Castelli, D. M. and Buck, S. M. (2005), Aerobic fitness and neurocognitive function in healthy preadolescent children, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(11), 1967-1974.
- Kahn, E. B., Ramsey, L. T., Brownson, R. C., Heath, G. W., Howze, E. H., Powell, K. E., et al. (2002), The effectiveness of interventions to increase physical activity. A systematic review. *American Journal of Preventive Medicine*, 22(4), 73-107.
- Li, Z. G. (2000), Influence of general resistance training on growth of junior high school students, *Journal of Xi'an Institute of Physical Education*, 17(3), 59-62.
- Lochbaum, M. R., Karoly, P. and Landers, D. M. (2002), Evidence for the importance of openness to experience on performance of a fluid intelligence task by physically active and inactive participants, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73(4), 437-444.
- Pate, R. R. (1988), The evolving definition of physical fitness, *Quest*, 40, 174-179.
- Rey-López, J. P., Vicente-Rodríguez, G., Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Martínez-Gómez, D., De Henauw, S., ... Moreno, L. A. (2010). Sedentary patterns and media availability in European adolescents: The HELENA study. *Preventive Medicine: An International Journal Devoted to Practice and Theory*, 51(1), 50-55.
- Sibley, B. A. and Etnier, J. L. (2003), The relationship between physical activity and cognition in children: A meta-analysis, *Pediatric Exercise Science*, 15, 243-256.
- Tremblay, M. S., LeBlanc, A. G. L. B. A. G., Janssen, I. J. I., Kho, M. E. K. M. E., Hicks, A. H. A., Murumets, K. M. K., ... Duggan, M. D. M. (2011). Canadian sedentary behaviour guidelines for children and youth. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 36(1), 59-64.