

99 年度

國立臺北教育大學發展學校重點特色計畫案

成果報告書

申請系所/單位	體育學系		
申請計畫類別	本校與國立臺灣大學教師共同成立研究團隊， 並執行專題研究計畫		
計畫主持人	翁梓林	職稱	教授
計畫名稱	書包背法對步態動力學之影響		
專屬網站網址	pe.ntue.edu.tw		
計畫執行期限	自民國 99 年 3 月 1 日起 至民國 99 年 12 月 31 日止		
報告提出日期	民國 100 年 3 月 31 日止		

書包背法對步態動力學之影響

摘 要

目的：瞭解國小學童書包不同背法（雙肩後背、右肩負重、左肩負重、左肩右斜、右肩左斜）對步態行走之動力學影響。**方法：**以國小五年級十名男性學童為受試對象（年齡： 11.9 ± 0.52 歲，身高： 149.1 ± 3.14 公分，體重： 41.51 ± 4.93 公斤）。並以一台 AMTI 測力板 (1000Hz)擷取步態行走之動作並以平衡次序法進行實驗。測力板原始訊號透過 DasyLab 6.0 分析軟體，濾波 (filter)、模組 (電壓-力量) 校正得到原始垂直和前後地面反作用力，以體重倍率 (Body Weight, B.W) 標準化；再經由積分運算取得衝量參數。在統計方法上，以重覆量數單因子變異數分析 (one-way ANOVA) 考驗，其顯著水準定為 $\alpha = .05$ 。**結果：**書包不同背法之步態行走的垂直分力第一峰值達顯著差異 ($P < .05$)，右肩左斜背法之第一峰最大，但第二峰值、站立期衝量及最大負荷率未達顯著差異；前後分力之推動力峰值、制動期衝量達顯著差異 ($P < .05$)，右肩左斜背法推動力峰值最大，左肩右斜背法之制動期衝量最大；制動力峰值、推蹬期衝量均未達顯著差異。**結論：**進行右肩左斜背法時，人體為求步行時的穩定性，而增加支撐腳的負荷，可能使下肢傷害的機率增加；雙肩後背行走時支撐腳的負荷最小，因此建議學童進行書包背重時以雙肩後背背重，以減少下肢傷害的機率。

關鍵詞：不同背法、運動生物力學

壹、緒論

一、問題背景

步行是人類是日常生活中最基本的一種整體性活動，也是人在日常生活中重覆性最高的一種活動（李世明、石鳳莉，2007）。人從一歲左右開始學習走路起，隨著神經肌肉骨骼系統的成熟，步行成爲一個不假思索的動作，直到神經骨骼肌肉系統發生受損或病變，才會表現在步態上（呂東武，2001）。步行的目的不外乎是移動自己身體的位置，使身體能自由的前後移動，是推蹬身體失去平衡的過程。Kathleen and Christopher（2005）以七歲身童正常步行爲例，髖關節的淨力矩爲每公斤 0.8 牛頓-公尺，膝關節的淨力矩爲每公斤 0.4 牛頓-公尺，踝關節的淨力矩爲每公斤 1.0 牛頓-公尺，從這個研究中我們可以發現，人體下肢各關節在步行的過程中，必須承受來自地面的反作用力，傳遞給下肢各關節，而每個關節承受的力矩皆不相同。（楊明恩、相子元、邱宏達、黃泰源，1993）指出，不同的下肢動作形式，在垂直方向的受力情形可由體重的 1 倍到體重的 5 倍以上，如以步行來說，體重倍率僅較體重高些；倒退走、側行及前滑等動作約在體重倍率 2 倍左右；慢跑爲 2.5 倍體重，快跑則在 4 倍體重左右；而跳躍動作則超過 5 倍以上的體重倍率。從以上的研究不難發現，人體在無負重狀態下，地面反作用力即如此大，更別說處於升學主義掛帥的社會中，所成長的學童了，他們所背的書包重量及背重的方式，是不是會超成身體上的影響呢？

書包的背重方式及重量，不僅在國內相當重視連西方學者也引起相當熱烈的討論，近年來有關背重書包的方式有下列幾種：（1）雙肩後背（2）雙肩前背（3）右肩負重（4）右肩左斜等（5）雙背包 等背重方式。（鐘祥賜，2001；Motman, Tomlow, & Vissers；Paul, Marybeth, Mark, Melissa, & Greendale, 2006；）。這些背重方式會造成人體上怎麼樣的影響呢？Motman, et al（2006）以雙肩後背、雙肩前背、右肩左斜及雙背包等背重方式進行研究，指出右肩左斜的背重方式因爲身體承載的重量不對稱，長期以此方式背重會造成姿勢的偏差及脊椎側彎的傷害，並建議避免以此種方式背重；同時並指出雙肩前背方式，對身體而言是對稱性的背重方式，此時腹肌爲支撐身體的平衡，在此扮演極重要的角色，且軀幹位移的角度比其他背重方式爲小。賴明偉醫師（1997）認爲書包過重的問題，長久以來都被視爲青春期脊柱側彎的重要原因。同時賴明偉醫師也指出，習慣背單邊書包的學童，長時間左右肩負荷不對稱，可能形成高低肩甚至脊柱側彎。不僅側背式重容易導致肩膀變形，造成斜肩，就連雙背式也容易造成脊柱側彎。此外，不難發現，在街頭巷尾常看到小學生拖著「輪子書包」背重方式，這樣的「拉」書包方式莫非是以較省力的方法「背」著過重的書包上學。但這樣「拉」書包的方式，雖然省力，但仍可能對於脊椎及背部肌肉造成不良的影響。就連最省力的拖拉式書包都會對身體照成傷害，那其他的背書包方式呢？是否也會對身體照成不良的影響呢？鐘祥賜（2001）指出以右肩負重 12.5%時，足底壓力影響最大，

這表示足底壓力過高會造成足部的傷害及病變。

從過去的研究可以發現不同背重率與不同背重方式皆可能會因重量過重或背法不同而造成傷害。目前，有關背包方面之研究，大部分是針對成年人、不同背負重量為主，尚未有將背包的重量和背重方式結合之相關研究。因此，本研究擬以五種不同的背法（雙肩後背、右肩負重、左肩負重、左肩右斜、右肩左斜）以 15%的背重率，探討不同背法對國小學童步態之影響，並在學童書包背法上提供科學數據之依據。

二、研究目的

本研究擬透書包不同背法對步態動作之動力學進行分析，具體目的如下：

- (一) 探討以書包不同背法對步態動作之站立期垂直分力中，支撐腳的第一峰值（PK1）與第二峰值（PK2）、站立期衝量與最大負荷率。
- (二) 探討以書包不同背法對步態動作之站立期前後分力中，支撐腳的制動力最大峰值與制動期衝量、推動力最大峰值與推蹬期衝量。

三、名詞操作性定義

(一) 步態分析

「步態」一詞，是指人透過下肢以最自然的方式將身體由一個位置移到另一個位置。在整個行走的過程中，若能以電腦作為輔助，有系統的測量、描述及評估步態參數，就能進行人類行走之步態分析。而身體移動的過程中，從單腳腳跟著地起至同一腳跟下一次著地時，這個過程稱為步態週期（gait cycle，GC），而其間距稱為步長（stride length，SL）。每個步態週期可分為擺盪期（swing phase）和站立期（stance phase，SP）兩部分（阮五福，1996），如圖 1 所示。

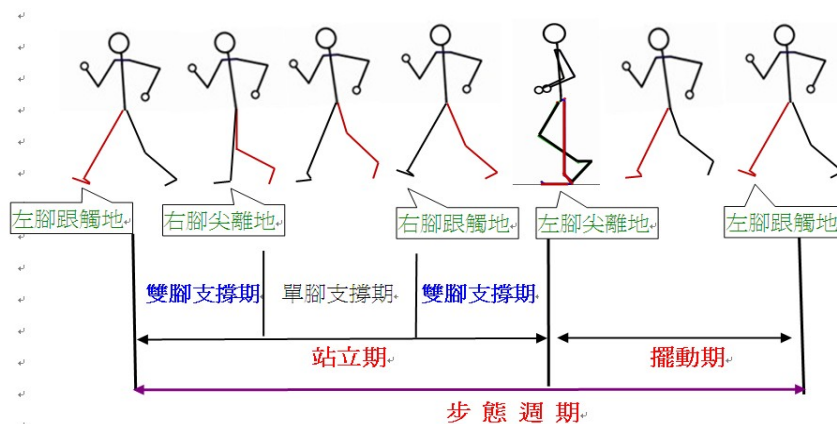


圖 1 步態行走週期示意圖

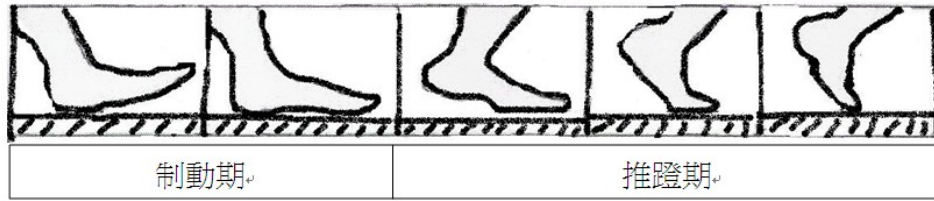


圖 2 站立期間足部與地面接觸的情形

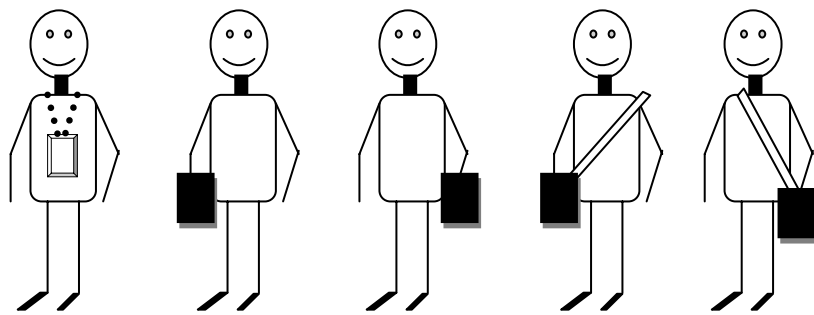
(二) 背重率

為使數值能夠量化分析，將所得到的資料作標準化(normalized)處理，以降低體型所造成之影響。本研究以採體重背率（15%），做為固定背重率，其換算公式如下：

$$\text{背重率} = \frac{\text{學童背負的重量}(kg)}{\text{學童的重量}(kg)} \times 100\%$$

(三) 不同背重方式

本研究所謂不同背重方式，分別為雙肩後背、右、左肩負重、左肩右斜、右肩右斜，書包重量皆為體重 15%，進行實驗。如圖 3



(A) (B) (C) (D) (E)
圖 3 背重方式，由左至右：雙肩後背 (A)、右肩負重 (B)、左肩負重 (C)、左肩右斜 (D)、右肩左斜 (E)

貳、文獻探討

本研究主要針對國小學童書包不同背法之步態進行探討，其相關資料可分為四部分加以探討：一、背重方式相關文獻；二、背重率相關文獻。

一、背重方式相關文獻

Dattac and Ramanathan (1971) 指出最常見的攜物方式有七種，分別為肩駝式、頭頂式、背包式、雪巴式、肩背式、扁擔式、及垂提式（如圖 4）。同時指出人們會因為種族、習慣、文化、重量及背負之物體的特性及差異，選擇不同的方式來背負重物，並提出國小學童常見背書包的方式，大致採用雙肩後背（背包式）、單肩（肩駝式）、及斜背（肩背式）、三種，背法的改變會對於發育中的學童會造成多大的影響，就生物力學觀點而言，過度的負荷將會造成身體姿勢的改變，此外背負的重量及身體姿勢的改變將使得身體重心也發生改變，因此，身體的感覺神經會將訊息傳送至中樞神經，由中樞神經發出訊號，經運動神經傳導至肌肉使肌肉產生收縮，而使身體形成一個新的姿勢以利平衡，但此姿勢未必對身體的肌肉骨骼及關節系統是有益的，反之，它可能是造成許多學童們脊椎側彎的重要因素。

D.D. Pascoe, D.E. Pascoe, Wang, Shim and Kim (1997) 以 17% 體重背率針對十二歲學生 (N=10) 進行不背書包、單肩帶 (one-strap) 書包、雙肩帶 (two-strap) 書包及單肩帶運動背包等四種不同背重方式之運動學研究；結果發現相較於不背書包，其它三種背重方式的跨步長皆顯著地減少，而步頻顯著地增加且達顯著差異；而背單肩帶運動背包和單肩帶書包會產生肩部高度不同之情形，並產生較大的軀幹動作和側向彎曲角度。由此可見，雙肩帶書包對身體影響程度較為小。

Malhotra and Sen (1965) 以背重 2.6 kg (約 10~12% 的背重率) 對六位印度學生進行雙肩式帆布背包、單肩斜跨式、書包掛吊於頭部 (lowback) 和手提式 (in the hand) 等四種不同攜重方式分析；跑步機設定速度為 2.5 mph (1.12 m/s)，步行時間為 15 分鐘；測量項目：氧的攝取量和心跳率。結果顯示背帆布背包的學生，其身體消耗能量最少，而手提式是四種背法中最不被鼓勵使用的。因此，雙肩背帆布背包能讓個體四肢自然地移動，它在一些國家中是最受歡迎的背法。

Pascoe 等人 (1997) 以背重率為 17% 對十位十二歲學生進行不背書包、單肩帶 (one-strap) 書包、雙肩帶 (two-strap) 書包和單肩帶運動背包等四種不同攜重方式之運動學研究；量測項目：頭、肩、脊椎、軀幹等角度與步長、步頻等參數。結果發現相較於不背書包，其它三種攜重方式的步長皆顯著地減少，而步頻顯著地增加 ($p<.05$)。而單肩帶書包和背單肩帶運動背包會產生肩部一高一低之情形，並有較大的軀幹動作和側向彎曲角度 ($p<.05$)。

Kinoshita (1985) 針對十位男性進行 0%、20% 及 40% 三種背重率與雙肩式和前

後式兩種背法交互作用，結果發現前後式背包（double-pack）是較為效率之背法。第二篇是 Lloyd and Cook（2000）針對十位自願者以 0kg 和 25.6kg 的背重與傳統式和新式的背包進行交互作用，量測項目：氧的攝取量；結果顯示新式背重系統負荷被分布於背部和前面軀幹間，這比負重於背部是較為舒適的。另外，Grimmer 等人（2002）則進行 3%、5%、10%等不同背重率和胸椎第七節、胸椎第十二節、腰椎第三節（T7、T12、L3）等不同背重位置之交互作用，結果顯示雙肩書包背的位置應位於腰部（waist）或髖部（hip）。

Martin（1986）以雙肩式帆布背包（rucksack）對廿二位約廿歲男性和女性受試者進行 0kg、9kg、17kg、29kg 及 36kg 等五種不同書包重量之運動學研究；量測項目：步長、步頻、單雙腳支撐時間、擺盪時間及軀幹角度等參數。結果發現隨著背重的增加，雙腳支撐時間和步頻增加，相對的步長和擺盪時間則會減少。故在背重行走中，對於疲勞影響步態型式應有所考量與評估。

Mackie, Stevenson, Reid, and Legg(2005)以程控的氣體驅動平台與精確的人體模型，進行不同背重方式對背帶拉伸強度與肩膀壓力的影響，並以走路及慢跑（每秒 1.3 與 1.5 步）、背重 10%與 15%身體重量，使用背包腰帶、背帶合身或鬆、背帶長度（背負位置離背部距離遠或近），結果發現背負重量、是否使用背包腰帶及背帶鬆時非常明顯影響背帶拉伸強度與肩膀的壓力。

鍾祥賜、陳文基、陳五洲（2003）以右肩負重、左肩右斜、雙肩後背等三種負重方式背負體重 12.5%的書包，以 105 步/分的步頻步行 20 公尺測試國小學童的足底壓力，結果發現單肩負重的足底壓力改變量最大，左肩右斜次之，雙肩負重最少。並同時發現採右肩負重時，左足足中區較不負重上升最多達 1.44 倍，這顯示以右肩負重時足部受力增加造成對稱足（左足）足中區爲了緩衝及支撐身體，而左肩右斜則產生 13.5 倍的變化，相對也較大。

二、背重率相關文獻

Goh, Thambyah, and Boss（1997）以 10 名平均年齡 19.9 歲的男性進行背負 0%、15%及 30%背重率之背包的步行研究。以動力學逆的方式計算髖關節受力、步態分析、軀幹傾斜角度、腹部受力的分析。結果顯示當身體承受較大重量時，則會採取一種補償性的軀幹彎曲姿態。然而當身體背重率增加時，走路速度和步長仍然維持不變。另外，當背重率爲 15%和 30%時，則會導致腰薦關節（lumbosacral joint）的力量分別增加 26.7%和 64%。因此，身體背重行走時，作用在腰薦關節之力量不均衡的增加，其潛藏危險不可輕忽漠視。

Wang 等人（2001）以雙肩式背法對三十位約廿歲大學生進行 0%和 15%的背重率與自選和 55.5 步/分鐘兩種步頻之交互作用分析；量測與評估項目：運動學和動力學參數。結果發現當身體背重率爲 15%時，則會導致走路速度減慢，其中單腳支撐時

間顯著地減少和雙腳支撐時間顯著地增加 ($p<.05$)。

宋宏偉 (2003) 對 10 名國小高年級學童進行背負 0%、7.5%、10%、12.5%、15% 及 20% 身體重量的書包於跑步機上行走，進行步態分析 (速度為 1.1m/s)，擷取 15 秒的數據分析，藉由步態分析跑台獲取學童於不同背重率步行之步態數據。根據步頻、下肢支撐時間和站立期衝量之參數分析發現，背重率從 15% 開始各參數有明顯改變之趨勢但未達顯著差異，因此認為 15% 之背重率應可做為合理背重率之臨界值。

宋宏偉 (2001) 以雙肩式背法進行 0%、7.5%、10%、12.5%、15%、20% 等不同背重率實驗，結果顯示，學童在六種不同背重率下對其壓力中心，時間和力量等步態參數之影響，並未達顯著水準。但根據步頻、下肢支撐時間和站立期衝量之參數分析發現背重率從 15% 開始有明顯改變之趨，因此判定 15% 為合理背重率之臨界負荷。

對一般人而言，除日常生活的負重外，需要額外的負重運動，來刺激身體造骨，達到防止骨質疏鬆的最佳途徑。根據 Astrand and Rodahl (1986) 亦認為，在走路中增加重量負荷，會造成骨骼厚度和骨幹密度的增加，對於長期躺臥在床上而引起鈣質流失的人，可因增加長骨方向的縱向壓力，而減少其鈣質之流失，骨骼有較大的韌性和力量發展，是由於它承受的壓力增加而產生，此法對於中老年人骨質疏鬆的情形，更有其預防、改善的價值。對於負重而言，常是運動訓練的工具，可使普通人在訓練的過程中激發更多肌肉的參與，促進身體健康；對運動員而言，也可使運動員產生更力的肌力，達到提升表現的目的。

根據教育部九十一年四月辦理的「臺閩地區六至十八歲學生身體發育基本測量」檢測結果顯示，我國國小男生各年齡層體重過重之百分比介於 21.3%~32.1% 之間，女生則介於 18.6~23.4% 之間，可能與營養的不均衡，長期坐著看電視或打電動遊戲，以及缺乏規律性的運動習慣有關。再者。由於學齡兒童體重過重，缺乏身體活動的機會，而可能導致肌肉無力或韌帶鬆弛，無法完全支撐全身的重量，造成學齡兒童在追、趕、跑、跳的過程中，容易造成下肢的運動傷害。因此，適度的負重訓練對學童身體是可以產生正面的幫助與影響。雖然負重訓練可達到鍛鍊肌肉及增加骨質密度等效果，但時間過長或過重的訓練，對人體而言可能就造成傷害。Goh, Thambyah, and Bose (1998) 研究人體負重步行之薦椎 (lumbosacral spine) 受力狀況，結果發現負重 15% 體重負重率，腰薦處有受力增加的現象，因而影響軀幹的角度變化，所以需要審慎視之。

參、研究方法與步驟

本研究的方法與步驟共分為五個部分加以說明：一、研究對象；二、實驗方法與步驟；三、資料收集與處理；四、統計方法。

一、研究對象

本研究以 10 名國小五年級男學童為研究對象 (年齡： 11.9 ± 0.52 歲，身高： 149.1 ± 3.14 公分，體重： 41.51 ± 4.93 公斤)，受試者均身體健康且近兩年內下肢無病史。

二、實驗方法與步驟

本研究之實驗場地與儀器架設說明如下如圖 5 示：

測力板 (AMTI) 訊號，擷取頻率設定為 1000Hz (與高速攝影機頻率比為 1:10)，透過放大器傳至 16 頻道多功能接收盒，再傳入 A/D 類比-數位訊號轉換器，接著傳入筆記型電腦上進行動力學參數分析。

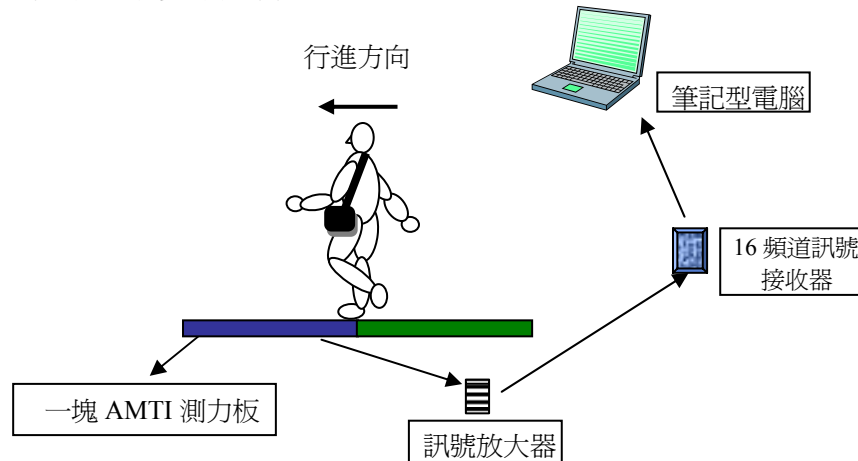


圖 5 實驗場地布置

三、資料收集與處理

本實驗以有線傳輸的方式，將測力板訊號經由各自的微型放大器放大，連線至 16 頻道輸入器、A/D (類比-數位) 訊號轉換器，再連接至筆記型電腦，共同使用 DASyLab 6.0 分析軟體，以收集動力學所需的資料。動力學參數資料處理與分析的過程將依下列說明：

以 AMTI 測力板 (1000Hz) 擷取頻率，將原始訊號經訊號放大器與 A/D 轉換卡傳至電腦，利用 DASy Lab 6.0 分析軟體，將收集之訊號以 10Hz 低通濾波 (low pass) 過濾修勻，得到受試者書包不同背法之垂直地面反作用力 (F_x 、 F_y)，經電壓-力量模組校正 (scaling) 得到原始力量並以體重倍率 (body weight, B.W) 作為標準化 ($B.W = \text{【作用力測量值(N)} \div \text{受試者體重(N)}\text{】}$) 處理後，獲得站立期支撐腳之地面反作用力、衝量、最大負荷率等動力學參數資料。

四、統計方法

將書包不同背法所得之動力學資料經分析處理後，使用 SPSS for Windows 12.0 中文版軟體進行重複量單因子數變異數分析 (one-way ANOVA)，本實驗之顯著水準定為 $\alpha = .05$ 。

肆、結果

本章將針對書包不同背法步態行走 (雙肩後背、右肩負重、左肩負重、左肩右斜、右肩左斜) 之動力學參數分析結果如下：

(一) 垂直分力峰值

比較書包不同背法之站立期垂直方向地面反作用力結果，如表 1 所示。在第一峰值方面，在書包不同背法之站立期垂直方向地面反作用力達顯著差異 ($F=0.66$, $p<.05$)，經事後比較發現右肩左斜背法之第一峰值 (1.23 ± 0.08 B.W) 顯著大於雙肩後背背法 (1.19 ± 0.09 B.W)。站立期垂直方向地面反作用力第一峰值出現在左肩右斜背法 (1.23 ± 0.08 B.W)，最小峰值則出現在雙肩後背 (1.19 ± 0.09 B.W)。另外，不同背法在站立前垂直方向地面反作用力第二峰值中均未達顯著差異 ($F=0.285$, $p>.05$)。最大的第二峰值是出現在雙肩後背時 (1.23 ± 0.08 B.W)，最小的第二峰值則出現在左肩負重 (1.2 ± 0.05 B.W) (表 4-3)。

在站立期衝量方面，在不同背法上均未達顯著差異 ($F=0.718$, $p>.05$)。站立期垂直方向地面反作用力衝量出現於雙肩後背時 (0.74 ± 0.03 B.W)，最小站立期衝量出現於右肩左斜時 (0.73 ± 0.03 B.W)。在最大負荷率方面，不同背法之間均未達顯著差異，而站立期垂直方向地面反作用力最大負荷率出現在右肩左斜背重時 (4.81 ± 1.79 B.W/s)，最小負荷率則出現在左肩負重背重法時 (4.3 ± 0.76 B.W/s)。

表 1 書包不同背法步態行走之垂直分力參數統計摘要表 (N=10)

背法 參數	雙肩後背	右肩負重	左肩負重	左肩右斜	右肩左斜	F 值
第一峰值 (B.W)	1.19±0.09	1.21±0.09	1.22±0.1	1.23±0.12	1.23±0.08	*0.66
第二峰值 (B.W)	1.23±0.08	1.21±0.09	1.2±0.05	1.23±0.07	1.2±0.08	0.285
站立期衝量 (B.W-s)	0.74±0.03	0.73±0.04	0.74±0.04	0.74±0.05	0.73±0.03	0.221
最大負荷率 (B.W/s)	4.6±0.93	4.67±1.02	4.3±0.76	4.6±1.04	4.81±1.79	0.718

* $p<.05$

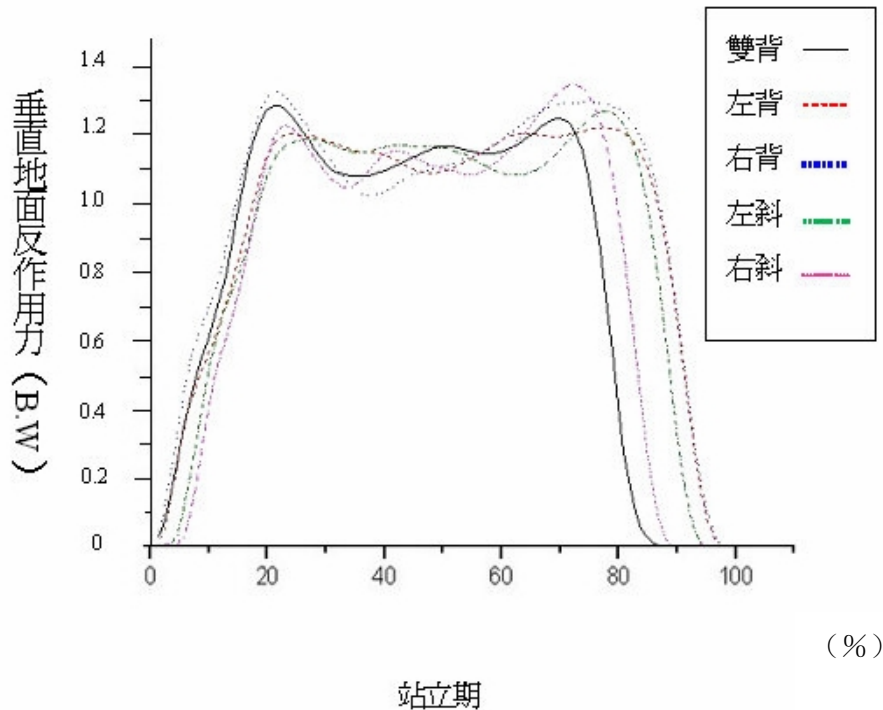


圖 6 書包不同背法之垂直分力變化圖 (單一受試者)

(二) 站立期前後分力

比較書包不同背法步態行走站立期前後分力結果，在制動力峰值方面，在不同背法均未達顯著差異 ($F=2.49, p>.05$)，站立期前後分力最大的制動力峰值出現在左肩右斜背重時 ($-0.117\pm0.021B.W$)，最小的制動力峰值則出現在左肩負重背重時 ($-0.14\pm0.029 B.W$)。(表 2)

在推動力峰值方面，不同背重方法於站立期之前後分力法達顯著 ($F=2.52, p<.05$)，進行事後比較發現雙肩後背的推動力峰值大於左肩負重峰值；而右肩左斜之推動力峰值亦大於左肩負重 (雙肩後背 > 右肩左斜 > 左肩負重, $0.237\pm0.031 B.W > 0.229\pm0.022 B.W > 0.217\pm0.021 B.W$)。站立期前後分力之最大推動力峰值出現在雙肩後背背法時 ($0.23\pm0.031 B.W$)，最小的制動力峰值則是出現在左肩負重背法時 ($0.217\pm0.021 B.W$)。(表 4-4)

在制動期衡量方面，不同背重方法於站立期之前後分力未達顯著差異 ($F=3.4, p>.05$)，進行事後比較發現右肩負重、左肩右斜及右肩左斜背法之制動期衡量顯著大於雙肩後背 (左肩右斜 > 右肩負重 > 右肩左斜 > 雙肩後背, $0.026\pm0.004 B.W-s > 0.023\pm0.008 B.W-s > 0.022\pm0.005 B.W-s > 0.016\pm0.007 B.W-s$)；站立期前後分力最大

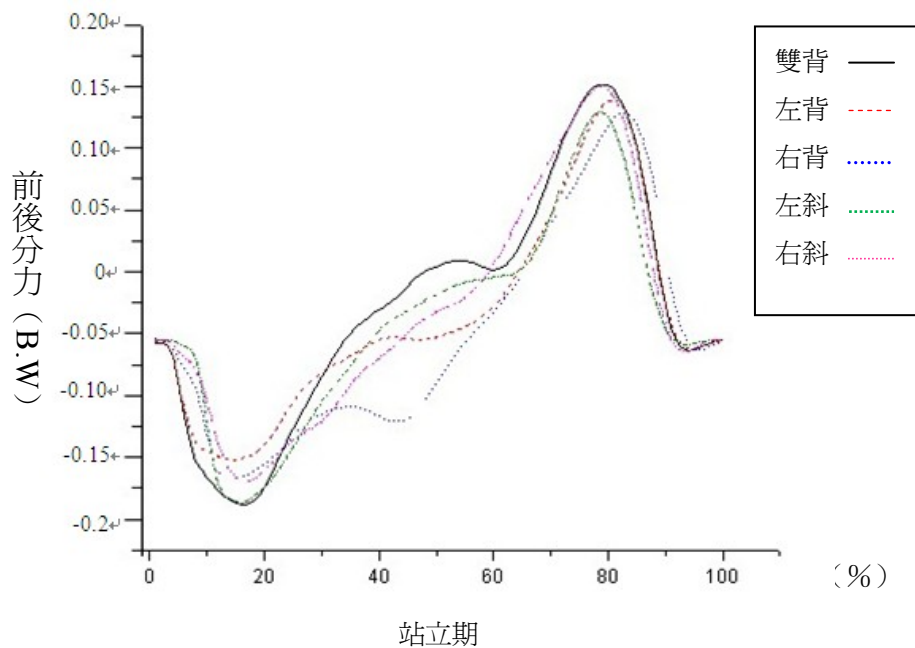
制動期衝量出現在左肩右斜背法 (0.026 ± 0.004 B.W-s)，最小制動期衝量則出現在雙肩後背背法 (0.016 ± 0.007 B.W-s)。(表 4-4)

在推蹬期衝量方面，不同背重方法於站立期之前後分力未達顯著差異 ($F=0.96$ ， $p>.05$)，推蹬期最大衝量出現在雙肩後背背法上 (-0.022 ± 0.004)，而在左肩負重 (-0.024 ± 0.004 B.W-s) 的背法中出現最少衝量。

表 2 書包不同背法步態行走之前後分力參數統計摘要表 (N=10)

背法 參數	雙肩後背	右肩負重	左肩負重	左肩右斜	右肩左斜	F 值
制動力峰值 (B.W)	-0.128 ± 0.016	-0.127 ± 0.022	-0.14 ± 0.029	-0.117 ± 0.021	-0.14 ± 0.023	2.49
推動力峰值 (B.W)	0.217 ± 0.021	0.236 ± 0.035	0.237 ± 0.031	0.22 ± 0.014	0.229 ± 0.022	*2.52
制動期衝量 (B.W-s)	0.016 ± 0.007	0.023 ± 0.008	0.022 ± 0.003	0.026 ± 0.004	0.022 ± 0.005	*3.4
推蹬期衝量 (B.W/s)	-0.024 ± 0.004	-0.023 ± 0.002	-0.022 ± 0.004	-0.024 ± 0.003	-0.024 ± 0.003	.96

* $p<.05$



伍、討論

本章將探討國小學童在書包不同背法步態行走時，對人體動力學參數變化情形。

一、書背不同背法對站立期垂直分力的影響

人體在進行步行時，必須同時承受地面反作用力，步行動作主要是先藉由制動腳（braking leg）推蹬地面，對地面施於一力量，再利用地面的反作用力來克服人體重力和慣性力，使身體方向得到轉移，最後能夠有效的推蹬前進。當地面反作用力越大，對下肢產生影響越大，且易造成運動傷害。在垂直地面反作用力參數統計表中（表 4-3），左肩右斜背法之第一峰值（ 1.23 ± 0.12 B.W）顯著大於其他背法。且在雙肩背重及右肩左斜背法上達顯著差異（ $p<.05$ ）。本研究的第一峰值，是代表制動腳跟著地後，身體向前移動，下肢施力於地面而推動身體，所造成接觸地面瞬間之大垂直作用力。此結果與鐘祥賜（2002）針對雙肩負重、右肩負重及左肩右斜進行足底壓力研究結果相似，皆有顯著差異。

第二峰值（B.W）代表推蹬時的最大垂直作用力。本研究得知，在不同背法中最小的第二峰值出現雙肩後背背法（ 1.23 ± 0.08 B.W）；最小第二峰值則出現在左肩負重背法（ 1.2 ± 0.05 B.W）。由表 4-3 可以發現，五種背法的第一峰值與第二峰值的數值相似，推論其原因，應是步行於平面時，制動腳於接觸地面後並向前方推蹬前進，除了身體的重量轉移至撐腳外，身體的負荷並為因為增加，所以第二峰值（B.W）在五種不同背法上並無顯著差異。

站立期衝量（B.W-s）代表著地時間內全部力量之積分值總合。本研究地面反作用力經體重標準化（B.W）之後發現，在五種不同背法上並無顯著差異，推論其原因，應為背重率固定為 15%，五種背法的負荷率均相同，因此未顯示其差異性。

負荷率為人體在著地瞬間至第一峰值（撞擊力峰值）產生時單位時間內力量的變化率（ $\Delta F/\Delta t$ ），當負荷率愈大時，表示其對人體所造成的衝擊力愈大。本研究結果（表 4-3），發現五種背法步態行走最大負荷率未達顯著差異，探究其原因，應為背重負荷固定，因此無差異存在。

二、書包不同背法步態行走站立期前後分力

制動力峰值為足部與地面接觸後，地面給足部的摩擦阻力。本研究發現雙肩後背時的制動力峰值最小（ -0.128 ± 0.016 B.W），左肩右斜時的制動力峰值最大（ -0.117 ± 0.021 B.W），推論為左肩右斜背重時，為保持身體重心的穩定，因此在接觸地面時產生較大的摩擦力以穩定身體，故制動力峰值較大，而雙肩後背時，身體重心前傾，力量集中在身體前方，因此足部接觸地面時所產生的制動力峰值最小。

推動力峰值是指足部蹬地推動身體向前的作用力。本研究中，雙肩後背背法的推動力峰值最小（ 0.217 ± 0.021 B.W），且與左肩負重（ 0.237 ± 0.031 B.W）及右肩左斜背

法 (0.229 ± 0.022 B.W) 達顯著差異，推論為雙肩後背時身體重心向前，足部承受壓力減低，因此向前之推動力變小。

制動期衝量指制動期時間內全部力量對時間的積分值，其單位為牛頓-秒 (N.sec)。本實驗之制動期衝量經體重標準化 (B.W-s) 之後 (表 4-4)，發現左肩右斜背法的衝量最大 (0.026 ± 0.004 B.W)，且與其他背法達顯著差異，推論在進行右肩左斜背法時足部受力增加造成足底為了緩衝及支撐並保持身體平衡，造成在此過程中足底承受的衝量增加。

推蹬期衝量則指推蹬期時間內力量的總和，其單位為牛頓-秒 (N.sec)。本實驗之制動期衝量經體重標準化 (B.W-s) 之後，發現五種不同背法之推蹬期衝量 (B.W-s) 數直很相近，但左肩負重之推蹬期衝量顯著大於其他背法 (-0.022 ± 0.004 B.W) (表 4-4)，探究其原因，應是由於左肩負重之推動力峰值皆大於其他背法，因此其推蹬期衝量自然大於其他背法。

陸、結論

本研究以十名國小五年級學童為研究對象，探討五種不同書法背法 (雙肩後背、右肩負重、左肩負重、左肩右斜、右肩左斜) 對於步態行走之運動生物力學特徵，經由本研究分析及討論後獲得以下結果：正常步態和五種背法之垂直地面反作用力第一個峰值平均數差異達顯著水準 ($p<.05$) 且左肩右斜背法與雙肩後背背法達顯著水準 ($p<.05$)，而第二峰值、站立期衝量及最大負荷率均未達顯著水準 ($p>.05$)。根據以上結果發現，得知國小學童在進行不同的書包背法時，由於身體承受負荷而影響步行，垂直地面反作用力的第一峰值及負荷率以右肩左斜背法最大，因此建議學童避免使用此背法背重書包；因此本研究建議國小學童以雙肩後背背法背重書包，以減少對下肢的衝擊。