

網球遊戲課程參與對不同學習程度國小學童動作學習 與運動表現之影響

國立體育大學球類運動技術學系 李敏華

正修科技大學休閒與運動管理系 龔飛熊

國立中山大學運動與健康教育中心 林宗正

正修科技大學休閒與運動管理系 李健美

正修科技大學休閒與運動管理系 吳志銘

正修科技大學休閒與運動管理系 翁啟紘

摘 要

緒論：探究網球遊戲課程參與對國小學童整體平衡能力動作協調發展之影響。

方法：以 16 名國小學童為研究對象 (年齡 9.31 ± 0.95 歲；身高： 135.81 ± 8.16 公分；體重： 29.44 ± 6.6 公斤；參與時間： 12.75 ± 9.21 月)，依據不同學習程度分為初學組及網球組，進行八週，每週三次、每次一小時。內容包括敏捷、平衡、擊球等網球遊戲課程。數據統計以成對樣本 t 檢定與二因子變異數分析探討兩組平衡能力、敏捷能力、擊球進球率之差異。**結果：**九球折返跑測驗兩組未有差異存在，擊球進球率兩組均達顯著進步 ($F=174.36, p<.05$)。平衡測驗結果顯示左腳表現較右腳差 ($t=2.19$ vs. $2.59, p<.05$)，但雙腳後測結果均優於前測，且右腳平衡能力後測有顯著進步。**結論：**規律網球遊戲課程參與，可促進身體平衡能力，長期參與網球遊戲課程對運動技能學習發展有顯著助益。

關鍵詞：平衡與協調、網球遊戲、國小學童

壹、緒論

學齡期兒童規律參與運動有許多益處，參與運動對幼兒童早期教育的認知、社會、動作及語言等發展層面的成長與成熟也扮演著一個重要的中介管道 (吳昇光等，2009)。然而，在一份國際身體活動比較研究中得知，臺灣學齡期孩童因整體社會風氣追求卓越的學業成績，導致缺乏身體相關活動，整體基礎運動能力於世界各國中處於較為落後的階段 (Wu & Chang, 2019)。而缺少身體活動會顯著影響學童其動作發展能力，造成兒童體態過胖及體能變差的情形，結果可能引起自信心不足、人際關係不佳等負面影響，更甚者導致影響學童其動作發展能力 (吳昇光等，2009；Lopes et al., 2012; Wu & Chang, 2019)。

經由參與體育活動，隨著當下身體活動的經驗回饋，持續提供學習者動作的穩定性提升，有助於提升動作發展能力，並獲得較佳競技體適能如：力量、反應時間、動作速度、平衡能力、敏捷能力和協調性等競技要素的綜合能力，享受各種體育遊戲的樂趣，並有助於認知了解其身體能力與增進健康之狀況，培養多種運動所必備的專項能力 (Xiao et al., 2021)。而研究指出參與運動有助於動作學習 (廖又蓁等，2021；Singh et al., 2016)，並指出有氧運動可促進腦部活化，活化的腦區與動作學習所需的腦區雷同，對動作學習有所助益 (Skriver et al., 2014)，在動作學習過程中，學習者動作表現為透過多次操作，而獲得動作協調與控制的改變，透過各種身體體適能力，如平衡能力、敏捷能力及全身協調能力，學習者得以整合動作模式並有效的達成目標。

每個年齡層有其主要的生理發展特徵，動作發展是一切行為的基礎，兒童動作發展基礎期約為 4 至 7 歲，透過學習及生理成長，8 至 12 歲則邁入動作發展成熟時期，透過國小階段體育遊戲相關課程，不同動作重組練習，到動作技能精熟動作學習階段，來決定日後成年的動作技能水準 (Corbin, 1976; Hynes-Dusel, 2002)，甚者，可透過組合基本動作技能，逐步發展成為動作技能主題，更可轉化為專項運動能力 (劉仙湧，2018)。相關研究指出 8 歲兒童動作大致上是協調且可控制 (謝秋雲，2002)，此階段可透過各種身體活動來學習各類型動作技能，故國小學童正是各項運動能力發展成熟的關鍵期，且學齡期孩童時運動行為建立，

有助於日後運動習慣持續有極大關聯 (Kelder et al., 1994)，如掌握此關鍵期強化學童各項體適能力，有助於構築優異的體適能架構發展，拓展感官知覺統合能力，在耐力、力量、平衡、敏捷性及全身協調的發展表現能力 (Drenowatz et al., 2019; Vallence et al., 2019)。而網球運動常有起動、移位、快速變換方向等肢體動作。對打或練習的過程眼睛注視球，肢體適時做出相對應動作，身體移動配合節奏擊球後動作復原，更需搭配耐力、力量、平衡、敏捷性及全身協調等能力 (陳志榮等，2019)。

基於上述論點，透過網球遊戲課程實施，探討國小學童在平衡能力、敏捷性能力對動作學習能力是否有所增進，盼藉此瞭解國小學童參與體育相關活動對強化動作發展表現能力影響，以利國小教師推展健康體適能活動並提升國小學童運動技巧與全身肢體協調能力。

貳、方法

一、研究對象

本研究受試者為國小二至四年級的自願參與學童，其資格篩選為：(一) 參與網球運動但未參與過競賽；(二) 參與網球運動且參加過競賽；(三) 半年內無上肢、軀幹與下肢等運動傷害，實驗初紀錄受試者身高、體重、年齡、參與網球運動時間，並簽署受試者同意書與家長同意書，以確定參與者運動病史以及健康情形。

為了解不同學習程度之學童參與網球課程後之運動表現，依照受試者參與網球運動參與時間分為 2 組，參與時間 10 個月以上且有網球運動競賽之經驗為網球組，10 個月以下且無網球運動競賽之經驗則為初學組。受試者均確實了解本實驗之目的及施測方法及本身身體狀況。本研究透過多篇文獻彙整後，評估其孩童動作評量工具之動作發展之檢測方向均注重敏捷性能力、平衡性能力及協調能力的表現情形。實驗設計欲透過平衡性遊戲、敏捷性遊戲及底線擊球測試之方式來協助受試者強化動作發展能力及身體協調能力。總受試者人數共 16 名，分成兩組，統計考驗水準設訂為 95% ($\alpha = 0.5$)，統計考驗力計算為 0.707。已達中等

考驗力以上。進一步精算兩組測驗結果數據進步百分比效果量如後（敏捷能力：0.02、右腳平衡能力：2.90、左腳平衡能力：2.48 及運動表現：0.60），基本資料如表 1。

表 1

研究對象基本資料

組別	人數 (n)	年齡 (year)	參與時間 (m)	身高 (cm)	體重 (kg)
網球組	7	10.14 ± 0.69	21.14 ± 8.80	140.00 ± 9.29	33.14 ± 5.84
初學組	9	8.67 ± 0.50	6.22 ± 0.68	129.89 ± 7.08	26.71 ± 4.68

註：參與時間 10 個月以上且有競賽經驗為網球組，10 個月以下且無競賽經驗為初學組。

二、研究工具

如前言所述，為強化國小學童動作發展能力及協調能力，有利遊戲課程可讓參與學童提高認知效果並獲得更佳學習成效，本研究依照其網球運動一系列打擊動作，經簡化後設計瞄準、移動、打擊及再準備四個階段目標，依據底線擊球測試表現做為動作學習及運動表現的指標。觀察網球運動打擊過程中，首要須注視來球且下肢迅速移動，短時間內需依序需做出上肢相對應擊球動作後迅速收拍，且下肢重心轉移維持全身穩定以準備下次擊球。故網球遊戲課程著重其上肢動作操作、動作精準度及動作整合，一系列打擊動作經設計為瞄準、移動、打擊及再準備四階段目標，所設計之徒手接球、持拍接球、持拍原地拍球等操作方式來對應瞄準階段；而強化上肢及兩側協調能力，課程設計徒手擊球、持拍多彈跳擊球等方式操作對應打擊階段，針對靜態與動態平衡能力、敏捷能力，課程設計雙人橫向移動傳接球做為操作方式對應移動階段，待受試者熟練後，連續反覆操作前三階段來做為再準備階段。待遊戲課程結束後，平衡能力實施平衡儀分析系統後測，利用 Biodex 平衡儀分析系統，分別以左、右單腳站立 10 秒測驗受試者之平衡能力，測量學童在平臺上維持站姿之穩定度，測驗所得數據越小其代表平衡能力越佳。敏捷能力則實施九球折返跑測驗，觀察其完成秒數與其敏捷能力的增強變化，動作學習則實施底線擊球後測，了解其動作學習增強變化。

三、實驗設計

本研究之研究對象學童皆正常接受每週 3 次，每次 1 小時的網球遊戲課程，共計 8 週。兩組學童於 8 週遊戲課程前、後進行平衡性能力、敏捷性能力及底線擊球測驗，測驗前要求實驗對象不得進行激烈運動，且於實驗期間除本研究遊戲課程外不可進行額外網球運動。本研究每次 1 小時的網球遊戲課程在完成熱身活動後，安排內容為 40 分鐘的擊球遊戲課程及 20 分鐘的敏捷及平衡遊戲課程，如表 2。

表 2

8 週網球遊戲課程

週次	課程目標	階段目標	網球課程	平衡、敏捷課程
1	球感練習	瞄準	徒手接球	繩梯直向小碎步前進
2	球感練習及正手擊球動作講解		持拍接球	繩梯橫向小碎步前進
3	球感練習及反手擊球動作講解		持拍原地拍球	繩梯橫向前後小碎步
4	正手擊球	打擊	徒手擊球	繩梯高抬腿橫向移動
5	反手擊球		持拍多彈跳擊球	繩梯開合跳前進(落地為單腳)
6	單方向短距離擊球	移動	雙人橫向移動傳接球 單向短距離走動打擊	標示盤 8 字型微併步
7	多方向短距離擊球		短距離走動多球打擊	標示盤橫向小碎步 3 步後單腳支撐
8	綜合演練		長距離跑動多球打擊	標示盤橫向小碎步 3 步後單腳支撐

(一) 網球遊戲課程

因應建構主義的教學方法，體育教學活動透過實際參與學習、探索，獲得相關知識及技能的有效途徑 (Sun et al., 2012; Zhang et al., 2014)，Deng 等 (2021)

指出透過實際參與體育活動來激發學習動機，可讓學生獲得更好的學習效果。相關研究指出高度認知參與的學生，於體育活動課程中更加活躍，且參與體育活動課程可提高動作學習及動作表現，且有助於日後運動習慣的養成 (Wang & Chen, 2020; Wang et al., 2019)。為提升國小學童學習樂趣及強化學習動機，本研究網球遊戲課程透過講述法讓兩組學童對學習動作模式有初步理解、示範法引導學童觀察打擊動作及打擊後球的飛行軌跡。並透過徒手接球、持拍接球、持拍原地拍球、徒手擊球、持拍多彈跳擊球、雙人橫向移動傳接球等遊戲化操作方式，依照熟練程度設定距離遠近，再結合網球技術練習，讓兩組學童透過遊戲課程操作來學習動作技巧，以正手拍、反手拍等動作姿勢模擬揮拍方式打擊，且擊球教學上搭配目標物設定來訓練學童球拍控制及擊球穩定性，待熟練後以團隊合作方式來增加學童間的凝聚力，並藉由比賽競爭性增加學習樂趣、提高專注能力以獲得更好的學習回饋。目的使參與學童享受樂趣化課程且得到可掌握技術的成就感，強化學習動作並提升學習興趣。

(二) 敏捷、平衡遊戲課程

眾多球類運動均需要採取快速反應來提高動作效益，達到最佳運動表現，除專項技能外，速度、敏捷和反應 (speed, agility and quickness, SAQ) 的統合訓練，常用於強化反應速度、改變方向能力及協調平衡上 (Lentz & Hardyk, 2005)，江勁彥與莊惠雯 (2012) 指出，如可快速到達擊球位置，須提高反應時間與移位速度動作效率，如此有更充裕的時間做出應對，而擊球前能否抓緊時機如期到位揮擊與下肢移位能力有關；因敏捷性能力包含快速移動、反應、改變方向的能力，速度快慢及反應時間皆是影響原因，且身體須保持動態的平衡協調下完成，故遊戲課程操作旨在強化敏捷能力和平衡能力。透過繩梯、色盤等輔助器材培養其運動能力，課程中包括進階繩梯運動和平衡練習，讓學童快速做出反應且掌握動作技巧，並在平衡的狀態下保持動作穩定，期望也能夠對未來參與運動課程和日常生活產生積極的影響。

四、實驗檢測方式

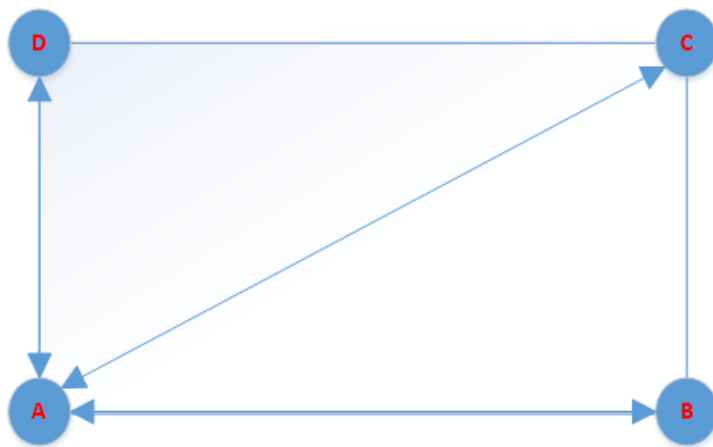
(一) 敏捷性能力

綜觀網球比賽，敏捷能力的優劣會影響學童在網球場上的移動速度及穩定度。

其快速移動、急停及轉向的下肢動作模式與折返跑中不同方向的衝刺快跑、急停、改變方向等內容性質極為相似，其動作模式與折返跑訓練中衝刺快跑、急停及改變方向極為類似，而折返跑測驗是敏捷性能力及下肢專項體能檢測項目之一，此項能力的優劣在網球運動中是被認同的專項素質，也是國際網球協會 (International Tennis Federation, ITF) 所建議之檢測方式。多項研究也指出折返跑訓練為網球專項體能中不可或缺的一環 (江勁彥等, 2014; 張碧峰、劉佳哲, 2014; 陳志榮等, 2019; Girard et al., 2006)，故本研究將量測折返跑耗費時間來代表敏捷性能力評估依據。測驗開始前，研究對象充分完成熱身後，進行九球折返跑 (如圖 1 所示)，在四角矩形場地中以 A 點為中心點，其餘 B、C、D 點各放置 3 顆球。研究對象以 A 點為起始點，分別朝向其餘 B、C、D 點拾球後返回起點，每 1 趟拾回 1 顆球放置起始點，共計 9 趟，並以碼表紀錄完成秒數，秒數越少表示移動速度、快速啟動及變換方向的敏捷性能力越好。

圖 1

敏捷能力測試-九球折返跑示意圖



(二) 平衡性能力

如欲在身體動作發展上有較好的表現，需要協調能力、速度、爆發力、平衡能力、敏捷能力以及反應時間，則平衡能力為重要指標且為兒童重要的基本能力(邱文信，2002；高賡祖、林威秀，2020)。規律運動可提升個體本體覺與前庭覺的敏感度，改善訊息的傳遞與中樞神經調解功能，提升身體姿勢的平衡控制功能(邱鈺淇、黎俊彥，2008)。平衡能力發展可藉由由遊戲及體育活動改善，在幼童時期盡早接觸，有助於提升其動作發展及運動能力的學習效益，並可預防失衡的意外發生(范姜逸敏，2001)。

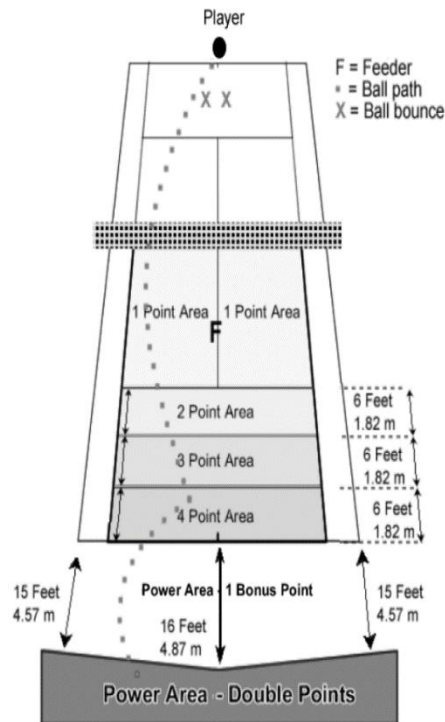
本研究利用 Biodex 平衡儀分析系統，量測國小學童下肢平衡性能力，該系統經由 Cachupe 等(2001) 確認其信度與效度。利用平衡儀分析系統分別以左、右單腳站立 10 秒測驗受試者之平衡能力，測量學童在平臺上維持站姿之穩定度。參與學童充分了解測量方法後始進行正式測量，每次測量時間 10 秒，休息 10 秒，測量期間內須保持平衡狀態。測量期間以平衡儀評估系統記錄平臺平衡中心的晃動軌跡，將前後及左右晃動軌跡距離平均後得一總穩定指數，分數越高即代表受測者在平臺上晃動搖擺的幅度越大，代表穩定度越差。

(三) 底線擊球測試

ITN (International Tennis Number, ITN) 是由 ITF 所建立的，是全球最具指標性可信賴的網球等級評量的工具，且已有許多研究採用 (Fernandez-Fernandez et al., 2009; Olcucu & Vatansever, 2015; Söğüt et al., 2012)。本研究採用 ITN 底線擊球深度測驗作為正手拍及反手拍擊球表現之檢測工具，檢測工具內含準確性落地得分、準確性力量得分、穩定性得分和底線擊球總得分等項目。測驗開始前，研究對象必須充分熱身，並有正拍 3 次、反拍 3 次，共 6 次擊球練習機會。研究對象進行共 10 次的擊球測驗(如圖 2 所示)，測驗時餵球者將球送至交替的兩側，為一正拍一反拍的順序進行，每次的擊球皆依照實驗設計進入目標區域共 10 次的擊球測試。每次擊球後立即紀錄，進有效區域，選手皆可獲得對應得分，若失誤則獲得 0 分。分數獲得類型共分為準確性落地得分、準確性力量得分、穩定性得分，底線擊球總得分數滿分為 90 分。

圖 2

底線擊球測試示意圖



註：修改自 International Tennis Federation. (2004).

五、統計分析

本研究以 SPSS 20.0 版統計分析軟體進行統計分析，並進行研究對象同質性分析身高、體重、年齡及參與時間。並以成對樣本 t 檢定比較兩組學童在參與遊戲課程前後各項指標變化率之差異情形，再以二因子變異數分析比較參與遊戲課程前後，兩組學童的敏捷能力、平衡能力及底線擊球表現各項指標之差異情形。交互作用若達顯著水準時，則進行單純主要效果分析，以 LSD 法進行事後比較之統計處理。本研究資料皆以平均數 $\pm$ 標準差呈現，顯著水準定為 $\alpha = .05$ 。

參、結果

本次受試者學員完成前後測及 8 週網球遊戲課程共計 16 位 (9 男 7 女)，分為初學組 (6 男 3 女) 及網球組 (3 男 4 女)。本研究運動表現檢測結果，如表 3。

表 3

兩組學童網球遊戲課程前後運動表現檢測結果

運動能力	項目	組別	前測	後測	進步率 (%)	Effect Size (Cohen's <i>d</i>)
敏捷能力	折返跑(秒)	初學組	74.86 ± 4.87	71.56 ± 4.22	4.24 ± 5.44	0.02
		網球組	70.47 ± 7.24	67.48 ± 7.10	4.14 ± 4.76	
平衡能力	右腳平衡穩定(分數)	初學組	1.26 ± 0.32	1.12 ± 0.23	5.62 ± 9.88	2.90
		網球組	1.93 ± 0.91	1.03 ± 0.30*	34.57 ± 15.54	
	左腳平衡穩定(分數)	初學組	1.33 ± 0.46	1.21 ± 0.61	6.87 ± 11.57	2.48
		網球組	1.79 ± 0.60	1.13 ± 0.42*	31.64 ± 11.34	
運動表現	底線擊球(分數)	初學組	8.22 ± 1.30	14.56 ± 1.67*	90.98 ± 40.57	0.60
		網球組	8.00 ± 0.58	14.43 ± 1.51*	69.93 ± 27.16	

註：*為後測達到顯著差異 ($p < .05$)。

一、敏捷能力表現分析

在敏捷能力表現，折返跑表現無交互作用 ($F = 0.01$, $p > .05$)，進行主要效果分析，組別因子及時間因子均無顯著差異，Cohen's $d = 0.02$ ，如表 4。

表 4
所需能力測驗結果

能力需求	來源	第 III 類平方和	df	平均值 平方	F	顯著性	備註
敏捷能力 (折返跑)	組別	141.17	1	141.17	4.16	.051	無顯著差異 組別因子與 時間因子無 顯著差異
	前後測	78.00	1	78.00	2.30	.141	
	組別 * 前後測	0.20	1	0.20	0.01	.940	
右腳平衡 能力(平衡 儀)	組別	0.69	1	0.69	2.88	.101	前後測具有 顯著差異 後測網球組 呈現顯著差 異，初學組 無呈現顯著 差異
	前後測	2.04	1	2.04	8.48	.007	
	組別 * 前後測	1.11	1	1.11	4.62	.040	
左腳平衡 能力(平衡 儀)	組別	0.27	1	0.27	0.95	.339	前後測無顯 著差異 組別因子與 時間因子無 顯著差異
	前後測	1.20	1	1.20	4.21	.050	
	組別 * 前後測	0.56	1	0.56	1.98	.170	
運動表現 (底線擊球)	組別	0.24	1	0.24	0.13	.721	前後測有顯 著差異 組別因子與 時間因子無 顯著差異
	前後測	320.64	1	320.64	174.36	.000	
	組別 * 前後測	0.02	1	0.02	0.01	.922	

註：顯著考驗設定為 $\alpha = .05$

二、平衡能力表現分析

在平衡能力表現，本研究針對左右腳實施平衡儀量測，右腳平衡儀量測有交互作用 ($F = 4.62, p < .05$)，進行主要效果分析，於前後測有達到顯著差異，兩組無顯著差異，且結果呈現網球組後測顯著優於前測，初學組前後測無差異情形，Cohen's $d = 2.90$ ，如表 4。左腳平衡儀量測交互作用未達顯著 ($F = 1.98, p > .05$)，進行主要效果分析，組別因子及前後測因子均無顯著差異，Cohen's $d = 2.48$ ，如表 4。

三、底線擊球表現分析

在擊球表現方面，擊球表現不具有交互作用 ($F = 0.01, p > .05$)，進行主要效果分析，前後測有達到顯著差異 ($p < .05$)，但兩組間無顯著差異，Cohen's $d = 0.60$ ，如表 4。

肆、討論

本研究因過去多項研究已證實，有參與體育活動對象的動作學習及運動表現會優於無參與體育活動 (Marin Bosch et al., 2020; Singh et al., 2016; Skriver et al., 2014)，且因運動課程研究設計所徵募參與人數較少，為顧及研究數據可參考成效，經計算四大項實驗控制變項效果量，有三項屬於中等效果量 ($0.2 < \text{Cohen's } d < 0.8$)。基於上述論點，因此本研究無另外徵求學童來設置控制組，著重探討兩組不同學習程度學童參與規律網球遊戲課程對動作學習及運動表現的影響。另外本研究中網球組平均年齡較長於初學組近 2 歲，為避免成長效應，故進行兩組成員前後測進步率之比較，來探討網球運動參與對於動作學習與動作技能表現強化效果。

本研究中兩組受試學童參與 8 週網球遊戲課程後，在敏捷能力表現上，兩組學童在組間及前後測雖無達到顯著情形，但兩組學童完成時間平均數均有進步，雖然本研究中未有差異存在，但是此項能力在網球運動中，是普遍被認同的專項體能素質，國內多篇研究也強調敏捷能力其重要性 (江勁彥等，2014；張碧峰、劉佳哲，2014；陳志榮等，2019)，且此檢測項目亦取自 ITF 所設計規劃的檢測方式，或許未來可擴大研究樣本，以驗證本項目的重要性。

觀察兩組學童左右腳平衡儀量測結果，兩組學童呈現右腳達顯著差異、左腳無差異，推論兩組學童因慣用手均為右手，且打擊時均採雙腳會呈現一前一後的弓箭步站姿，正拍打擊時軸心腳為左腳，反拍打擊時軸心腳為右腳，且正反拍使用有偏好，故左腳軸心腳於後測結果呈現無差異；也因反拍為雙手持拍，與正拍相較下較難掌握，遊戲課程中要求不得以正拍代替反拍擊球，故於遊戲課程結束後右腳之平衡能力顯著提升。而平衡能力是身體穩定性與動作發展的基本要素，故提升重心轉移控制能力，會提升運動表現 (江勁政等，2004)。結果呈現能有效改善兩組學童平衡能力及敏捷能力，以及張祐華與林貴福 (2020) 指出提升動作敏捷性、爆發力與反應能力，也可改善動作協調性，提升運動技能表現研究結果相符，而敏捷能力、平衡能力與動作協調性的關聯性有待確認，但實際影響程度尚需進一步研究探討。

觀察底線擊球表現，依照 ITN 測驗，優質擊球表現必須具備落點（穩定性）、速度與彈跳延伸（力量表現）這三個因素，如為追求穩定性，只求將球輕輕送至場內計分位置，那在獎勵分數就相對低分。如追求力量表現，每次打擊時又容易降低準確性與穩定性分數，故總得分並不會特別突出。此測驗模式有著相互牽制的概念，考驗擊球多面向能力，這樣才能夠了解實際擊球表現，所得之結果可代表擊球準確性、穩定性與力量。兩組學童後測結果與前測相比有著顯著差異，進步程度分別為初學組 90.98%、網球組 69.93%，兩組學童運動表現上均有移動速度提升、移動中可保持穩定平衡，有更充裕的擊球準備，故後測表現顯著優於前測。而初學組擊球穩定性表現提升，但力量表現還有待加強，另外網球組除擊球力量表現較佳外，連帶提升擊球穩定性表現。本研究推論因敏捷能力提升有助於擊球前能快速到達最佳位置並於擊球後可立即準備移動，平衡能力提升於打擊前可穩定下肢動作，並協助擊球後重心穩定轉移，有效提升底線擊球表現，以及學童網球運動表現正向提升之適應現象。雖然本研究中初學組得分雖略優於網球組，觀察擊球表現發現其飛行速度、距離及落地後第一次彈跳距離都不如網球組，測驗紀錄呈現初學組進球數略多且較穩定，網球組單次得分較高，雖統計資料上無法呈現，建議後續研究可搭配相關儀器記錄資料呈現細部差異並探討原由。

而近年相關研究也提出，敏捷性等能力透過運動訓練增強，其身體動作綜合衝刺、急停、方向改變、維持平衡等，可提升網球運動表現（陳志榮，2019）。本研究中敏捷能力及平衡能力實施部位均為下肢，與張碧峰與劉佳哲（2014）指出下肢運動能力與底線擊球能力有正相關之類似結果，而陳君豪等（2005）研究也指出平衡能力會影響網球運動表現類似結果；而桌球社團運動（翁福興等，2012）、跆拳道訓練（林美妘等，2017）研究有類似的結果。順帶一提，多項研究指出網球運動傷害大多發生在下肢，平衡能力的提升也可減少運動傷害的發生（Hjelm et al., 2010; Iwamoto et al., 2008; Majewski et al., 2006; Malliou et al., 2010）。

研究過程中也發現兩組不同學習程度學童，一同學習可提升參與動機，其源自於教育學理中的共伴效應，研究指出透過合作學習，初階學童與進階學童在同伴間鼓勵產生目標導向的行為，較能誘發適度覺醒與努力傾向，在運動表現較能持續發展（Huang et al., 2017），但正面提升效應多寡，則有待未來研究探討。

伍、結論與建議

根據上述結果與討論；透過 8 週網球遊戲課程，能強化國小學童移動速度、敏捷能力、平衡能力及反應整合之動作模式，有效提升平衡能力與動作敏捷性，也可強化動作協調性。本研究結果可提供國小教師推展健康體適能活動並提升國小學童運動技巧與全身肢體協調能力，可做為推廣體育社團、國小體育課程編排的參考。建議未來研究可針對參與時間、不同學習程度之課程設計標準化，並增加不參與遊戲課程之對照組來探討網球運動參與對於動作學習與動作技能表現強化效果；一方面可提升網球遊戲課程學童參與動機，也可強化運動技巧與全身肢體協調能力。

宣告

研究倫理：本研究經正修科技大學休閒與運動管理系學術研究倫理委員會審核通過。

利益衝突聲明：本研究作者群未有任何利益衝突。

引用文獻

- 江勁彥、莊惠雯 (2012)。墊步動作在網球移位技術之應用。《中華體育季刊》，26(1)，151–156。 <https://doi.org/10.6223/qcpe.2601.201203.2019>
- [Chiang, J. Y., & Chuang, H. W. (2012). Applications of split step on tennis movement technique. *Quarterly of Chinese Physical Education*, 26(1), 151–156.]
- 江勁政、江勁彥、相子元 (2004)。體操選手與非運動員平衡能力之定量評估。《大專體育學刊》，6(1)，203–212。 [https://doi.org/10.5297/ser.200402_6\(1\).0016](https://doi.org/10.5297/ser.200402_6(1).0016)
- [Chiang, C. C., & Chiang, J. Y., & Shian, T. Y. (2004). Quantitative assessment of balance ability of gymnasts and non-athletes. *Sports & Exercise Research*, 6(1), 203–212.]
- 吳昇光、王婕琳、陳福成、黃明祥、李曜全 (2009)。學童參與桌球訓練前後動作能力之效益分析。《健康促進科學》，4(1)，37–50。
- [Wu, S. K., & Wnag, C. L., & Chen, F. C., & Huang, M. H., & Li, Y. C. (2009). Table tennis training on the improvement of motor abilities of children. *Health Promotion Science*, 4(1), 37–50.]
- 林美妘、卓鑫誼、吳玥宜、周玉萍、王湘慧 (2017)。跆拳道訓練對發展協調障礙兒童平衡成效之系統性回顧。《物理治療》，42(4)，368–369。
<https://doi.org/10.6215/FJPT.2017.74.P40>
- [Lin, M. Y., Zhuo, X. I., Wu, Y. Y., Chou, Y. P., & Wang, H. H. (2017). Effects of taekwondo training on balance in children with developmental coordination disorder: a systematic review. *Formosan Journal of Physical Therapy*, 42(4), 368–369.]
- 邱文信 (2002)。平衡機制與年齡關係之探討。《大專體育》，58，101–107。
<https://doi.org/10.6162/SRR.2002.58.18>
- [Chiu, W. H. (2002). Ping hen gji zhi yu nian ling guan xi zhi tan tao. *Sports Research Review*, 58, 101–107.]
- 邱鈺淇、黎俊彥 (2008)。規律運動訓練對身體姿勢平衡控制之影響。《中華體育季刊》，22(3)，23–30。 <https://doi.org/10.6223/qcpe.2203.200809.1704>
- [Chiu, Y. C., & Lee, C. Y. (2008). Gui lü yun dong xun lian dui shen ti zi shi ping heng kong zhi zhi ying xiang. *Quarterly of Chinese Physical Education*, 22(3), 23–30.]
- 范姜逸敏 (2001)。平衡能力的測量及訓練方法初探。《中華體育季刊》，15(2)，65–

72。https://doi.org/10.6223/qcpe.1502.200109.1809

[Fanchiang, Y. M. (2001). Ping heng neng li de ce liang ji xun lian fang fa chu tan. *Quarterly of Chinese Physical Education*, 15(2), 65–72.]

翁福興、蘇品嘉、許太彥 (2012)。桌球社團對學童平衡能力與敏捷性的影響。《華人運動生物力學》，7，178–180。

[Weng, F. S., Su, P. C., & Hsu, T. Y. (2012). The influence of table tennis clubs on schoolchildren's balance and agility. *Chinese Journal of Sports Biomechanics*, 7, 178–180.]

高賡祖、林威秀 (2020)。兒童與青少年聽覺障礙者平衡能力之探究。《中華體育季刊》，34(4)，249–258。https://doi.org/10.6223/qcpe.202012_34(4).0004

[Kao, K. T., & Lin, W. H. (2020). Balance ability of children and adolescents with hearing impairment. *Quarterly of Chinese Physical Education*, 34(4), 249–258.]

張祐華、林貴福 (2020)。速度、敏捷和反應整合訓練對運動表現的影響。《文化體育學刊》，31，21–31。https://doi.org/10.6634/jpss-ccu.202010_(31).0003

[Chang, Y. H., & Lin, K. F. (2020). The effect of speed, agility and quickness integration training on exercise performance. *Journal of Physical Education and Sport Science*, 31, 21–31.]

張碧峰、劉佳哲 (2014)。優秀網球選手之下肢網球專項體能與底線擊球能力之研究。《運動教練科學》，34，1–9。https://doi.org/10.6194/SCS.2014.34.01

[Chang, B. F., & Liu, C. C. (2014). The relationship between lower body strength and base line hitting ability in different lever tennis players. *Sports Coaching Science*, 34, 1–9.]

陳君豪、楊雅如、王瑞瑤 (2005)。網球運動能力之分析-以下肢為探討方向。《物理治療》，30(4)，177–183。

[Chen, C. H., Yang, Y. R., & Wang, R. Y. (2005). Factors affecting tennis performance-the role of lower extremity control. *Formosan Journal of Physical Therapy*, 30(4), 177–183.]

陳志榮 (2019)。不同技能水準青少年男子網球選手專項體能研究。《運動教練科學》，55，11–19。https://doi.org/10.6194/SCS.201909_(55).0002

[Chen, C. J. (2019). Study of the special physical fitness of taiwan youth tennis players. *Sports Coaching Science*, 55, 11–19.]

- 陳志榮、李敏華、廖學松、吳志銘 (2019)。台灣不同年齡層級男子網球選手專項體能表現差異之研究。 *運動表現期刊*，6(2)，75–81。
<https://doi.org/10.3966/240996512019090602004>
- [Chen, C. J., Lee, N. H., Liao, H. S., & Wu, C. M. (2019). The study of Taiwan junior male tennis specific performance comparison among different age division. *Journal of Sports Performance*, 6(2), 75–81.]
- 廖又蓁、路詠貽、丁雨彤、張慎忻、江昶勳、簡盟月、李亞芸 (2021)。不同運動時長對於動作學習效果的影響。 *物理治療*，46(3)，181–191。
[https://doi.org/10.6215/FJPT.202109_46\(3\).0001](https://doi.org/10.6215/FJPT.202109_46(3).0001)
- [Liao, Y. C., Lu, Y. Y., Ding, Y. T., Chang, S. S., Chiang, C. H., Jian, M. Y., & Lee, Y. Y. (2021). Influence of different exercise duration on motor learning. *Formosan Journal of Physical Therapy*, 46(3), 181–191.]
- 劉仙湧 (2018)。兒童動作發展與運動能力培育相關理論溯源。 *中華體育季刊*，32(3)，165–173。
<https://doi.org/10.3966/102473002018093203001>
- [Liu, H. Y. (2018). Theorizing child motor development and sport skill cultivation. *Quarterly of Chinese Physical Education*, 32(3), 165–173.]
- 謝秋雲 (2002)。從兒童動作發展談體育教學活動。 *大專體育*，62，18–23。
<https://doi.org/10.6162/SRR.2002.62.04>
- [Hsieh, C. Y. (2002). Cong er tong dong zuo fa zhan tan ti yu jiao xue huo dong. *Sports Research Review*, 62, 18–23.]
- Corbin, C. B. (1976). *Becoming physically educated in the elementary school* (2nd ed.). Lea and Febiger.
- Deng, A., Zhang, T., & Chen, A. (2021). Challenges in learning aerobic and anaerobic concepts: an interpretative understanding from the cognitive load theory perspective. *Physical education and sport pedagogy*, 26(6), 633–648.
<https://doi.org/10.1080/17408989.2020.1849595>
- Drenowatz, C., Greier, K., Ruedl, G., & Kopp, M. (2019). Association between club sports participation and physical fitness across 6-to 14-year-old Austrian youth. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(18), 3392. <https://doi.org/10.3390/ijerph16183392>
- Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., & Mendez-Villanueva, A. (2009). A review of the activity profile and physiological demands of tennis match play. *Strength*

- & *Conditioning Journal*, 31(4), 15–26.
<https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181ada1cb>
- Girard, O., Chevalier, R., Leveque, F., Micallef, J.-P., & Millet, G. (2006). Specific incremental field test for aerobic fitness in tennis. *British Journal of Sports Medicine*, 40(9), 791–796. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2006.027680>
- Hjelm, N., Werner, S., & Renstrom, P. (2010). Injury profile in junior tennis players: A prospective two year study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 18, 845–850. <https://doi.org/10.1007/s00167-010-1094-4>
- Huang, M.-Y., Tu, H.-Y., Wang, W.-Y., Chen, J.-F., Yu, Y.-T., & Chou, C.-C. (2017). Effects of cooperative learning and concept mapping intervention on critical thinking and basketball skills in elementary school. *Thinking Skills and Creativity*, 23, 207–216. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.01.002>
- Hynes-Dusel, J. (2002). Motor development in elementary children. *Strategies*, 15(3), 30–34. <https://doi.org/10.1080/08924562.2002.10591541>
- International Tennis Federation. (2004). *International tennis number*. Author.
- Iwamoto, J., Takeda, T., Sato, Y., & Matsumoto, H. (2008). Retrospective case evaluation of gender differences in sports injuries in a Japanese sports medicine clinic. *Gender medicine*, 5(4), 405–414.
<https://doi.org/10.1016/j.genm.2008.10.002>
- Kelder, S. H., Perry, C. L., Klepp, K.-I., & Lytle, L. L. (1994). Longitudinal tracking of adolescent smoking, physical activity, and food choice behaviors. *American Journal of Public Health*, 84(7), 1121–1126.
<https://doi.org/10.2105/AJPH.84.7.1121>
- Lentz, D., & Hardyk, A. (2005). *Training for speed, agility, and quickness* (2nd ed.). Human Kinetics.
- Lopes, L., Santos, R., Pereira, B., & Lopes, V. P. (2012). Associations between sedentary behavior and motor coordination in children. *American Journal of Human Biology*, 24(6), 746–752. <https://doi.org/10.1002/ajhb.22310>
- Majewski, M., Susanne, H., & Klaus, S. (2006). Epidemiology of athletic knee injuries: A 10-year study. *The knee*, 13(3), 184–188.
<https://doi.org/10.1016/j.knee.2006.01.005>
- Malliou, V. J., Beneka, A. G., Gioftsidou, A. F., Malliou, P. K., Kallistratos, E., Pafis, G. K., Katsikas, C. A., & Douvis, S. (2010). Young tennis players and balance

- performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(2), 389–393.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c068f0>
- Marin Bosch, B., Bringard, A., Logrieco, M. G., Lauer, E., Imobersteg, N., Thomas, A., Ferretti, G., Schwartz, S., & Igloi, K. (2020). Effect of acute physical exercise on motor sequence memory. *Scientific Reports*, 10(1), 1–13.
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-72108-1>
- Olcucu, B., & Vatansever, S. (2015). Correlation between physical fitness and international tennis number (ITN) levels among children tennis players. *The Anthropologist*, 21(1-2), 137–142.
<https://doi.org/10.1080/09720073.2015.11891803>
- Söğüt, M., Kirazci, S., & Korkusuz, F. (2012). The effects of rhythm training on tennis performance. *Journal of Human Kinetics*, 33(2012), 123–132.
<https://doi.org/10.2478/v10078-012-0051-3>
- Singh, A. M., Neva, J. L., & Staines, W. R. (2016). Aerobic exercise enhances neural correlates of motor skill learning. *Behavioural Brain Research*, 301, 19–26.
<https://doi.org/10.1016/j.bbr.2015.12.020>
- Skriver, K., Roig, M., Lundbye-Jensen, J., Pingel, J., Helge, J. W., Kiens, B., & Nielsen, J. B. (2014). Acute exercise improves motor memory: Exploring potential biomarkers. *Neurobiology of learning and memory*, 116, 46–58.
<https://doi.org/10.1016/j.nlm.2014.08.004>
- Sun, H., Chen, A., Zhu, X., & Ennis, C. D. (2012). Curriculum matters: Learning science-based fitness knowledge in constructivist physical education. *The Elementary School Journal*, 113(2), 215–229. <https://doi.org/10.1086/667405>
- Vallence, A.-M., Hebert, J., Jespersen, E., Klakk, H., Rexen, C., & Wedderkopp, N. (2019). Childhood motor performance is increased by participation in organized sport: the CHAMPS Study-DK. *Scientific Reports*, 9(1), 18920.
<https://doi.org/10.1038/s41598-019-54879-4>
- Wang, Y., & Chen, A. (2020). Effects of a concept-based physical education on middle school students' knowledge, motivation, and out-of-school physical activity. *Journal of Teaching in Physical Education*, 39(3), 407–414.
<https://doi.org/10.1123/jtpe.2019-0067>
- Wang, Y., Chen, A., Schweighardt, R., Zhang, T., Wells, S., & Ennis, C. (2019). The nature of learning tasks and knowledge acquisition: The role of cognitive

- engagement in physical education. *European Physical Education Review*, 25(2), 293–310. <https://doi.org/10.1177/1356336x17724173>
- Wu, C.-L., & Chang, C.-K. (2019). Results from the Chinese Taipei (Taiwan) 2018 Report Card on physical activity for children and youth. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 17(1), 8–13. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2018.10.005>
- Xiao, W., Soh, K. G., Wazir, M. R. W. N., Talib, O., Bai, X., Bu, T., Sun, H., Popovic, S., Masanovic, B., & Gardasevic, J. (2021). Effect of functional training on physical fitness among athletes: A systematic review. *Frontiers in Physiology*, 12, 738878. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.738878>
- Zhang, T., Chen, A., Chen, S., Hong, D., Loflin, J., & Ennis, C. (2014). Constructing cardiovascular fitness knowledge in physical education. *European Physical Education Review*, 20(4), 425–443. <https://doi.org/10.1177/1356336X14524865>

作者簡介

第一作者：李敏華

服務單位：國立體育大學球類運動技術學系 副教授

第二作者：龔飛熊

服務單位：正修科技大學休閒與運動管理系 兼任講師

第三作者：林宗正

服務單位：國立中山大學運動與健康教育中心 副教授

第四作者：李健美

服務單位：正修科技大學休閒與運動管理系 副教授

第五作者：吳志銘

服務單位：正修科技大學休閒與運動管理系 教授

第六作者：翁啟紘（通訊作者）

服務單位：正修科技大學休閒與運動管理系 兼任講師

通訊地址：高雄市鳥松區澄清路 840 號

聯絡電話：07-7358800#2294

E-mail：k6262@gcloud.csu.edu.tw

Effects of tennis game program on motor learning and sports performance of different levels of elementary student

Ning-Hua Lee

Department of Sports Training Science-Balls,
National Taiwan Sport University

Fei-Xiong Gong

Department of Leisure and Sports Management,
Cheng Shiu University

Tsung-Cheng Lin

Center for Physical and Health Education,
National Sun Yat-sen University

Chien-Mei Lee

Department of Leisure and Sports Management,
Cheng Shiu University

Chih-Min Wu

Department of Leisure and Sports Management,
Cheng Shiu University

Chi-Hung Weng*

Department of Leisure and Sports Management,
Cheng Shiu University

Abstract

Purpose: To investigate the effects of tennis game program participation on school-age children's motor movements, skillful activities, and overall balance and motor coordination development. **Methods:** Sixteen subjects were divided (Age: 9.31 ± 0.95 years old ; height: 135.81 ± 8.16 cm ; weight: 29.44 ± 6.6 kg ; experience: 12.75 ± 9.21 months) into beginner and tennis groups to participate in an eight-week, one-hour tennis game program three times a week. The content included agility, balance, and ball striking. The data was analyzed by paired t-test and two-way ANOVA. **Results:** There was no difference between the two groups in the nine-ball shuttle run test, and both groups showed significant improvement in groundstroke accuracy ($F=174.36, p < .05$). The results of the balance test showed that the left foot was poorer than the right foot ($t = 2.19$ vs. $2.59, p < .05$), but the results of the post-test of both feet were better than the pre-test, and the balance of the right foot showed a significant improvement in the post-test. **Conclusion:** Regular participation in the tennis game program can enhance body balance and physical agility, and long-term

participation in the tennis game program has significant benefits for motor skill learning and development.

Keywords: Balance and coordination, tennis game, elementary school children

