

運動介入對於 ADHD 兒童及青少年 認知功能效益提升之探討

陳佳玉
國立新竹特殊教育學校

孟瑛如
國立清華大學

摘要

ADHD 在學齡期間為高盛行率的神經發展性疾病，其核心缺陷影響認知功能、行為及學習表現。近期研究發現運動介入可改善 ADHD 認知功能。本研究藉由文獻回顧運動介入各變項對於認知功能影響層面，結果顯示(1)單次運動介入對於抑制控制、認知彈性及工作記憶具有效益；(2)長期運動介入對於整體認知功能改善效果更大於單次運動介入，且以中等運動強度、每次持續 30 分鐘以上較佳；(3)運動類型選擇較高認知負荷之開放性運動，對於提升認知功能可能有額外效益，綜上所述，運動可作為 ADHD 兒童及青少年的輔助療法。本文末統整以體感遊戲作為運動介入的特性及實證研究並提出相關實務建議。

關鍵字：ADHD、運動介入、認知功能、體感遊戲

A Study on the Benefits of Exercise Intervention to Enhance Cognitive Function in Children and Adolescents with ADHD

Chia-Yu Chen
National Hsinchu Special School

Ying-Ru Meng
National Tsing Hua University

Abstract

ADHD is a highly prevalent neurodevelopmental disorder during the school years with core deficits that affect cognitive function, behavior and learning performance. Recent studies have found that exercise interventions can improve cognitive function in ADHD. This study was a review of the literature to organize how the variables of exercise interventions affect the cognitive function. The results showed that (1) acute exercise intervention was beneficial for inhibitory control, cognitive flexibility and working memory; (2) chronic exercise interventions are more effective in improving overall cognitive function than acute exercise interventions, and moderate exercise intensity, lasting 30 minutes is better; (3) exercise types with open-skill exercise and more cognitive load may have additional benefits in improving cognitive function, to sum up, exercise can be used as a complementary therapy for children and adolescents with ADHD. At the end of this study, the characteristics and empirical studies on using exergame as exercise intervention are integrated and relevant suggestions are put forward.

Key Words: ADHD, exercise interventions, cognitive function, exergame

壹、緒論

注意力缺陷過動症 (Attention Deficit Hyperactivity Disorder, 以下簡稱 ADHD) 為一種神經發展性疾病, 其主要特徵為注意力不足、衝動及過動, 導致在不同情境中出現功能障礙 (APA, 2018)。ADHD 在 5-17 歲兒童青少年的全球患病率為 5-9%, 即使有部分患者症狀隨著成長而逐漸改善, 仍有約 30 - 60% 會持續到成年 (McBride, 2019), 因此, 其在成人患病率為 2.5-4.4%, 並且男孩的患病率高於女孩, 比例從 3:1 到 9:1 (Gopalan, 2021)。在臺灣盛行率為 11.1%, 此流行病學田野調查數據相較 2012 年全民健保年盛行率 2.44%, 明顯偏高, 因此, 需要積極提供兒童青少年預防及介入措施 (高淑芬, 2016)。

ADHD 基本問題是注意力失調, 對於自己感興趣的事物專注過多, 而無趣的如課業等則關注太少, 並有時間管理、組織能力欠佳等問題, 整體來說這疾患可歸因為自我調節障礙 (McBride, 2019), 進而影響到認知功能, 並造成多個相對獨立的認知領域出現障礙, 如視覺空間和言語之工作記憶、抑制性控制、警覺性和計劃性方面都有執行功能的缺陷 (Faraone et al., 2015)。此外, 在大腦犒賞系統同樣呈現失調現象, 患者會做出次優的決定, 優先選擇即時犒賞而不是延遲犒賞, 並高估近端犒賞的大小而不是遠端犒賞 (Faraone et al., 2015), 這些症狀對於患者成長中各方面學習以及學業成就產生極大影響, 間接導致挫折、憤怒及焦慮等情緒問題衍生 (McBride, 2019), 與典型發展同齡人相比, ADHD 兒童和青少年更有可能經歷各種負面結果, 包括學業成績下降、社會功能受損、入院和受傷的風險增加、藥物濫用的風險上升, 以及成年後收入和參與勞

動力市場的程度降低 (Danielson 等人, 2018)。

目前 ADHD 最有效及最廣泛的治療方式以藥物及行為治療為主 (孟瑛如、謝瓊慧, 2012; Faraone, 2015), 此外尚有其他替代療法或輔助方式, Danielson 等人 (2018) 在 2014 年針對 4-17 歲美國全國計 2495 名 ADHD 兒童青少年的家長調查接受治療的概況, 分四類型治療: 藥物、學校支持、社會心理及替代性治療, 結果發現藥物治療和學校支持是最常見的, 三分之二的 ADHD 兒童和青少年曾接受或正接受此兩類治療; 在社會心理治療中社交技巧訓練是最常見的 (39%), 其次是父母培訓 (31%)、同儕介入 (30%) 及認知行為療法 (20%); 在替代性治療中, 9% 的人正在服用膳食補充劑, 而曾經接受過神經回饋療法佔 11%; 從未接受過治療者仍有 7%。對於 ADHD 各式療法的內容及成效而言, Drechsler 等人 (2020) 闡述各國及國際 ADHD 評估和管理指南都建議採用多模式治療方法提供給 ADHD 患者、其家人以及照顧者。在藥物治療部分, 精神興奮劑哌醋甲酯和苯丙胺是治療 ADHD 核心症狀最有效的藥物, 常見副作用為食慾下降及睡眠障礙; 在非藥物治療中, 認知行為療法 (Cognitive behavioral therapy, CBT) 為通過增強積極行為、創造希望發生行為的情境以減少 ADHD 行為或相關問題, 此療法與藥物治療合併使用比單獨用藥的治療效果更佳; 認知訓練介入為使用神經心理行為測試內容進行認知練習, 對於改善施測結果有成效, 然而此成效無法轉移到實際行為; 神經回饋訓練 (neurofeedback training) 則是藉由螢幕上刺激的引導, 參與者控制自己的大腦皮層電位, 藉此學習控制自己的大腦活動和注意力, 此在家長主觀評量上顯著有

效，然而在教師主觀評量部分是無顯著效果，因此尚無令人信服證據表明可改善行為問題；無創腦刺激重複經顱磁刺激及經顱直流電刺激在前額葉之治療方式可提高注意力表現、抑制控制及工作記憶任務，然尚未普及；正念訓練、體能運動及瑜珈對 ADHD 行為有積極影響，而這些介入方式仍需加強科學證據；數位媒體介入 (Digital health interventions, DHI) 在美國已被 FDA 批准可用於病症的遊戲治療設備 (Pandian et al., 2021)，其實用性及有效性仍須多方測試；而飲食療法包括補充游離脂肪酸、鋅或鐵劑等，則是對部分 ADHD 族群有顯著效用。

從文獻回顧來看近年藥物治療效果，Boland 等人(2020)表明在學業成績、事故傷害及情緒障礙具有顯著成效；對於學生及家長最在意的學業學習來說，Pelham III 等人(2022)發現藥物對於學童坐著完成學業任務產出率及課堂行為有顯著的良好影響，而在學習數量檢核上則與安慰劑組無顯著差別，表明藥物急性影響並未轉化為學習成效。此外，Wehmeier 等人(2015)及 Biederman 等人(2019)研究皆顯示 ADHD 兒童及青少年的服藥依從率約 50%，顯示 ADHD 患者藥物依從性偏低，因此，尋求改善 ADHD 症狀與終生治療的輔助方式將有其必要性。

體能運動與減少核心問題症狀以及相關困難呈現正相關，例如：學業成績、自尊、認知功能、行為改變、社交功能、焦慮減少等 (Gopalan, 2021)，因此，本文透過文獻回顧法，以中英文關鍵詞包含 ADHD、身體活動(physical activity)、認知功能(cognitive function)、執行功能(executive function)、體感遊戲或運動遊戲(exergame or exergaming)，以交叉配對組合搜尋網路資料庫：Google Scholar,

Scopus 等，收錄繁體中文及英文文獻為主。由於文獻眾多，篩選標準以 ADHD 兒童及青少年為主；關於運動介入的文獻選取以文獻回顧或後設分析者，年代限定為 2014 年之後出版，共收錄 8 篇；而體感遊戲介入文獻篇數少，選取以隨機分組實驗設計之文獻，年代不限，共收錄 4 篇。本文彙整單次及長期運動介入方式對於提升 ADHD 兒童及青少年認知功能的成效，並對體感遊戲等開放性運動特性及效益加以探討。

貳、運動介入各變項對於認知功能影響層面與機制

一、運動之動作複雜程度與認知負荷強度

早期研究以跑步機訓練或室內健身車為主，此為單一、重複性的動作。因兒童成長階段之大腦具有較高神經可塑性，近期研究建議運動應包含較高的動作複雜性與認知挑戰性，即為協調性運動，針對手/眼/腳協調、動/靜態平衡、敏捷性進行訓練肢體各部位不同自由度的動作，並需要不斷地對外在訊息進行更新、調整，共同達成任務目標，此特性可透過以下機制促進認知功能，包含神經訊息處理的提升、刺激小腦與海馬迴神經生化結構的改變、影響前額葉-小腦-動作皮質的功能性連結以及提高小腦的活化程度(謝漱石等人, 2016)。

協調性運動依據認知負荷強度又分為開放式(open-skill)及閉鎖式(closed-skill)運動。開放式運動是需在相對多變化且難以預測的環境中進行活動的反應性運動，它包含外在負荷(如面臨球場上即時變化的思考及反應)、內在負荷(熟知並遵循比賽規則)以及肢體協調的配合，因此有較高的認知負荷需求。而閉鎖

式運動為相對穩定且和環境互動性較低，具有明確起點和終點、高度一致性重複動作的運動（如跑步、游泳），而呈現較低的認知負荷強度；其中，較高認知負荷強度的運動對腦源性神經營養因子、神經元活性指標 N-乙醯天門冬胺酸濃度的提升效果更佳，並降低海馬迴體積隨年齡增加而減少的比例（張瑋、洪巧菱，2022）。

Salehinejad & Nejati (2019) 提出認知參與體能運動 (Cognition-Engaging Physical Exercise, CEPE) 框架，用於有目的和選擇性的增強認知功能，以 CEPE 概念設計運動介入用於 ADHD 學童，在控制抑制方面，當施測者拍手一次、受試者作開合跳一次 (Go)，當施測者拍手兩次、受試者則靜止不跳 (No Go)；在工作記憶方面，可在地面貼一連串腳印，每步腳印上寫上數字 0-4，受試者每踩一個腳印，須將之前腳印上的數字加總唸出等，與對照組 (走跑步機) 比較在認知功能上的效益，結果 CEPE 組在控制抑制及工作記憶的正確率及反應時間明顯改善，且介入效果可維持一個月。而張瑋、洪巧菱 (2022) 文獻回顧也發現，相較無認知負荷之控制組或低認知負荷強度之運動介入組，高認知負荷強度之運動介入在認知功能上 (注意力、工作記憶、抑制控制等) 有較好的改善效果，且在執行功能方面也呈現出較快的反應速度。這些正面效益有助於作為支持具有高認知負荷強度之運動介入，對認知功能改善效果有更顯著成效之證據。

二、單次及長期運動介入對於提升 ADHD 認知功能之效益及其機制

Liang 等人 (2021) 篩選出以運動介入 ADHD 提升執行功能的研究共計 15 篇，後設分析結果顯示無論是單次或長期運

動介入，對於改善抑制控制及認知彈性均有中等到大的效果量，對於工作記憶則有小到中等的顯著效果，此與 Christiansen 等人 (2019) 的結論相似；這兩篇的研究也同樣驗證長期運動介入對改善 ADHD 整體執行功能的效果量是顯著大於單次運動介入。朱慶琳等人 (2018) 針對 ADHD 以執行功能作業表現檢視其與典型發展兒童之差異，結果顯示 ADHD 的執行功能整體輪廓與控制組並無不同，但整體表現低於控制組，且以干擾控制、視覺空間工作記憶及認知彈性等能力顯著較差，而無論是單次或長期運動介入對於此三項都具有顯著提升效益。

ADHD 相較於典型發展的個體在腦體積、網絡連結及神經生化因子均呈現異常 (Faraone et al., 2015; Christiansen et al., 2019)，研究顯示運動對於腦神經生理的正面影響與 ADHD 在腦部的缺陷有許多重疊之處，單次運動的影響為增加平均大腦血流量，並使血漿中兒茶酚胺 (促腎上腺皮質激素、血管加壓素等) 和 β -內啡肽水平的立即增加，導致喚醒程度的提高，繼而提高認知能力，此外，多種神經營養因子已被發現可通過運動而上升，它們在神經生長和神經元存活中具重要作用並影響學習與記憶 (洪巧菱等人，2016; 劉人豪等人，2017; Verburch et al., 2014)。長期運動介入能增強新血管的形成和生成，進而改善大腦的專注能力，並在突觸、樹突和細胞形成造成神經生成，影響大腦白質微觀結構，提高神經元活動的速度及效率 (Suarez-Manzano et al., 2018)；而高體適能與較大的腦容量有關，具有較高心血管健康水平的兒童其基底神經節和海馬體的體積較大，顯示運動誘導的神經可塑性不僅發生在大腦中的運動功能區，並可增強認知能力 (洪巧菱等人，

2016；Verburgh et al., 2014)。

三、運動強度與持續時間長短

近期在運動強度呈現方式，大多數研究使用最大心率計算方式進行偵測紀錄，以運動中受試者實際心跳為最大心率(220-年齡)的百分比對照代表運動強度，如中等強度即為最大心率(220-年齡)的55%-70%；若以施測者或受測者主觀表達，最方便使用的是運動自覺量表(Rating of Perceived Exertion, RPE)，此為 Gunnar Borg (1962, 1978, 1982；引自 Norton et al., 2010) 發展的心理生理量表，將每個等級乘以 10，就是該強度之下粗估的運動心率，如中等強度下 RPE 值即為 11-13，換算心跳約為每分鐘 110-130 次。

Christiansen 等人(2019)以系統性文獻回顧運動介入 18 歲以下 ADHD 改善執行功能的研究共計 18 篇，結果顯示單次有氧運動強度在最大心率的 65% 到 75% 之間且持續時間約 15-20 分鐘有最大的效應；Liang 等人(2021)同樣呼應中等運動強度在改善 ADHD 兒童及青少年的執行功能比低強度或高強度運動有更大的效果量；此外，這兩篇研究發現在長期運動介入中，運動持續時間此變項不會影響改善執行功能的效果。而 Tsai 等人(2021)檢視急性有氧運動對於改善 ADHD 兒童抑制控制的效果是否受到運動強度此變項的影響，結果表明相對於劇烈運動，在低強度及中等強度運動後有明顯較好的抑制控制表現，顯示不同的運動強度會影響改善 ADHD 兒童認知功能的程度。Sibbick 等人(2022)使用後設分析 14 篇關於單次運動持續時間則顯示 11-30 分鐘對於執行功能有顯著的提升。Suarez-Manzano 等人(2018)系統性文獻回顧 9 篇長期運動介入的持續時間部分，則建議每次 30 分鐘以

上、強度大於 40%最大心率、每週三次以上、持續大於 5 週，可進一步改善注意力、抑制、情緒控制以及衝動行為。

四、小結

總結上述，運動改善 ADHD 學生認知功能之成效的類型為協調性、含認知負荷尤佳，運動強度以中等、持續時間為 11-30 分鐘效果較好；單次運動介入對於抑制控制及認知彈性有中等到大的效果量，對於工作記憶則有小到中等的顯著效果；長期運動介入對於整體執行功能成效顯著大於單次運動介入。

運動介入帶來的神經生理上的改變包括增加前額葉的覺醒水平、大腦血流、兒茶酚胺類及腦衍生神經滋養因子 (brain-derived neurotrophic factor, BDNF)，進而提升注意力、記憶力等認知功能。

參、體感遊戲等開放性運動提升 ADHD 認知功能之效益

一、體感遊戲的運動特性

對於動機低落、大腦犒賞系統缺陷的 ADHD 兒童及青少年花費在電玩遊戲的時間大約是典型發展者的兩倍，可能是因為電玩遊戲所提供的直接獎勵(Benzing & Schmidt, 2017)。而體感遊戲 (Exergame) 是“身體運動”結合“電子遊戲”，這是一種新的運動類型即身體互動電子遊戲，它透過各式各樣的感測器與動作捕捉系統 (如：舞蹈墊、感應式手把等) 進行活動偵測與訊號輸入，以身體活動的形式取代傳統控制器進行遊戲關卡與挑戰，目前支援此種遊戲體驗的遊戲機五花八門，其中價格較為平易近人的如 SONY 的 PlayStation Move、微軟的 Xbox

Kinect、任天堂的 Wii 與 SWITCH (張焜堂等人, 2022); 以及價位較高由國外引進國內較常見的認知或復健互動遊戲軟體提供給安養、日照中心或是學校使用, 如英國的 Magic Carpet、日本的 TANO 居家福祉軟體等, 軟體內容設計大多包含動作及認知反應, 因不同活動設計使動作及認知占比程度而異, 並提供使用者關於動作或認知反應快慢程度之選擇。它可以讓遊戲的體驗擴展到全身, 且在非遊戲環境中使用遊戲元素達到運動效果, 並以直接形式的獎勵、得分的數量可立即給予視覺、聽覺回饋, 而這正可以激勵 ADHD 患者, 將可取代原本花費在玩電子遊戲的活動 (Benzing & Schmidt, 2017)。因此, 比起傳統的運動或訓練計劃的無聊和疲累, 體感遊戲不但擁有電子遊戲的優點, 如預測的樂趣、提升參與動機, 由於它加入身體的互動, 體感遊戲還可達成自我決策(Peng et al., 2012)。

在運動類型分類上, 體感遊戲屬於全身肢體協調性運動並富含認知負荷成分, 當肢體進行動作的同時, 雙眼必須看著螢幕反應以調整肢體動作, 螢幕再提供聲光回饋肢體動作的表現狀況。Ng 等人(2019)發現部分種類的體感遊戲訓練在促進身體活動和運動表現方面可以超越傳統運動計劃, 因此, 這是一種替代的、可行的、有吸引力且安全的運動方式, 適用於大多數人群 (Viana et al., 2021)。然而, 在體感遊戲類型中也發現與真實運動仍有差距, 例如真實情境下打網球與體感遊戲打網球, 雖然身體關節活動程度是相似的, 然前者的平均心率(即運動強度)明顯高於後者, 因此, 體感遊戲不分類型大都屬於中等強度運動; 此外, 在遊戲模式上, 單人、雙人及競爭三者間, 受試者一致偏好雙人模式, 且與真人夥伴一起訓練

的效果要優於虛擬夥伴, 這表示與家人、朋友或同學一起進行更可增添運動的樂趣及效果 (Kim et al., 2022)。

二、體感遊戲等開放性運動改善 ADHD 認知功能之實證研究

Benzing 等人(2018)將 46 名 8-12 歲 ADHD 學童隨機分控制組與體感遊戲組, 以單次運動介入方式觀察介入前後對於執行功能的改善效果, 結果在抑制及轉換的反應時間顯著改善; Benzing 與 Schmidt (2019)探討長期體感遊戲的運動介入結果發現在抑制、轉換正確率及反應時間皆明顯優於控制組, 顯示長期介入效果更優於單次介入。Chang 等人(2022)將 48 名 8-12 歲 ADHD 學童隨機分控制組、實際乒乓球組及虛擬乒乓球(exergame), 結果發現在抑制控制方面, 乒乓球兩組皆顯著改善; 認知彈性方面, 僅實際乒乓球組有明顯改善, 然本研究並未偵測運動強度, 如前文所述, 虛擬乒乓球組的運動強度應不及實際乒乓球組, 可能因運動強度變項而影響結果。Shams 等人(2021)將 40 名 9-12 歲伊朗女童隨機分四組: 認知復健組、運動組、綜合組(運動+認知)、對照組, 結果發現與其他組相比, 綜合組在持續、選擇性和交替注意力測試中的錯誤明顯較少。綜合上述在體感遊戲運動介入 ADHD 學童的 4 篇實證研究顯示, 對於抑制控制有顯著效果, 其他改善認知之效益仍需加以研究探討(如表 1)。

對於體感遊戲促進執行功能的潛在神經機制, Eng 等人(2020)以 49 名 4-5 歲典型兒童隨機分配至體感遊戲、單純運動、坐著遊戲、控制等四組, 並在評估執行功能前後測中使用功能性近紅外光譜(fNIRS)測量大腦血容量和氧合作用的變化, 以此呈現靜息狀態下前額葉皮層網絡

連結，結果體感遊戲組透過認知和運動結合訓練下不僅顯著提升兒童執行功能，並明顯增加前額葉皮層功能連結，且顯著高於對照組。

表 1

體感遊戲改善 ADHD 學童認知功能實證研究綜整

作者 年代	受試者 ADHD類型	實驗設計	劑量	施測內容	結果
Benzing et al. 2018	46 名 8-12 歲 注意力不 集中、過 動衝動、 綜合皆有	隨機分兩組 控制組 體感遊戲組	單次 15 分鐘 中等強度	1.Colour span back- wards 2.Adapted flanker test	實驗組明顯 改善抑制和 轉換的反應 時間，然而正 確率及視覺 工作記憶表 現都沒有顯 著差異
Benzing & Schmidt 2019	51 名 8-12 歲 注意力不 集中、過 動衝動、 綜合皆有	隨機分兩組 控制組 體感遊戲組	每週三次 30分鐘/次 共8週 中等強度	1.Colour span back- wards 2.Adapted Flanker Test 3.Adapted version of the Simon Task	運動組在抑 制、轉換顯著 優於控制組， 在更新無顯 著差異
Chang et al. 2022	48 名 1-6 年級 學生 ADHD 類 型未說明 手寫中文 有缺陷	隨機分三組 實際乒乓球 虛擬乒乓球 (exergame) 控制組	每週三次 1小時/次 共12週 強度未紀 錄	A : Stroop test B : Wisconsin Card Sorting Test	乒乓球兩組 在手寫反應 時間和實現 自動化所需 的時間方面 皆顯著改善 A 抑制：乒乓 球兩組皆 顯著改善 B 認知彈性： 實際乒乓球 顯著改善
Shams et al. 2021	40 名 9-12 歲 女孩 ADHD 類 型未說明	隨機分四組 認知復健組 運動組 綜合組（運 動+認知） 對照組	60分鐘/次 共16次 強度未紀 錄	1.Integrated Visual & Auditory Continuous Performance Test 2.Wisconsin Card Sorting Test 3.Stroop test	與其他組相 比，綜合組在 持續、選擇性 和交替注意 力測試中的 錯誤明顯較 少。

註：研究者自行整理

肆、結論與建議

一、結論

(一) 運動介入可作為輔助療法

運動有益於 ADHD 兒童及青少年的認知功能，特別在患者缺陷的抑制控制、認知彈性及工作記憶的部分有明顯提升之效益，而長期運動介入對於認知整體功能效益更大，因此可做為輔助療法。

(二) ADHD 兒童及青少年可以體感遊戲作為運動介入

由於 ADHD 異質性高，而運動競賽內容變化較難掌控，因此在運動介入研究中，皆以練習運動技能為主，如急性律動、跆拳道、競技疊杯等(陳攻鏐、陳美華，2018；張凌瑋、余永吉，2021；Kadri，2021)，較無競賽形式介入之研究。而體感遊戲種類繁多，可選擇適合的類型、調整難易程度、給予立即回饋，而類似競賽模式可提供內在及外在認知負荷，適合作為運動介入之媒介。

二、建議

(一) 在教育領域的教師可在課程間長期且規律的融入具可近性、選擇性及調整性的體感遊戲

在教學現場應用上，可以採用長期且規律 11-30 分鐘的課程介入方式，或是健體課程以團體共享方式，另有促進社交互動之潛在效益，也可間接提升 ADHD 學童在校學習成效。

(二) 家長在居家部分可運用體感運動提升孩子大腦覺醒程度後再複習課業

在居家親子使用上，家長可在假日陪孩子以此進行互動、培養親子感

情，藉此提升其覺醒程度後再複習課業。

(三) 需考慮 ADHD 兒童及青少年特殊需求選擇合適的體感遊戲類型並調整遊戲參數

在體感遊戲軟硬體之選購上，先依據預算尋找賣家，建議 5 萬元以下者可尋求販售 SONY 的 PlayStation Move、微軟的 Xbox Kinect、任天堂的 Wii 與 SWITCH 等通路商，並親至現場確認遊戲類型、操作方式並實際試用再行採購；預算超過 5 萬元者可找進口代理商，如龍骨王、沛得適及上和勤等公司，請廠商推薦軟硬體帶到使用者現場說明、示範，並找實際使用者試用以瞭解實用性。對於肢體協調能力較差、認知或動作反應較慢者，體感遊戲宜選簡單動作為主，使 ADHD 兒童及青少年跟上遊戲步調以達成目標、提高參與的動機及樂趣，才能達到期望的運動強度。

(四) 未來研究可進一步探討體感遊戲運動介入 ADHD 效益之相關研究

此項研究主題之相關研究稀少，可在延續控制干擾因子，如 ADHD 亞型、年齡、不同時間點介入影響(晨間、午休後、課間)，以及此成效可維持多久等進行深入探討。未來也可探究兒童及青少年參與程度及意願是否會影響運動介入成效。

參考文獻

壹、中文文獻

American Psychiatric Association(2018)。
DSM -5 精神疾病診斷與統計(曾念生、徐翊健、高廉程、張杰、葉大

- 全、黃郁絜、黃鈺蘋、鄒長志、趙培竣、劉佑閔譯)。合記(原著出版年：2013)。
- 朱慶琳、黃敏怡、葉啟斌、姜忠信(2018)。學齡期注意力不足過動症-混合表現型兒童執行功能研究。**特殊教育研究學刊**，**43**(1)，53-78。
[https://doi.org/10.6172/BSE.201803_43\(1\).0003](https://doi.org/10.6172/BSE.201803_43(1).0003)
- 孟瑛如、謝瓊慧(2012)。國小 ADHD 出現率、鑑定、藥物治療與教養措施之調查研究。**特殊教育與輔助科技學報**，**5**，1-34。
<https://doi.org/10.6684/JRSEAT.201211.5.1>
- 高淑芬(2016)。兒童青少年精神疾病之流行病學調查。衛生福利部研究計畫期末結案報告(計畫編號 MOHW105-MHAOH-H-114-133001)。
<https://www.grb.gov.twsearchplanDetailid=11742910>
- 陳玫鏞、陳美華(2018)。急性律動活動對 ADHD 兒童注意力之影響。**臺灣運動心理學報**，**18**(1)，59-76。
[https://doi.org/10.6497/BSEPT.201805_18\(1\).0004](https://doi.org/10.6497/BSEPT.201805_18(1).0004)
- 張凌瑋、余永吉(2021)。競技疊杯運動教學方案對國小注意力不足過動症學生注意力影響之研究。**身心障礙研究季刊**，**19**(1&2)，25-44。
<https://doi.org/10.30072/JDR>
- 張焜棠、姚在府、楊政達(2022)。疫情下身體活動的新型態與新策略。**中華體育季刊**，**36**(2)，93-108。
[https://doi.org/10.6223/qcpe.202206_36\(2\).0001](https://doi.org/10.6223/qcpe.202206_36(2).0001)
- 張緯、洪巧菱(2022)。運動對認知功能影響之文獻回顧：認知負荷強度視角。**臺灣運動心理學報**，**22**(2)，55-85。
[https://doi.org/10.6497/BSEPT.202207_22\(2\).0003](https://doi.org/10.6497/BSEPT.202207_22(2).0003)
- 謝淑石、蔡亨、洪聰敏(2016)。健身運動與兒童認知功能：協調性運動的效果。**臺灣運動心理學報**，**16**(1)，79-96。
<https://doi.org/10.6497/BSEPT2016.1601.05>
- 貳、西文文獻
- Benzing, V., Chang, Y. K., & Schmidt, M. (2018). Acute physical activity enhances executive functions in children with ADHD. *Scientific reports*, *8*(1), 1-10.
<https://doi.org/10.1038/s41598-018-30067-8>
- Benzing, V., & Schmidt, M. (2019). The effect of exergaming on executive functions in children with ADHD: A randomized clinical trial. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, *29*(8), 1243-1253.
<https://doi.org/10.1111/sms.13446>
- Biederman, J., Fried, R., DiSalvo, M., Storch, B., Pulli, A., Woodworth, K. Y., Biederman, I., & Perlis, R. H. (2019). Evidence of low adherence to stimulant medication among children and youths with ADHD: an electronic health records study. *Psychiatric Services*, *70*(10), 874-880.
<https://doi.org/10.1176/appi.ps.201800515>
- Boland, H., DiSalvo, M., Fried, R., Woodworth, K. Y., Wilens, T., Faraone, S. V., & Biederman, J. (2020). A

- literature review and meta-analysis on the effects of ADHD medications on functional outcomes. *Journal of Psychiatric Research*, 123, 21-30.
<https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2020.01.006>
- Chang, S. H., Shie, J. J., & Yu, N. Y. (2022). Enhancing Executive Functions and Handwriting with a Concentrative Coordination Exercise in Children with ADHD: A Randomized Clinical Trial. *Perceptual and Motor Skills*, 129(4) 1014-1035.
<https://doi.org/10.1177/00315125221098324>
- Christiansen, L., Beck, M. M., Bilenberg, N., Wienecke, J., Astrup, A., & Lundbye-Jensen, J. (2019). Effects of exercise on cognitive performance in children and adolescents with ADHD: potential mechanisms and evidence-based recommendations. *Journal of clinical medicine*, 8(6), 841.
<https://doi.org/10.3390/jcm8060841>
- Danielson, M. L., Visser, S. N., Chronis-Tuscano, A., & DuPaul, G. J. (2018). A National Description of Treatment among United States Children and Adolescents with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *The Journal of Pediatrics*, 192, 240-246.e1.
<https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2017.08.040>
- Drechsler, R., Brem, S., Brandeis, D., Grünblatt, E., Berger, G., & Walitza, S. (2020). ADHD: Current concepts and treatments in children and adolescents. *Neuropediatrics*, 51(05), 315-335.
<https://doi.org/10.1055/s-0040-1701658>
- Eng, C. M., Pocsai, M., Fishburn, F. A., Calkosz, D. M., Thiessen, E. D., & Fisher, A. V. (2020). Adaptations of Executive Function and Prefrontal Cortex Connectivity Following Exergame Play in 4-to 5-year old Children. In Proceedings of the 42nd Annual Conference of the Cognitive Science Society.
<https://www.cognitivesciencesociety.org/cogsci20/papers/0017/0017.pdf>
- Faraone, S. V., Asherson, P., Banaschewski, T., Biederman, J., Buitelaar, J. K., Ramos-Quiroga, J. A., Sonuga-Barke E. J. S., Tannock R. & Franke, B. (2015). Attention-deficit/hyperactivity disorder. *Nature reviews Disease primers*, 1(1), 1-23.
<https://doi.org/10.1038/nrdp.2015.20>
- Gopalan, R. T. (Ed.). (2021). New Developments in Diagnosing, Assessing, and Treating ADHD. IGI Global.
<https://doi-org.nthulib-oc.nthu.edu.tw/10.4018/978-1-7998-5495-18>
- Granero, R., Pardo-Garrido, A., Carpio-Toro, I. L., Ramírez-Coronel, A. A., Martínez-Suárez, P. C., & Reivan-Ortiz, G. G. (2021). The role of iron and zinc in the treatment of adhd among children and adolescents: A systematic review of randomized clinical trials. *Nutrients*, 13(11), 4059.
<https://doi.org/10.3390/nu13114059>
- Kadri, A. (2021). The Poomsae in Taekwondo is an effective therapy for executive function in children with Attention Deficit Hyperactivity

- Disorder. *SAJ Case Report*, 8, 104.
<https://doi.org/10.18875/2375-7043.8.104>
- Kim, D., Kim, W., & Park, K. S. (2022). Effects of exercise type and gameplay mode on physical Activity in Exergame. *Electronics*, 11(19), 3086.
<https://doi.org/10.3390/electronics11193086>
- Liang, X., Li, R., Wong, S. H., Sum, R. K., & Sit, C. H. (2021). The impact of exercise interventions concerning executive functions of children and adolescents with attention-deficit/hyperactive disorder: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 18(1), 1-17.
<https://doi.org/10.1186/s12966-021-01135-6>
- McBride. (2019). Coping with dyslexia, dysgraphia and ADHD: a global perspective. Routledge, Taylor and Francis Group.
- Ng, Y. L., Ma, F., Ho, F. K., Ip, P., & Fu, K. W. (2019). Effectiveness of virtual and augmented reality-enhanced exercise on physical activity, psychological outcomes, and physical performance: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Computers in Human Behavior*, 99, 278-291.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.05.026>
- Norton, K., Norton, L., & Sadgrove, D. (2010). Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *Journal of science and medicine in sport*, 13(5), 496-502.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.09.000>
- Pandian, G. S. B., Jain, A., Raza, Q., & Sahu, K. K. (2021). Digital health interventions (DHI) for the treatment of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) in children-a comparative review of literature among various treatment and DHI. *Psychiatry Research*, 297, 113742.
<https://doi.org/10.1016/j.psychres.2021.113742>
- Pelham III, W. E., Altszuler, A. R., Merrill, B. M., Raiker, J. S., Macphee, F. L., Ramos, M., ... & Pelham Jr, W. E. (2022). The effect of stimulant medication on the learning of academic curricula in children with ADHD: A randomized crossover study. *Journal of consulting and clinical psychology*, 90(5), 367.
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/ccp0000725>
- Peng, W., Lin, J. H., Pfeiffer, K. A., & Winn, B. (2012). Need satisfaction supportive game features as motivational determinants: An experimental study of a self-determination theory guided exergame. *Media Psychology*, 15, 2, 175-196.
<https://doi.org/10.1080/15213269.2012.673850>
- Salehinejad, M. A., & Nejati, V. (2019). Cognition-engaging physical exercise for improving cognitive impairments in attention-deficit hyperactivity disorder: A behavioral medicine approach. *Heart and Mind*, 3(2), 73-76.
<https://dx.doi.org/10.1007/s12264-020-00501-x>

- Shams, A., Eslami Nosratabadi, M., Sangari, M., & Mirmoezzi, M. (2021). Effect of cognitive rehabilitation combined with physical exercise on sustained, selective, and alternating attention in school-aged girls attention-deficit/hyperactivity disorder. *Iranian Journal of Psychiatry and Clinical Psychology*, 27(3), 276-287. <http://dx.doi.org/10.32598/ijpcp.27.3.3342.1>
- Sibbick, E., Boat, R., Sarkar, M., Groom, M., & Cooper, S. B. (2022). Acute effects of physical activity on cognitive function in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder: A systematic review and meta-analysis. *Mental Health and Physical Activity*, 23, 100469. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2022.100469>
- Suarez-Manzano, S., Ruiz-Ariza, A., Torre-Cruz, M. D. L., & Martínez-L'opez, E. J. (2018). Acute and chronic effects of physical activity on cognition and behaviour in young people with ADHD: A systematic review of intervention studies. *Research in Developmental Disabilities*, 77, 12-23. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2018.03.015>
- Tsai, Y. J., Hsieh, S. S., Huang, C. J., & Hung, T. M. (2021). Dose-response effects of acute aerobic exercise intensity on inhibitory control in children with attention deficit/hyperactivity disorder. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15, 617596. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.617596>
- Verburgh, L., Königs, M., Scherder, E. J., & Oosterlaan, J. (2014). Physical exercise and executive functions in preadolescent children, adolescents and young adults: a meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 48, 12, 973-979. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2012-091441>
- Viana, R. B., Vancini, R. L., Silva, W. F., Morais, N. S., De Oliveira, V. N., Andrade, M. S., & De Lira, C. A. (2021). Comment on: Problematic online gaming and the COVID-19 pandemic-The role of exergames. *Journal of Behavioral Addictions*, 10, 1, 1-3. <https://doi.org/10.1556/2006.2021.00014>
- Wehmeier, P. M., Dittmann, R. W., & Banaschewski, T. (2015). Treatment compliance or medication adherence in children and adolescents on ADHD medication in clinical practice: results from the COMPLY observational study. *ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*, 7(2), 165-174. <https://doi.org/10.1007/s12402-014-0156-8>
- Welsch, Alliot, O., Kelly, P., Fawcner, S., Booth, J., & Niven, A. (2021). The effect of physical activity interventions on executive functions in children with ADHD: A systematic review and meta-analysis. *Mental Health and Physical Activity*, 20, 100379. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2020.100379>