

體感運動遊戲的運動成效和持續性：以 Switch 為例

林大偉

國立臺北藝術大學動畫學系

davidlin93@gmail.com

摘要

體感運動遊戲結合費力活動和視頻遊戲，近年成為長期運動方案的熱門替代選擇。基於遊戲目的，遊戲開發商通常藉由娛樂性來建立體感運動遊戲的持續性。然而，針對年輕族群而言，體感運動遊戲的娛樂性是否為長期運動方案的首要考量，仍是未明卻值得深究的議題。據此，本研究招募 60 位年輕受測者參與由遊戲類型和運動強度所構成的二因子實驗，受測者的運動習慣被視為受測者變數而加以觀察。運動成效和持續性被視為主要依變數，前者由主觀認知的運動負荷及客觀表現的步數、心率和卡路里構成，後者由主觀認知的再玩意願、持續意願和認同感構成。運動樂趣聚焦運動本身，與被用來詮釋娛樂性的遊戲體驗有所區隔。本研究企圖理解：(1) 遊戲類型、運動強度或運動習慣對於運動成效或持續性的影響；(2) 主觀感受或生理資訊對於運動成效的解釋力；(3) 運動樂趣或遊戲體驗對於持續性的解釋力。結果顯示：(1) 遊戲類型、運動強度和運動習慣對於運動成效或持續性均有顯著影響；(2) 體感控制器驅動的肢體數量可影響運動成效；(3) 主觀的運動負荷要比客觀的心率和卡路里更具說服力；(4) 虛擬運動教練顯著影響持續性；(5) 運動樂趣比遊戲體驗更能解釋持續性。

關鍵詞：體感運動遊戲、運動成效、持續性、長期運動方案

論文引用：林大偉 (2024)。體感運動遊戲的運動成效和持續性：以 Switch 為例。《設計學報》，29 (1)，21-44。

一、前言

1-1 研究背景

近年隨著健身產業蓬勃發展，都會區的人們已經習慣付費至健身房定期運動，藉此維持和強化在辦公室久坐而逐漸衰退的體能和體態 (Whitehead, Johnston, Nixon, & Welch, 2010)。然而，不同於健身房的專業環境與教練指導，當人們轉而居家採用體感運動遊戲時，哪些因素將會影響持續運動這項目標？對於預計購買體感運動遊戲的玩家而言，運動成效和持續性可能是二項同時被考慮的必要條件 (Faric et al., 2019)。簡單的原因是：運動成效相對較差的體感運動遊戲，無法滿足運動甚或健身的基本需求；另一方面，在缺乏教練鞭策或缺乏自我管理意志的情況下，哪些能夠引起玩家興趣的誘因是持續性的重要關鍵。如此誘因，在運動遊戲中的表現通常以娛樂性來詮釋。簡單來說，遊戲開發商的思維是，當玩家以孤獨姿態在家運動時，體感運動遊戲「是否好玩」將會決定這款遊戲是否能夠持續 (Kari, Salo, & Frank, 2020)。然而，過多比例的娛樂性可能讓運動成效這項條件失焦，導致玩家著重於玩樂而非運動，該款

體感運動遊戲最終將被束之高閣。因此，良善的體感運動遊戲有必要在運動成效和娛樂性這二項條件取得平衡。據此，本研究同時採用外顯測量和內隱測量二種途徑進行測量玩家的主觀感受和生理資訊，藉此分析市面上 4 款體感運動遊戲的運動成效和持續性這二項屬性，以及玩家對二項屬性的主客觀反應，其結果將提供遊戲開發者進行相似遊戲之設計建議。

1-2 體感控制器所驅動的肢體運動

體感運動遊戲 (exergame) 是指玩家必須透過肢體來進行的遊戲類型，包括力量訓練、平衡和柔軟性活動，有別於運動遊戲 (sport game) 仰賴手指操作的樣態 (Oh & Yang, 2010)。根據運動成效和持續性這二項目標來檢視市面支援體感操控的十款 Switch 體感運動遊戲 (如表 1 所示)，三項設計關鍵可以被用來檢視符合要求的體感運動遊戲：(1) 控制器驅動，體感控制器所驅動的主要動作；(2) 對應肢體，肢體跟隨主要動作所對應的次要動作；(3) 自然映射程度，整體動作對映真實世界行為的還原程度。

表 1. Switch 體感運動遊戲所對應的肢體運動及其自然映射程度和運動計畫之一覽表

| 編號 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------|---|---|---|---|---|
| 遊戲名稱 |  |  |  |  |  |
| | 運動派對 | 拉丁舞蹈健身 | 東京奧運 | 舞力全開 | 拳擊有氧 2 |
| 控制器驅動 | 單手/雙手 | 單手 | 單手/雙手 | 單手 | 雙手 |
| 自然映射程度 | 低 | 高 | 低 | 高 | 高 |
| 對應肢體 | 無 | 上肢/身體/下肢 | 無 | 上肢/身體/下肢 | 身體/下肢 |
| 編號 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 遊戲名稱 |  |  |  |  |  |
| | 體感運動組合集 | 夏日即時運動 | 家庭訓練機 | 瑪利歐網球 | 健身環大冒險 |
| 控制器驅動 | 單手 | 單手 | 雙手/大腿 | 單手 | 雙手/大腿 |
| 自然映射程度 | 低 | 低 | 高 | 高 | 高 |
| 對應肢體 | 無 | 無 | 身體/下肢 | 上肢 | 身體/下肢 |

資料來源：本研究整理¹

首先，有關體感控制器所驅動的主要動作合理性，如表 1 所示，編號 2、4、5、9 和 10 專注單項運動且聚焦於精準主要動作，其設計概念傾向於嚴肅遊戲 (serious game) (Göbel, Hardy, Wendel, Mehm, & Steinmetz, 2010)；編號 1、3、6、7 和 8 兼顧多項運動類型，藉由派對遊戲 (party game) 的多人同樂特性來提升娛樂性，除了難以支撐單人孤獨運動的持續性之外，體感控制器所驅動的肢體運動也缺乏合理性和一致性。以編號 3《東京奧運》為例，100 公尺短跑項目要求玩家以雙手連續揮動體感控制器取得速度，而非雙腳；滑板項目要求玩家僅以單手轉動體感控制器控制平衡，也非雙腳，更缺乏速度所要求的費力活動。相較之下，編號 5《拳擊有氧 2》、編號 9《瑪利歐網球》和編號 10《健身環大冒險》分別要

求玩家必須在適當時機揮拳、揮拍或擠壓健身環，且付出一定程度的力量和速度。實際上，這三款遊戲所確保的運動強度，其設計關鍵來自於體感控制器在運動方向和加速度二個項目上的雙重檢核，因此符合本研究關注的運動成效。

其次，若以肢體所對應的次要動作的角度來看，編號 2《拉丁舞蹈健身》和編號 4《舞力全開》所要求的次要動作，才是產生運動強度的重要關鍵。相較於編號 5、9 和 10 著重體感控制器所驅動的精準主要動作，編號 2 和 4 被驅動的主要動作（揮手）所產生的運動強度其實相對較低，真正的運動強度來自玩家跟隨虛擬角色的示範動作所引導的次要動作（身體扭動或舞步）。於是，在肢體動作與運動成效之間的連結性缺乏嚴謹邏輯的情況下，玩家可能不必忠實地還原整體動作，遊戲主程式仍會認定其有效。換句話說，玩家無論是努力擺動全身肢體或輕鬆揮動單手所獲得的遊戲分數可能極度接近。然而，舞蹈遊戲仍是當前極受歡迎的體感運動遊戲類型，特別是全身擺動所帶來的運動強度不容小覷，仍適合成為本研究在運動成效方面的研究刺激，只是需要在研究過程中特別觀察主要動作和次要動作之間的對應關係。

最後，體感運動遊戲的自然映射（natural mapping）不僅關聯運動成效，也攸關持續性。誠如 Skalski、Tamborini、Shelton、Buncher 與 Lindmark（2011）所言，當遊戲控制器的操控行為與真實世界相似行為之間的自然映射程度越高，玩家越能獲得更高的沈浸感（immersion），這也正是評估遊戲體驗的重要基礎。以編號 8《家庭訓練機》和編號 10《健身環大冒險》為例，藉由二個體感控制器分別驅動上肢和下肢，玩家必須忠實地還原遊戲所要求的肢體動作，才能獲得有效積分。於是，玩家無論從生理、心理或物理層次來感受這二款體感運動遊戲時，都會認為自己正在進行該類型運動，不僅滿足運動成效也提升運動樂趣或遊戲體驗，持續性才得以建構。然而，自然映射程度所牽涉的研究範圍非常廣泛，本研究只聚焦討論其對於運動成效和持續性的影響。

二、文獻探討

2-1 體感運動遊戲的早期研究途徑：干預研究

過去十年來，體感運動遊戲是非常熱門的研究主題，不但研究能量豐沛，近幾年後設研究（meta-analysis research）也如雨後春筍般地湧現（Garcia-Agundez et al., 2019; Lee, Kim., Park, & Peng, 2017; Mat Rosly, M., Mat Rosly, H., Davis OAM, Husain, & Hasnan, 2017; Reis et al., 2019; Steiner, Elgert, Saalfeld, & Wolf, 2020; Zheng et al., 2020）。其中，Steiner 等人（2020）從 1994 篇學術論中篩選 31 篇質量並重的相關研究，並指出：老年人、殘疾、盲人、復健、肥胖症、兒童和青少年是最常見的研究對象，大致可以分成不良於行、機能失調和視覺障礙三大類型，其研究目的各不相同，但超過 90% 採用干預研究（intervention studies），也就是在持續時間內針對研究對象投入一或多項自變數，再觀察與其相關的特定依變數之變化。其研究設計可分成組內設計（Adcock, Thalmann, Schättin, Gennaro, & De Bruin, 2019; Amorim et al., 2018; Cardona, Cameirao, Paulino, i Badia, & Rubio, 2016; Lin et al., 2020; Pitta et al., 2020; Viana et al., 2018）和組間設計（Bakker, Donath, & Rein, 2020; Chen & Sun, 2017; Nani, Matsouka, & Antoniou, 2019; Staiano, Abraham, & Calvert, 2013）二種類型。上述三大類型研究對象，在生理或心理方面大多有缺陷，與其相關的干預研究通常需要較長的觀察時間，短則 2 週，多達 12 週，甚至可高達 6 個月。

然而，干預研究並不見得適用所有研究對象，特別是肢體健全的年輕成人。原因有二：（1）缺乏長期參與的動機：上述參與干預研究的三大類型研究對象，基於某項病徵或缺陷需要，甚至期望可以被治癒或改善，通常願意配合長達數週的長時間研究，年輕健康成人則缺乏如此需求引起的動機；（2）健康成人的生活干擾變數太多，不同於上述三大類型研究對象，年輕的健康成人往往有多種動態活動的選擇，

例如：其他真實運動，因此在實驗期間控制這些干擾變數並不容易。也因為如此，目前可見與年輕人相關的體感運動遊戲研究相對較少，同時也傾向短時間收集主、客觀資訊（Finkelstein et al., 2011; Kraft, Russell, Bowman, Selsor III, & Foster, 2011; Lin, 2015; McDonough, Pope, Zeng, Lee, & Gao, 2018; Nani et al., 2019; Wolf, Rodacki, Silveira, Krueger, & Pereira, 2018），甚至是採大量樣本的問卷調查（O'Loughlin et al., 2020）。然而，這些研究在缺乏條件一致性的情況下，受測者產生理解偏誤的機率高，其研究信度與效度也相對容易被挑戰。

綜上所述，相對於不良於行、機能失調和視覺障礙三大類型的研究對象，身體健全的年輕族群是當前體感運動遊戲較少關注的研究對象。相關研究不僅數量較少，其討論深度也較淺。然而，年輕族群的體感運動遊戲研究仍有寬廣的發展空間。特別是，2020 至 2022 年期間因為疫情影響而轉移至居家的運動習慣，使得體感運動遊戲的市場需求瞬間暴增。面對這群蜂擁而至的年輕玩家，必須仰賴體感運動遊戲在居家持續運動的關鍵因素，根據目前可見文獻仍屬模糊。從設計實務面向來看，當前遊戲開發商大多將娛樂性視為體感運動遊戲的持續性基礎，其吸引力究竟如何？是值得期待且深入探索的研究議題。

2-2 體感運動遊戲的運動成效：客觀表現和主觀感受

根據相關文獻，運動成效大多採用美國運動醫學會（American College of Sports Medicine）所制定的美國人體育鍛鍊準則（physical activity guidelines for Americans）為基準（Piercy et al., 2018）。其第二版第五章針對成人的體育鍛鍊建議，包括運動項目、運動強度和持續時間，建議成人應該每週至少進行 150~300 分鐘的中等強度鍛鍊，以獲得實質性的健康益處。該準則在 2008 年第一版建議成人每次進行至少 10 分鐘的鍛鍊活動有其益處（Carlson, Fulton, Schoenborn, & Loustalot, 2010）。如表 2 所示，本研究關注的體感運動遊戲類型，包括行走或慢跑、跳舞、瑜珈、高強度間歇訓練和有氧搏擊，均在建議運動項目之列。

表 2. 美國人體育鍛鍊準則的二種運動強度之運動項目

| | 中等強度 moderate-intensity | 劇烈強度 vigorous-intensity |
|--------------------|---|------------------------------|
| 活動項目 activities | • 輕快行走（每小時 2.5 英里或更快） ^a | • 慢跑或跑步 ^a |
| | • 休閒游泳 | • 游泳圈 |
| | • 在平坦的地形上騎行速度低於每小時 10 英里 | • 網球（單人） |
| | • 網球（雙打） | • 勁舞 ^a |
| | • 主動瑜珈形式（例如：Vinyasa 或力量瑜珈） ^a | • 騎行速度超過每小時 10 英里 |
| | • 宴會廳或排舞 ^a | • 跳繩 |
| | • 一般院子工作和上門維修工作 | • 繁重的院子工作（挖土或鏟土，心跳加快） |
| | • 水中有氧運動等健身課程 | • 上山遠足或背著沉重的背包 |
| | | • 高強度間歇訓練（HIIT） ^a |
| | | • 練習有氧運動或有氧搏擊操 ^a |

資料來源：Piercy et al., 2018，本研究整理。^a 表示本研究所採用的體感運動遊戲所涵蓋的運動類型。

有關運動成效的客觀表現，Mat Rosly 等人（2017）在瀏覽 144 篇與殘疾人士有關的體感運動遊戲研究文章後所進行的後設研究指出，能量消耗（energy expenditure, EE）、心率（heart rate, HR）和知覺運動量（rating of perceived exertion, RPE）是最常被採用的運動研究量化指標。即使針對健康年輕成人的體感運動遊戲，McDonough 等人（2018）的研究同樣建議採用能量消耗和知覺運動量；Wolf 等人（2018）的研究建議除了心率和知覺運動量，也可以考慮肌電圖（electromyography, EMG）。實際上，最大攝氧率（maximum oxygen consumption, VO₂ max）（Viana et al., 2018; Whitehead et al., 2010）、心電圖（electrocardiography, ECG）和膚電活動（electrodermal activity, EDA）（Cardona et al., 2016），甚至是

腦電圖 (electroencephalography, EEG) (Schättin, Arner, Gennaro, & de Bruin, 2016)，都曾是體感運動遊戲常採用的生理資訊。然而，測量肌電圖、心電圖、腦電圖、膚電活動和最大攝氧率這些生理資訊所需的設備不容易配戴且容易脫落，適用於不良於行的研究對象，鮮少用於健康年輕成人的相關研究。相較之下，以目前穿戴科技可及，多項生理數據可經由智慧手環或智慧腕錶測量而記錄，由於容易穿戴且不易在激烈運動中脫落，因此成為本研究蒐集生理資訊的首選。其次，有關體感運動遊戲中的能量消耗，最常被採用的量化數據就是卡路里 (Gao & Mandryk, 2012; Morelli, Foley, & Folmer, 2010; Staiano et al., 2013; Whitehead et al., 2010)。然而，卡路里的計算依據繁多，且各款體感運動遊戲所採計的依據不盡相同，因此需要能夠維持內部一致性的可靠機制來維持其信度，前述的智慧腕錶亦可勝任卡路里計算。

有關運動成效的主觀感受，在體感運動遊戲研究中，伯格量表 (Borg category-ratio 10 scale, Borg CR10) 和知覺運動量表 (RPE) 幾乎是最常被採用的運動成效量表 (Bakker et al., 2020; Mat Rosly et al., 2017; McDonough et al., 2018; Whitehead et al., 2010; Wolf et al., 2018)。實際上，Borg CR10 和 RPE 是同個量表的不同版本，由瑞典心理學家 Gunnar Borg 所提出，最早的版本是 6-20 階的 RPE (Borg, 1970)，如表 3 左方所示，其要求受測者根據其所經歷的運動強度進行主觀評量，所得數據乘以 10 之後，往往與最大心率 (HR max) 存在顯著正相關 (Casamichana, Castellano, Calleja-Gonzalez, San Román, & Castagna, 2013)。

表 3. 知覺運動量表與伯格量表對照表

| 等級 | 知覺運動量表 (RPE) | 等級 | 伯格量表 (Borg CR 10 scale) |
|----|--------------------------------|-----|-----------------------------|
| 6 | 完全沒有用力的感覺 (no exertion at all) | 0 | |
| 7 | 極度輕鬆 (extremely light) | 0.5 | |
| 8 | | 1 | 非常輕鬆 (very light) |
| 9 | 非常輕鬆 (very light) | 2 | 輕鬆 (light) |
| 10 | | 3 | 中度 (moderate) |
| 11 | 輕鬆 (light) | 4 | 有點吃力 (somewhat hard) |
| 12 | | 5 | 吃力 (hard) |
| 13 | 有點辛苦 (somewhat hard) | 6 | |
| 14 | | 7 | 非常吃力 (very hard) |
| 15 | 辛苦 (hard / heavy) | 8 | |
| 16 | | 9 | |
| 17 | 非常辛苦 (very hard) | 10 | 極度吃力 (extremely hard) 幾乎到極限 |
| 18 | | | |
| 19 | 極度辛苦 (extremely hard) | | |
| 20 | 盡最大努力 (maximal exertion) | | |

資料來源：Borg, 1970; 1982; Borg, E., Borg, G., Larsson, Letzter, & Sundblad, 2010，本研究彙整。

然而，6-20 階的 RPE 往往隨著年齡和藥物使用而有所變異，Borg (1982) 爾後又提出 0-10 階的版本 (Borg CR10)，如表 3 右方所示，特別適合用於呼吸困難症狀的描述，因此經常被運用在不良於行研究對象為主的體感運動遊戲之評量 (Borg et al., 2010; Shariat et al., 2018)。然而，6-20 階 RPE 雖然可達年輕成年人劇烈運動的最高強度，但是未能歸零的尺度基礎較難與其他量表匹配，Borg (1982) 的 0-10 階版本因此成為本研究在知覺運動量的測量首選。

2-3 體感運動遊戲的持續性：運動樂趣和遊戲體驗

相對於測量運動成效的知覺運動量表，另外與運動有關的主觀量表是運動樂趣量表 (physical activity enjoyment scale, PACES)，由 Kendzierski 與 DeCarlo (1991) 所提出，共計 18 題，如表 4 所示，針對受測者在體育鍛鍊活動之後的主觀感受進行測量，著重於對運動項目的內容和過程進行體驗評價，而非針

對自己的體能狀況 (Mat Rosly et al., 2017; Murrock, Bekhet, & Zauszniewski, 2016)。PACES 通常採取 Likert 七階量表進行評量，其中的 7 題為正向提問，另 11 項為負向提問，評分範圍落於 18~126 之間，越高的分數表示越高的運動樂趣 (Murrock et al., 2016)。由於 PACES 的評價內容更傾向於遊戲設計所建構的運動體驗，可以探測受測者對於單款體感運動遊戲所屬運動形式的態度，本研究所企圖藉此探討其與持續性的關聯性。然而，在 PACES 的全部 18 項提問中，有許多提問語意非常相似，可能導致權數分配不均。此外，PACES 的部份提問也與後續的遊戲體驗的提問重疊，但仍可判讀其合適歸屬 (請見表 4 或表 5 所標示的 ^a 或 ^b)。據此，本研究最終將整合有關運動樂趣和遊戲體驗的問卷內容，以精簡提問的形式縮短受測時間。

表 4. 運動樂趣量表 (PACES)

| 題號 | 提問項目與語意摘要 |
|----|---|
| 1 | I enjoy it. / I hate it. (享受與否) ^b |
| 2 | I feel bored. / I feel interested. (感興趣與否) ^a |
| 3 | I dislike it. / I like it. (喜歡與否) |
| 4 | I find it pleasurable. / I find it unpleasurable. (愉悅與否) ^b |
| 5 | I am very engaged in. / I am not engaged. (投入與否) ^b |
| 6 | It's no fun at all. / It's a lot of fun. (樂趣與否) ^a |
| 7 | I find it energizing. / I find it tiring. (活力與否) ^a |
| 8 | It makes me depressed. / It makes me happy. (快樂與否) ^b |
| 9 | It's very pleasant. / It's very unpleasant. (愉快與否) ^b |
| 10 | I feel good physically. / I feel bad physically. (健康與否) ^a |
| 11 | It's very invigorating. / It's not invigorating. (振奮與否) ^a |
| 12 | I am very frustrated by it. / I am not at all frustrated by it. (沮喪與否) ^b |
| 13 | It's very gratifying. / It's not at all gratifying. (滿意與否) |
| 14 | It's very exhilarating. / It's not at all exhilarating. (來勁與否) ^a |
| 15 | It's not at all stimulating. / It's very stimulating. (激勵與否) ^a |
| 16 | Strong sense of accomplishment. / No sense of accomplishment. (成就與否) ^b |
| 17 | It's very refreshing. / It's not at all refreshing. (清新與否) |
| 18 | Would rather be doing something else. / Would rather be doing nothing else. (替代與否) |

資料來源：Murrock et al., 2016，本研究整理。^a 表示歸屬於運動樂趣之提問。^b 表示歸屬於遊戲體驗之提問。

在遊戲研究中經常被採用的遊戲體驗問卷 (game experience questionnaire, GEQ)，可以探測玩家在體感運動遊戲中的遊戲體驗，同時涉及更深層的心理議題，且經由差異性分析、因素分析和相關性分析之後，發掘更多與持續性相關的潛在因子。GEQ 最早由 Ijsselsteijn 等人 (2008) 所發展，曾根據不同遊戲階段而衍伸多種版本，並於 2013 年釋出完整問卷，共計 33 題，以 Likert 七階量表為基礎，其調查範圍涵蓋：能力、沈浸、神迷、緊張、挑戰、負向情緒和正向情緒等七個構面 (Ijsselsteijn, Kort, & Poel, 2013)，來自 Csikszentmihalyi (1975) 的神迷理論 (flow theory) 和 Agarwal 與 Karahana (2000) 的認知吸收 (cognitive absorption) 之整合。然而，完整 GEQ 的 33 題涵蓋遊戲相關的所有議題，不見得適用於所有遊戲研究。Ijsselsteijn 等人在 2013 年的版本提出三種模組，包括：遊戲中 (in-game, 共 14 題)、遊戲後 (post-game, 共 17 題) 和社交存在感 (social presence, 共 17 題) (Ijsselsteijn et al., 2013)。實際上，本研究並未討論遊戲社交性，僅聚焦於 GEQ 的遊戲中和遊戲後這二種關注遊戲體驗的模組，如表 5 所示，若將二種 GEQ 模組共計 31 題全數要求受測者在單一試驗之後回應，勢必造成沉重負擔而疲乏。

此外，如前所述，GEQ 與 PACES 部份提問重疊，除了部份提問語意也非常相似之外，GEQ 雖然偶有正負向提問之設計，但以不對稱形式獨立分散陳列，而非如 PACES 採用每項提問兼顧正負向之對稱

設計。多重考量之下，首先篩選 GEQ 中直接相關於本研究所關注的提問，進一步整合或補足正負向不對稱的提問以期分析光譜的完整性，再與前述 PACES 合併、剔除重複項目再進行合適歸屬（請參考表 4 或表 5 所標示的 *a* 或 *b*），最終形成遊戲體驗和運動樂趣的自陳報告內容，如表 7 所示。遊戲體驗和運動樂趣被視為二項中介依變數，本研究藉此評估體感運動遊戲的持續性之可能肇因。

表 5. 遊戲體驗問卷版本：遊戲中和遊戲後的 GEQ

| 遊戲中 (in-game) GEQ | 遊戲後 (post-game) GEQ |
|---|--|
| 1. I was interested in the game's story. (感興趣) ^a | 1. I felt revived. (再生) |
| 2. I felt successful. (成功) ^b | 2. I felt bad. (糟糕) ^b |
| 3. I felt bored. (無聊) ^a | 3. I found it hard to get back to reality. (難以回到現實) |
| 4. I found it impressive. (印象深刻) | 4. I felt guilty. (罪惡) |
| 5. I forgot everything around me. (忽略周遭) ^b | 5. It felt like a victory. (勝利) ^b |
| 6. I felt frustrated. (沮喪) ^a | 6. I found it a waste of time. (浪費時間) |
| 7. I found it tiresome. (疲倦) ^a | 7. I felt energized. (活力) ^a |
| 8. I felt irritable. (煩躁) ^b | 8. I felt satisfied. (滿意) ^b |
| 9. I felt skillful. (技巧) ^b | 9. I felt disoriented. (迷失方向) |
| 10. I felt completely absorbed. (完全吸收) ^b | 10. I felt exhausted. (筋疲力盡) ^a |
| 11. I felt content. (滿足) ^b | 11. I felt that I could have done more useful things. (替代) |
| 12. I felt challenged. (挑戰) ^b | 12. I felt powerful. (能量) ^a |
| 13. I had to put a lot of effort into it. (盡力) ^b | 13. I felt weary. (厭倦) ^a |
| 14. I felt good. (良好) ^a | 14. I felt regret. (後悔) |
| | 15. I felt ashamed. (羞愧) ^b |
| | 16. I felt proud. (驕傲) ^b |
| | 17. I had a sense that I had returned from a journey. (旅程回歸) |

資料來源：Ijsselstein et al., 2013，本研究整理。^a 表示歸屬於運動樂趣之提問。^b 表示歸屬於遊戲體驗之提問。

三、研究方法

3-1 研究架構

根據文獻探討，本研究企圖建構以長期運動方案為核心的研究架構，從運動成效和持續性二個面向來評估四款具代表性的體感運動遊戲，並分別採用外顯測量和內隱測量二種途徑。然而，不同於過往體感運動遊戲相關研究大多著重於運動成效之評價，本研究更期望探究影響持續性的內外因子，特別是運動樂趣或遊戲體驗，因此引用與其相關的各項評量，如圖 1 所示。

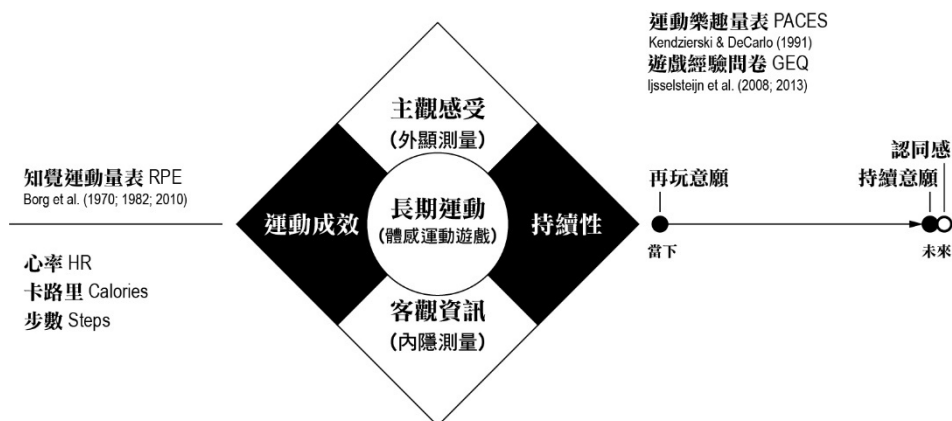


圖 1. 以運動成效、持續性、外顯測量和內隱測量為基礎所建立的研究架構

首先，在運動成效面向，採用心率、卡路里和步數輔以 Borg (1970; 1982) 的知覺運動量表 (RPE) 或 Borg CR 10，仍是當前最常見的研究途徑，且已經發展得非常成熟，本研究沿用此研究方法，同時藉由檢驗內隱與外顯測量之間的關聯以確認其信度與效度。其次，持續性是最曖昧不明卻又亟需被釐清的面向，特別是那些潛藏於心理層面的主觀感受。據此，Kendzierski 與 DeCarlo (1991) 的運動樂趣量表 (PACES) 和 Ijsselstein 等人 (2013) 的遊戲經驗問卷 (GEQ) 被整合成表達主觀感受的自陳報告，作為解讀何者才是支持體感運動遊戲的持續性之重要依據。為了探測受測者對於持續性的真實態度，本研究藉由時間軸和立場二軸所交乘的三種持續性態度而徵詢，分別為再玩意願、持續意願和認同感，再彙整為持續性構念。再玩意願為受測者主觀表達當下活動意願；持續意願為受測者主觀表達未來活動意願；認同感為受測者客觀評價活動的未來合適度 (提問請見表 7)。

3-2 自變數、依變數與研究假設

根據研究架構，遊戲類型和運動強度被視為二項主要自變數，運動習慣被視為受測者變數，也是受測者間的分群基礎，如圖 2 所示。首先，根據表 1 所提及的三項設計關鍵：控制器驅動、對應肢體和自然映射程度，本研究從表 6 的十款 Switch 遊戲中挑選拳擊有氧 2、健身環大冒險、拉丁舞蹈健身和家庭訓練機四款遊戲，視為遊戲類型的四個水準，屬於名義尺度。其次，在四款遊戲分別挑選三種不同強度 (低強度、中強度和高強度)，視為運動強度的三個水準，屬於次序尺度。據此，「有長期運動意願」的 60 位受測者被邀請參與實驗，受測者之間依據運動習慣而分成四群，屬於組間設計。每位受測者必須經歷遊戲類型交乘運動強度的 12 個情境，屬於組內設計。同時，本研究採用 Switch 主機和體感控制器為主要實驗環境，以維持實驗條件的一致性。

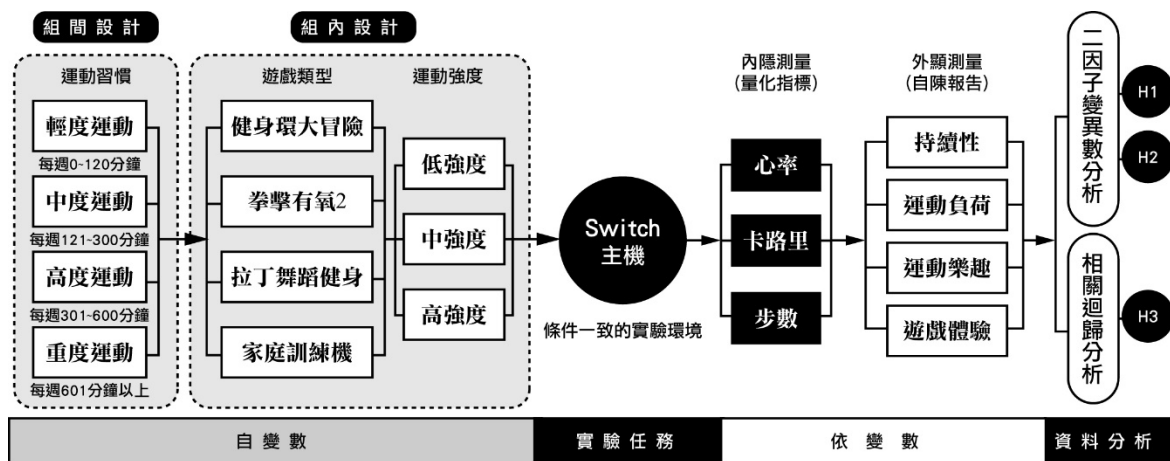


圖 2. 本研究所測定之自變數、依變數和實驗任務

依變數方面，本研究採用內隱測量途徑收集心率、卡路里和步數三種生理資訊，由醫療等級的智慧腕錶所記錄，用來觀測運動成效的合理性。另一方面，亦採用外顯測量途徑藉由自陳報告形式要求受測者在單一情境之後進行評量，共計有 14 項提問，由四個面向所組成，分別是持續性、運動負荷、運動樂趣和遊戲體驗。其中，除運動負荷以 Borg CR10 為基礎而採用十階量表評量之外，其他三面向均以 Likert 七階雙向量表進行評量。以上各項自變數和依變數採用二因子變異數分析和相關迴歸分析，本研究據此而提出下列三項研究假設：

- H1：遊戲類型、運動強度或運動習慣對於運動成效具有顯著影響。
- H2：遊戲類型、運動強度或運動習慣對於持續性具有顯著影響。
- H3：運動樂趣或遊戲體驗可以預測持續性。

3-3 受測者

本研究招募 60 位「有長期運動意願」的受測者參與實驗，年齡介於 20~30 歲，受測者的運動習慣被視為分群基礎而觀察。根據美國人體育鍛鍊準則所建議的成人每週運動時間為 150~300 分鐘為基準 (Piercy et al., 2018)，本研究考慮國人體質而適度微調，根據受測者過去三個月的每週平均運動時間，分成四個群組：輕度運動 (0~120 分鐘)、中度運動 (121~300 分鐘)、高度運動 (301~600 分鐘) 和重度運動 (601 分鐘以上)，每組分配 15 人，都必須經歷由遊戲類型和運動強度所交乘的 12 個情境，屬於組內設計。有關四組運動習慣的受測者之間的觀察，屬於組間設計。

3-4 刺激

本研究所採用的實驗刺激，如表 6 所示，共計四款 Switch 遊戲：拳擊有氧 2、健身環大冒險、拉丁舞蹈健身和家庭訓練機，其所模擬的運動類型分別是：拳擊、跑步+力量瑜珈、舞蹈和創意。前三者均符合表 2 所列美國人體育鍛鍊準則所建議的經典項目，家庭訓練機則採取相對有創意的運動形式，例如：跳過滾木，娛樂性雖然較高，其運動強度卻可達表 2 中劇烈強度欄位的高強度間歇訓練 (HIIT)。根據四款遊戲的設計概念，體感控制器所驅動的主要動作及其對應的次要動作各有不同，如表 6 所示。紅色部份表示體感控制器所握持或穿戴位置，其所驅動的主要動作與強度則以不同深淺的紅色部份表示；藍色部份則表示根據遊戲要求而跟隨的次要動作。

表 6. 本研究採用的實驗刺激及其控制器驅動部位和對應肢體一覽表

| 遊戲名稱 ^b | 健身環大冒險 Ring Fit Adventure | 拳擊有氧 2 Fitness Boxing 2 | 拉丁舞蹈健身 Zumba: Burn It Up! | 家庭訓練機 Family Trainer |
|-------------------------------|---|---|--|---|
| 遊戲封面 |  |  |  |  |
| 模擬運動類型 | 慢跑+力量瑜珈 | 拳擊 | 舞蹈 | 創意 |
| 控制器驅動部位 及對應肢體 ^a |  |  |  |  |

資料來源：本研究整理¹。^a 紅色表示主要動作，藍色表示次要動作。^b 點擊英文遊戲名稱觀看遊戲操作示範影片。

3-5 實驗設備

3-5.1 Switch 主機和體感控制器

本研究採用 Nintendo 公司的 Switch 主機，搭配 Joy-con 體感控制器 (簡稱 Joy-con) 和 Ring-con 組件。四款體感運動遊戲均要求玩家手持 Joy-Con 模擬真實運動行為，但有些差異。拳擊有氧 2 要求玩家雙手握持 Joy-con，如圖 3 (a) 所示；健身環大冒險要求玩家將紅色 Joy-con 安裝於健身環成為 Ring-con，如圖 3 (b) 所示，並將藍色 Joy-con 安裝於腿部固定帶，如圖 3 (c) 所示；拉丁舞蹈健身僅要求玩家單手握持 Joy-con；家庭訓練機則要求玩家雙手橫向握持紅色 Joy-con，藍色 Joy-con 安裝於腿部固定帶。



圖 3. 體感運動控制器的三種狀態：(a) Joy-con、(b) Ring-con、(c) 腿部固定帶¹

3-5.2 生理資訊記錄

本研究採用 Garmin 公司所出品的 Vivoactive 4 智慧腕錶作為生理資訊記錄設備，如圖 4 所示。Vivoactive 4 可以經由 App 從手機進行監控，在不干擾受測者的情況下記錄每一個實驗情境的生理資訊，包括步數、心率和卡路里。每位受測者的卡路里評估基礎（身高和體重），預先在手機內透過 App 設定。



圖 4. 生理資訊紀錄設備：Vivoactive 4 智慧腕錶¹

3-6 實驗環境

由於體感運動遊戲鼓勵受測者採取比較激烈的肢體動作，本研因此究採用 PlayStation VR 或 HTC Vive 所建議的 300 x 300 cm²的遊戲範圍，同時以 2cm 厚的拼裝地墊保護受測者的身體安全。單一情境進行之前，受測者均被要求以站姿立於正中央，如圖 5 所示。4K 大型顯示器的位置調整至涵蓋受測者站姿的最適高度，底部離地 100cm，如圖 5 (a) 所示。研究記錄者和監控筆電位於大型顯示器後方，面向受測者而即時觀察受測者，如圖 5 (b) 所示。

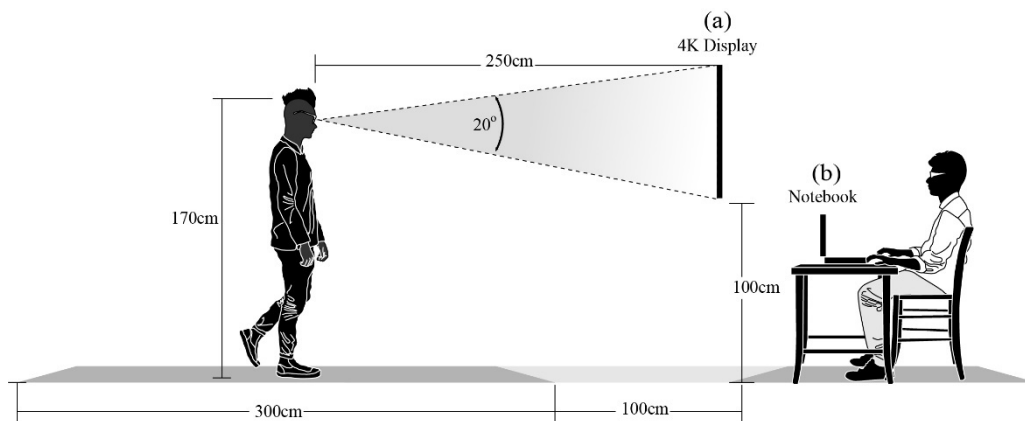


圖 5. 本研究採用的活動範圍及實驗記錄設備

3-7 實驗設計

遊戲類型和運動強度是本研究主要操弄的二項自變數，採用組內設計，並藉由拉丁方格分配以避免順序效應。每位受測者所經歷每一個試驗分別由實驗任務和自我報告二個階段所組成，如圖 6 所示。在

實驗任務階段，受測者在 12 個實驗情境中依照實驗者指示，穿戴或使用不同的體感控制器並進行遊戲，受測者的心率、卡路里和步數三種生理資訊同時被記錄。在自陳報告階段，受測者針對剛剛完成的單一試驗回報各項主觀感受。單一試驗完成之後，受測者休息 5 分鐘，再進行下一個試驗。

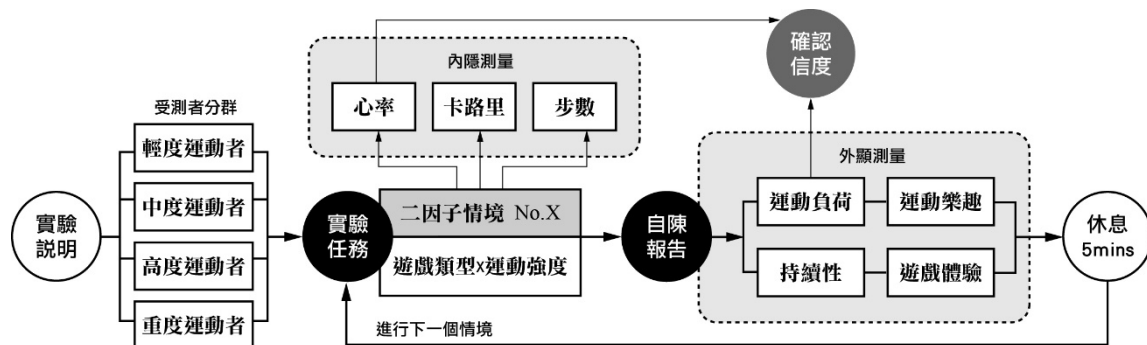


圖 6. 由實驗任務和自陳報告所組成的實驗流程

3-8 資料分析

本研究採用內隱途徑透過數位設備記錄定量資料，並採用外顯測量途徑經由自陳報告取得定性資料，二種資料均可以進行量化計算。

3-8.1 定性資料：自陳報告

來自於每一個試驗之後所進行的自陳報告。受測者在單一情境完成後均會接受自陳報告，其內容由 14 項提問組成，分成持續性、運動負擔、運動樂趣和遊戲體驗四個面向，如表 7 所示。其中，持續性來自本研究主要關心的命題，根據時間和立場所交乘的三種持續態度而提問；運動負擔來自 Borg (1970；1982) 的知覺運動量表；運動樂趣摘要自 Kendzierski 與 DeCarlo (1991) 的運動樂趣量表；遊戲體驗摘要自 Ijsselsteijn 等人 (2013) 的遊戲體驗問卷。

表 7. 自陳報告之面向、提問內容及其核心一覽表

| 面向 | 提問內容 | Likert 量表尺度 | 核心 |
|------|---------------------------|------------------------------|------|
| 持續性 | 1. 你是否願意再進行一次剛剛的活動？ | 不想←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→想要 | 再玩意願 |
| | 2. 主觀來看，你願意長期持續進行剛剛的活動嗎？ | 不願←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→願意 | 持續意願 |
| | 3. 客觀來看，你認為剛剛的活動適合長期運動方案？ | 不適←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→適合 | 認同感 |
| 運動負擔 | 1. 剛剛的活動讓你感到負擔如何？ | 輕鬆←0.1.2.3.4.5.6.7.8.9.10→吃力 | 運動負擔 |
| 運動樂趣 | 1. 你覺得這項運動有趣嗎？ | 無聊←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→有趣 | 樂趣感 |
| | 2. 你覺得這項運動很累嗎？ | 不累←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→疲累 | 疲累感 |
| | 3. 你覺得這是有效運動嗎？ | 無效←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→有效 | 有效感 |
| | 4. 你覺得這項運動令人振奮嗎？ | 沮喪←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→振奮 | 振奮感 |
| | 5. 你覺得這是健康的活動嗎？ | 玩票←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→健康 | 健康感 |
| 遊戲體驗 | 1. 你覺得在遊戲中有成就感嗎？ | 挫折←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→得意 | 成就感 |
| | 2. 你覺得自己在遊戲中專注嗎？ | 分心←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→專注 | 專注感 |
| | 3. 你覺得享受遊戲過程嗎？ | 痛苦←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→享受 | 享受感 |
| | 4. 你覺得遊戲進行順利嗎？ | 阻礙←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→流暢 | 流暢感 |
| | 5. 你感受到遊戲時間的流逝嗎？ | 緩慢←-3.-2.-1.0.+1.+2.+3→快速 | 時間感 |

3-8.2 定量資料：心率、卡路里、步數

來自於受測者在單一情境進行時以 Vivoactive 4 智慧腕錶所記錄的三項生理資訊。本研究假設，單一情境的生理資訊數值越大，表示能量消耗越多。基於受測者的運動習慣和生理條件（例如：身高、體重和年齡）不同，生理資訊仍須根據受測者差異而換算。此外，遊戲類型和運動強度所交乘的 12 個情境所需時間不盡相同，基於條件一致性原則，三項生理資訊轉換為平均心率、每分鐘卡路里、每分鐘步數。

四、結果與討論

由於受測者在單一試驗中所回報的主觀感受，是分析遊戲類型和運動強度所交互影響後的評價基礎，必須先確定其信度與效度。若從因素分析的角度來看，如表 8 (a) 的 KMO 所示，三個構念的 KMO 介於 0.705~0.860 之間，均達 0.7 以上，表示取樣適切性適當，可以進行後續討論。再經由內部一致性信度分析，結果如表 8(b) 的 *Cronbach's α* 所示，若將持續性、運動樂趣和遊戲體驗視為三個構念，其 *Cronbach's α* 介於 0.787~0.885 之間，均達 0.7 以上，表示三個構念的內部一致性足夠，具備信度。

表 8. 持續性、運動樂趣和遊戲體驗之信度分析與因素分析一覽表

| (a) KMO | | | | (b) <i>Cronbach's α</i> | | | |
|---------|-------|-------|-------|-------------------------|-------|-------|-------|
| 全部 | 持續性 | 運動樂趣 | 遊戲體驗 | 全部 | 持續性 | 運動樂趣 | 遊戲體驗 |
| 0.931 | 0.705 | 0.736 | 0.860 | 0.929 | 0.885 | 0.787 | 0.873 |

4-1 遊戲類型、運動強度和運動習慣所交互影響的運動成效

運動成效的討論範圍，包括運動負荷、平均心率、每分鐘卡路里和每分鐘步數。首先討論運動負荷，經由二因子變異數分析發現，遊戲類型 ($F_{(3,168)} = 7.637, p < 0.001$)、運動強度 ($F_{(2,112)} = 36.135, p < 0.001$) 和運動習慣 ($F_{(3,56)} = 6.128, p < 0.01$) 對於運動負荷均產生顯著影響，且運動強度分別與遊戲類型和運動習慣對於運動負荷產生顯著交互作用，因此接下來討論這二組交互作用。首先觀察遊戲類型和運動強度對於運動負荷的影響，如圖 7 所示。

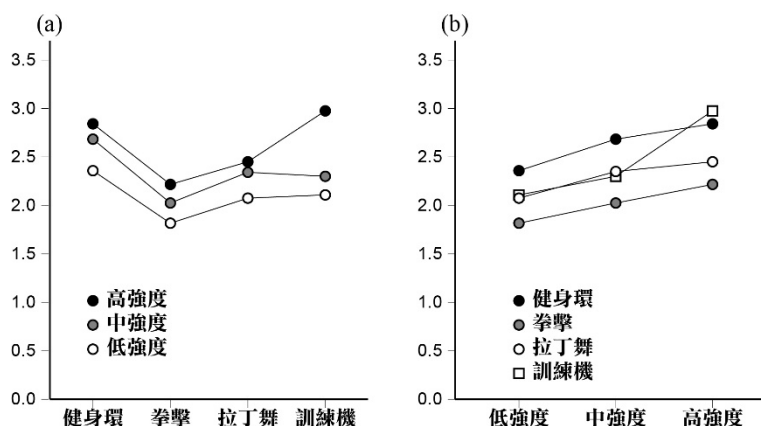


圖 7. 遊戲類型和運動強度對於「運動負荷」的交互影響

經由相依樣本二因子變異數分析，其交互作用顯著 ($F_{(6,354)} = 2.967, p < 0.01$)，因此必須討論二項自變數的單純主效應。若從運動強度的角度來看，如圖 7 (b) 所示，四條遊戲類型軌跡都隨著運動強度的增強而向右上揚，表示本研究所選擇的運動強度的三水準吻合運動負荷變化趨勢，表示初步具備效標關聯效度。若從遊戲類型的角度來看，如圖 7 (a) 所示，三條運動強度軌跡雖然都呈現 V 型趨勢，但低、

中強度的右側相對平緩，高強度軌跡的右側顯然上揚，表示高強度運動可能是二項自變數產生交互作用的關鍵。若再對照圖 7 (b)，在一致向右上揚的四條軌跡中，家庭訓練機（以下簡稱訓練機）的高強度運動急劇上揚，可能是導致前述結果的原因。

若從運動強度的單純主效應來看，如表 9 (b) 所示，經由 Post Hoc 事後分析，健身環大冒險（以下簡稱健身環）和拉丁有氧舞蹈（以下簡稱拉丁舞）都是中、高強度運動顯著高於低強度，拳擊有氧 2（以下簡稱拳擊）的高強度運動顯著高於低強度，而訓練機則是高強度運動顯著高於低、中強度。再從遊戲類型的單純主效應來看，如表 9 (a) 所示，經由 Post Hoc 事後分析，健身環在三種運動強度下的運動負荷顯著高於拳擊，並在中、高強度顯著高於拉丁舞；而訓練機雖然也有如此優勢，但僅表現於高強度運動，且不如健身環強勢。若從圖 7 (b) 再觀察，健身環的運動負荷最高，拉丁舞和訓練機次之，拳擊最低，而訓練機的高強度運動，使其平均值能略勝拉丁舞一籌。若單純從主觀感受來看運動成效，健身環的高強度運動負荷可能會是長期運動的首選，訓練機的高強度運動負荷也值得期待。有趣的關鍵是，若對照表 6，可以發現二款遊戲均以體感控制器驅動上下肢。

表 9. 遊戲類型和運動強度對於「運動負荷」之單純主效應分析摘要表

| 自變數 | 單純主效應 | SS | df | MS | F | p | Post Hoc |
|-------------|----------|--------|-------|--------|--------|--------|-------------|
| (a) 遊戲類型 | 1 低強度 | 8.836 | 2.755 | 3.208 | 4.143 | 0.009* | 1>2 |
| | 2 中強度 | 13.121 | 3 | 4.374 | 6.107 | 0.001* | 1>2、3、4 |
| | 3 高強度 | 22.004 | 2.822 | 7.797 | 7.319 | 0.000* | 1>2、3；4>2、3 |
| (b) 運動強度 | 1 健身環大冒險 | 7.286 | 2 | 3.643 | 7.693 | 0.001* | 3>1；2>1 |
| | 2 拳擊有氧 2 | 4.803 | 1.991 | 2.412 | 6.906 | 0.001* | 3>1 |
| | 3 拉丁有氧舞蹈 | 4.469 | 1.952 | 2.290 | 4.821 | 0.010* | 3>1；2>1 |
| | 4 家庭訓練機 | 24.869 | 1.878 | 13.240 | 25.758 | 0.000* | 3>1、2 |

*表示 $p < 0.05$

其次觀察運動強度和運動習慣對於運動負荷的影響，如圖 8 所示。經由混合設計二因子變異數分析，運動強度和運動習慣的交互作用顯著 ($F_{(6,472)} = 2.459, p < 0.05$)，因此必須討論二項自變數的單純主效應。若從運動強度的角度來看，如圖 8 (b) 所示，四條運動習慣軌跡仍然隨運動強度增強而向右上揚，意味著四種運動習慣的受測者對於運動負荷的感受同樣吻合三種運動強度的排序。若從運動強度的單純主效應來看，如表 10 (a) 所示，經由 Post Hoc 事後分析，四種運動習慣的受測者對於三種運動強度的運動負荷感受之排序都如預期而顯著漸強，如此可再次確定運動強度的效標關聯效度。

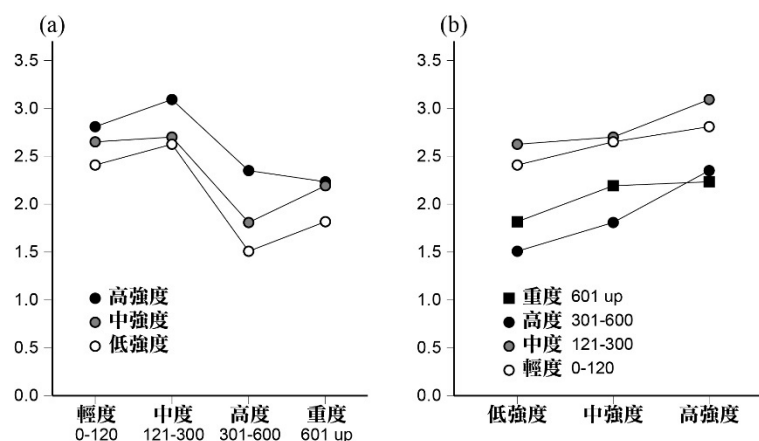


圖 8. 運動強度和運動習慣對於「運動負荷」的交互影響

若從運動習慣的角度來看，如圖 8 (a) 所示，三條運動強度軌跡未如預期地呈現往右下降的趨勢，反而是中度運動者和重度運動者顯然位於比預期還高的位置。如此表示，這二種運動習慣的受測者對於實驗情境安排所主觀感受的運動負荷並非如本研究所設想，也就是中度運動者所感受的運動負荷高於輕度運動者，重度運動者高於高度運動者。可見，若藉由受測者的「每週運動時間」作為分群基礎，看似合理卻仍有許多干擾變數必須加以控制，例如：受測者所接觸的運動類型、強度、時間可能都必須被獨立觀察，再藉由適當的權數進行整合計算，才能作為適當的分群基礎。然而，若再從運動習慣的單純主效應來看，如表 10 (b) 所示，經由 Post Hoc 事後分析，輕度運動者和中度運動者對於三種運動強度的運動負荷並無顯著差異，高度運動者和重度運動者在低強度和高強度亦無顯著差異，只有高度運動者在中強度呈現顯著低於重度運動者。如此表示，三條運動強度軌跡的異常表現仍在可以接受範圍之內。

表 10. 運動強度和運動習慣對於「運動負荷」之單純主效應分析摘要表

| 自變數 | 單純主效應 | SS | df | MS | F | p | Post Hoc |
|-------------|---------|--------|-------|--------|--------|--------|---------------------|
| (a) 運動強度 | 1 輕度運動者 | 4.869 | 2 | 2.435 | 5.442 | 0.005* | 3>1 ; 2>1 |
| | 2 中度運動者 | 7.536 | 1.983 | 3.800 | 7.415 | 0.001* | 3>1、2 |
| | 3 高度運動者 | 21.836 | 1.856 | 11.764 | 24.619 | 0.000* | 3>1、2 ; 2>1 |
| | 4 重度運動者 | 6.319 | 1.912 | 3.304 | 8.407 | 0.000* | 3>1 ; 2>1 |
| (b) 運動習慣 | 1 低強度 | 48.036 | 3 | 16.012 | 14.407 | 0.000* | 1>3、4 ; 2>3、4 |
| | 2 中強度 | 31.821 | 3 | 10.607 | 9.999 | 0.000* | 1>3、4 ; 2>3、4 ; 4>3 |
| | 3 高強度 | 28.821 | 3 | 9.607 | 6.983 | 0.000* | 1>3、4 ; 2>3、4 |

*表示 $p < 0.05$

若從運動成效的三項生理資訊來觀察，經由二因子變異數分析發現，遊戲類型和運動強度對於平均心率 ($F_{(6,354)} = 36.811, p < 0.001$)、每分鐘卡路里 ($F_{(6,354)} = 31.871, p < 0.001$) 和每分鐘步數 ($F_{(6,354)} = 177.795, p < 0.001$) 產生顯著交互作用。無論是從運動強度或遊戲類型的角度來看，經由 Post Hoc 事後分析，二者在平均心率或每分鐘卡路里的對比關係（請見表 11）相似於運動負荷（請見表 9）。然而，遊戲類型或運動強度在每分鐘步數的對比關係顯著不同於運動負荷，這表示每分鐘步數難以詮釋運動負荷。其原因有二：（1）四款遊戲的運動類型顯著不同；（2）四款遊戲的體感控制器驅動的肢體位置不一致。如表 6 所示，拳擊和拉丁舞並未藉由體感控制器來驅動下肢，導致受測者毋須邁開步伐仍可得分，步數因此難以確實反映運動成效，也就是運動負荷相對較低。此外，拳擊的三種運動強度的在平均心率和每分鐘卡路里都趨於一致，如表 11 (b) 所示。然而，為何受測者會在運動強度情境感受到不同的運動負荷？推測其原因，可能是來自技巧複雜度所形成的心理負荷。換句話說，拳擊這款遊戲是藉由技巧逐漸複雜來提升敏捷面向，而非力量面向。因此，強調敏捷的體感運動遊戲類型，值得後續研究再關注。

表 11. 遊戲類型和運動強度對於三項生理資訊之 Post Hoc 分析比較表

| 自變數 | 單純主效應 | 平均心率 | 每分鐘卡路里 | 每分鐘步數 |
|-------------|----------|----------------|----------------|---------------------|
| (a) 遊戲類型 | 1 低強度 | 1>2、3、4 ; 2>4 | 1>2、3、4 ; 2>4 | 2>1 ; 3>1、2 ; 4>1、2 |
| | 2 中強度 | 1>2、3、4 | 1>2、3、4 | 1>2、3、4 ; 3>4 |
| | 3 高強度 | 1>2、3 ; 4>2、3 | 1>2、3 ; 4>2、3 | 3>2、4>2、3 |
| (b) 運動強度 | 1 健身環大冒險 | 2>1、3 | 2>1、3 | 3>1 ; 2>1、3 |
| | 2 拳擊有氧 2 | - ^a | - ^a | 1>2、3 |
| | 3 拉丁有氧舞蹈 | 3>1 ; 2>1 | 3>1 ; 2>1 | 1>2、3 |
| | 4 家庭訓練機 | 3>1、2 ; 2>1 | 3>1、2 ; 2>1 | 3>1、2 ; 1>2 |

^a 表示因子之間無差異

整體來說，若剔除每分鐘步數，被視為運動成效的三項因子受到遊戲類型與運動強度或運動習慣的交互影響且變化趨勢一致，本研究提出的 H1 假設成立。然而，若以運動強度為基準，其與運動成效四項依變數的相關雖然可達顯著，如表 12 所示，但因相關係數太低而難以支撐迴歸統計解釋力。實際上，若從運動負荷與運動強度的軌跡趨勢匹配的角度來看，如圖 7 (b) 所示，運動負荷可以被視為運動成效的主觀感受，平均心率和每分鐘卡路里只能微弱地被視為運動成效的客觀表現。原因是，主觀感受所建構的心理評價，可能才是影響玩家購買體感運動遊戲的關鍵，生理資訊則有顯著的個人差異。

表 12. 運動強度、運動負荷、平均心率、每分鐘卡路里、每分鐘步數四項依變數之 Pearson 相關係數摘要表

| 依變數 | 運動強度 | 運動負荷 | 平均心率 | 每分鐘卡路里 | 每分鐘步數 |
|--------|------|--------|--------|--------|--------|
| 運動強度 | - | 0.165* | 0.123* | 0.125* | 0.146* |
| 運動負荷 | | - | 0.150* | 0.145* | 0.093* |
| 平均心率 | | | - | 0.992* | 0.361* |
| 每分鐘卡路里 | | | | - | 0.362* |
| 每分鐘步數 | | | | | - |

*表示 $p < 0.05$

4-2 遊戲類型、運動強度和運動習慣所交互影響的持續性

本研究所制定的持續性討論範圍，包括再玩意願、持續意願和認同感。三項提問看似相似，但仍有時間和態度的差異。以下討論由這三項因子所組成的持續性構念，以及來自遊戲類型、運動強度和運動習慣的交互影響。首先，經由二因子變異數分析發現，遊戲類型 ($F_{(3,168)} = 17.874, p < 0.001$)、運動強度 ($F_{(2,112)} = 2.015, p > 0.05$) 和運動習慣 ($F_{(1,56)} = 1.808, p > 0.05$) 對於持續性的影響不一，但是遊戲類型同時分別與運動強度和運動習慣對於持續性產生顯著交互影響，接下討論這二組交互作用，如圖 9 所示。

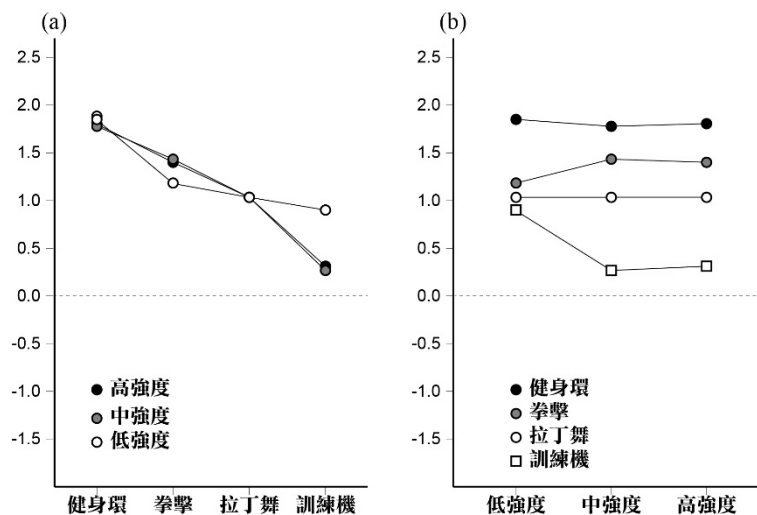


圖 9. 遊戲類型和運動強度對於「持續性」的交互影響

經由相依樣本二因子變異數分析，遊戲類型和運動強度對於持續性的交互作用顯著 ($F_{(6,354)} = 4.649, p < 0.001$)，因此必須討論二項自變數的單純主效應。若從遊戲類型的角度來看，如圖 9 (b) 所示，健身環、拳擊、拉丁舞三條軌跡不因運動強度增強而改變趨勢，唯有訓練機軌跡在中、強度運動急遽下降，表示訓練機的這二種運動強度不被支持。若對照圖 7 (b)，訓練機的高強度運動在運動負荷顯著高於其他情境，這也許可以解釋為受測者卻步的緣由。若再從運動強度的角度觀察，如圖 9 (a) 所示，三條軌跡往右顯著下降，且訓練機的中、高強度運動使得下降趨勢更明顯。然而，若對照圖 7 (b)，訓練機的中強度運動所帶來的運動負荷其實還不如健身環的中、高強度運動強烈，為何受測者所表達的持續性竟

然趨近於零？由此可見，運動負荷不應該是影響持續性的唯一因子，更多因子的影響應該加入後續討論。

若從運動強度的單純主效應來看，如表 13 (b) 所示，經由 Post Hoc 事後分析，前三款遊戲顯然未呈顯著差異，訓練機在低強度運動所表現的持續性顯然高於中、高強度運動，這也是訓練機軌跡在圖 9 (b) 的中、高強度運動急遽下降的最佳證明。若從遊戲類型的單純主效應來看，如表 13 (a) 所示，經由 Post Hoc 事後分析，可以看出健身環在三種運動強度的持續性有絕對優勢；拳擊和拉丁舞則在中、高強度運動才稍微嶄露頭角。有趣的是，若同時比對圖 7 (b) 和圖 9 (b)，健身環的高運動負荷卻能獲得高持續性，訓練機的高運動負荷反而獲致低持續性，其間的矛盾值得後續討論深入剖析。

表 13. 遊戲類型和運動強度對於「持續性」之單純主效應分析摘要表

| 自變數 | 單純主效應 | SS | df | MS | F | p | Post Hoc |
|-------------|-----------|--------|-------|--------|--------|--------|-----------------|
| (a) 遊戲類型 | 1 低強度 | 32.015 | 3 | 10.672 | 7.940 | 0.000* | 1>2、3、4 |
| | 2 中強度 | 75.980 | 3 | 25.327 | 16.982 | 0.000* | 1>2、3、4；2>4；3>4 |
| | 3 高強度 | 72.537 | 2.724 | 26.632 | 14.887 | 0.000* | 1>2、3、4；2>4；3>4 |
| (b) 運動強度 | 1 健身環大冒險 | 0.159 | 1.971 | 0.081 | 0.340 | 0.709 | - ^a |
| | 2 拳擊有氧 2 | 2.212 | 2 | 1.106 | 2.613 | 0.078 | - ^a |
| | 3 拉丁有有氧舞蹈 | 3.333 | 2 | 1.667 | 0.000 | 1.000 | - ^a |
| | 4 家庭訓練機 | 15.000 | 1.850 | 8.108 | 7.437 | 0.001* | 1>2、3 |

*表示 $p < 0.05$ 。^a 表示因子之間無顯著差異

經由混合設計二因子變異數分析，遊戲類型和運動習慣對於持續性的交互作用顯著 ($F_{(9,528)} = 6.118$, $p < 0.001$)。若從遊戲類型的角度來看，如圖 10 (b) 所示，四條遊戲類型軌跡趨勢相當混亂，表示不同運動習慣受測者各有所好。整體來看，健身環軌跡較平緩且高，表示受到四種運動習慣的共同支持；訓練機軌跡最低且震盪，表示不同運動習慣受測者的持續性態度不一致，特別是高度運動者的不支持。若再從運動強度的角度來看，如圖 10 (a) 所示，重度運動者軌跡較平緩且高，除了訓練機之外對於另三款遊戲抱持相似的持續態度；中度運動者軌跡較平緩且低，除了健身環對於另三款遊戲抱持相似的持續態度；輕度運動者和中度運動者對於四款遊戲的持續態度鮮明，二條軌跡均往右劇烈遞減。有趣的是，相似於圖 9 (a) 的趨勢，再對照圖 7 (a)，健身環和訓練機的運動負荷均高，卻獲致截然不同的持續性。推論其原因，訓練機強調創意玩法且採取高運動負荷，容易被認為是極度花費體力的體感遊戲，而不是專業運動遊戲；健身環藉由健身教練提升專業形象，其高度運動負荷容易被視為運動目標而被合理化。

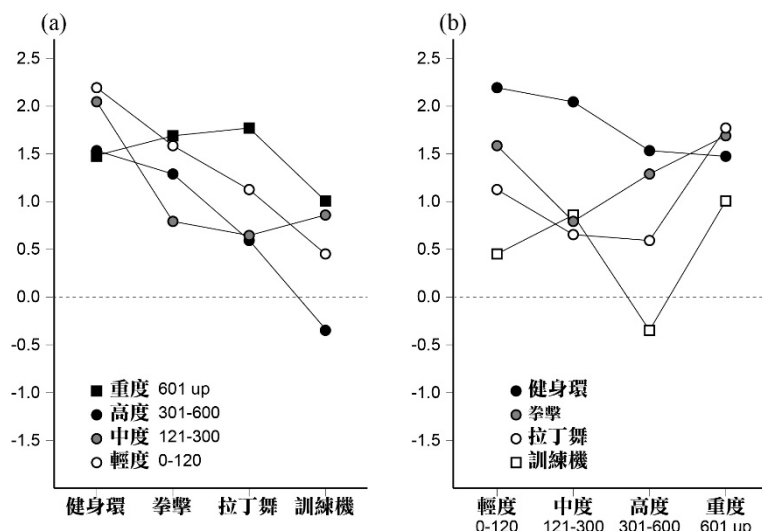


圖 10. 遊戲類型和運動習慣對於「持續性」的交互影響

若從遊戲類型的單純主效應來看，如表 14 (a) 所示，經由 Post Hoc 事後分析，健身環在四種運動習慣的持續性均顯著高於其他三款遊戲；拳擊的持續性其次且在低度、高度運動者均顯著高於拉丁舞；訓練機的持續性均是顯著最低。再從運動習慣的單純主效應來看，如表 14 (b) 所示，經由 Post Hoc 事後分析，輕度、中度運動者對於健身環的持續性都顯著高於高度、重度運動者；輕度、重度運動者對於拳擊的持續性顯著高於中度運動者；重度運動者對於拉丁舞的持續性顯著高於其他三種運動習慣；高度運動者對於訓練機的持續性顯著低於其他三種運動習慣，如圖 10 (a) 所示，這也是訓練機持續性被拉至谷底的主因。

表 14. 遊戲類型和運動習慣對於「持續性」之單純主效應分析摘要表

| 自變數 | 單純主效應 | SS | df | MS | F | p | Post Hoc |
|-------------|-----------|--------|-------|--------|--------|--------|-------------------|
| (a) 遊戲類型 | 1 輕度運動者 | 72.971 | 3 | 24.324 | 18.225 | 0.000* | 1>2、3、4；2>3、4；3>4 |
| | 2 中度運動者 | 56.297 | 3 | 18.766 | 10.961 | 0.000* | 1>2、3、4 |
| | 3 高度運動者 | 96.005 | 2.684 | 35.768 | 18.514 | 0.000* | 1>3、4；2>3、4；3>4 |
| | 4 重度運動者 | 15.806 | 3 | 5.269 | 7.063 | 0.000* | 1>4；2>4；3>4 |
| (b) 運動習慣 | 1 健身環大冒險 | 17.581 | 3 | 5.860 | 5.935 | 0.001* | 1>3、4；2>3、4 |
| | 2 拳擊有氧 2 | 21.781 | 3 | 7.260 | 3.863 | 0.010* | 1>2；4>2 |
| | 3 拉丁舞有氧舞蹈 | 40.373 | 3 | 13.458 | 6.272 | 0.000* | 4>1、2、3 |
| | 4 家庭訓練機 | 49.854 | 3 | 16.618 | 6.401 | 0.000* | 1>3；2>3；4>3 |

*表示 $p < 0.05$

持續性構念雖然是來自再玩意願、持續意願和認同感三項因子之彙整，但基於時間和態度之差異，三項因子間仍有些微差異。經由二因子變異數分析發現，遊戲類型和運動強度對於再玩意願 ($F_{(6,354)} = 2.422, p < 0.05$)、持續意願 ($F_{(6,354)} = 4.283, p < 0.001$) 和認同感 ($F_{(6,354)} = 3.533, p < 0.01$) 均產生顯著交互作用。進一步經由 Post Hoc 事後分析，遊戲類型和運動強度在三項因子的對比關係（請見表 15）幾乎等同持續性（請見表 13），除了拳擊，如表 15 (b) 所示。有趣的是，若同時觀察再玩意願和持續意願這二項基於第一人稱的持續性因子，除了訓練機之外，運動強度似乎不是主要的評價基準。然而，當認同感的評價立場轉換至第三人稱時，拳擊的運動強度卻成為評價參考。依此推論，受測者以第一人稱評估體感運動遊戲的持續性時，是否主要依賴遊戲類型所帶來的娛樂價值？相對地，持續性的評價立場轉換至相對客觀的第三人稱時，可以詮釋運動成效的運動強度則被納入參考？然而，如此推論需要更多客觀證據來驗證。

表 15. 遊戲類型和運動強度對於持續性三項因子之 Post Hoc 分析比較表

| 自變數 | 單純主效應 | 再玩意願 | 持續意願 | 認同感 |
|-------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|
| (a) 遊戲類型 | 1 低強度 | 1>2、3、4 | 1>2、3、4 | 1>2、3、4 |
| | 2 中強度 | 1>3、4；2>3、4；3>4 | 1>2、3、4；2>4、3>4 | 1>2、3、4；2>4、3>4 |
| | 3 高強度 | 1>3、4；2>3、4；3>4 | 1>2、3、4；2>4、3>4 | 1>2、3、4；2>4、3>4 |
| (b) 運動強度 | 1 健身環大冒險 | - ^a | - ^a | - ^a |
| | 2 拳擊有氧 2 | - ^a | - ^a | 2>1；3>1 |
| | 3 拉丁舞有氧舞蹈 | - ^a | - ^a | - ^a |
| | 4 家庭訓練機 | 1>2、3 | 1>2、3 | 1>2 |

^a 表示因子之間無顯著差異

進一步觀察，經由二因子變異數分析發現，遊戲類型和運動習慣對於再玩意願 ($F_{(9,528)} = 4.568, p < 0.001$)、持續意願 ($F_{(9,528)} = 5.578, p < 0.001$) 和認同感 ($F_{(9,528)} = 4.417, p < 0.001$) 均產生顯著交互作用。進一步經由 Post Hoc 事後分析，遊戲類型和運動習慣在三項因子的對比關係（請見表 16）高度相似

於表 14 的遊戲類型主效應。相對地，運動習慣主效應則輕微地凸顯了不同運動習慣受測者在立場改變時的持續態度，例如：輕度運動者在拉丁舞情境所表達的認同感顯著高於高度運動者，重度運動者在訓練機情境所表達的認同感顯著高於輕度運動者。換句話說，運動習慣主效應雖未能在二個情境中改變認同感因子的排序，卻能拉開距離。若延續先前訓練機有高運動負荷和低持續性的觀察，是否表示受測者以第三人稱評價持續性時，可能會更客觀考慮運動成效面向？以上推論，相當程度地呼應著運動成效在客觀評價持續性時會被提高參考價值之觀點。

表 16. 遊戲類型和運動習慣對於持續性三項因子之 Post Hoc 分析比較表

| 自變數 | 單純主效應 | 再玩意願 | 持續意願 | 認同感 |
|-------------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|
| (a) 遊戲類型 | 1 輕度運動者 | 1>3、4；2>3；4 | 1>2、3、4；2>4 | 1>2、3、4；2>4；3>4 |
| | 2 中度運動者 | 1>2、3、4 | 1>2、3、4 | 1>2、3、4 |
| | 3 高度運動者 | 1>3、4；2>3；4；3>4 | 1>3、4；2>3；4；3>4 | 1>2、3、4；2>4；3>4 |
| | 4 重度運動者 | 2>1、4；3>1、4 | 1>4；3>4 | 1>4；3>4 |
| (b) 運動習慣 | 1 健身環大冒險 | 1>3、4；2>4 | 1>3、4；2>3、4 | 1>3、4 |
| | 2 拳擊有氧 2 | 1>2；4>2、3 | 1>2；3>2；4>2 | 1>2；4>2 |
| | 3 拉丁有氧舞蹈 | 4>1、2、3 | 4>2、3 | 1>3；4>2、3 |
| | 4 家庭訓練機 | 1>3、2>3；4>3 | 1>3、2>3；4>3 | 2>3；4>1、3 |

整體來說，構成持續性的再玩意願、持續意願和認同感均受到遊戲類型與運動強度或運動習慣的交互影響且變化趨勢一致，本研究提出的 H2 假設可以成立。此外，持續性來自再玩意願、持續意願和認同感三項因子之彙整，四者之間也理所當然地以高度相關水準彼此連結，如表 17 所示。然而，基於時間和立場差異所交互的三項持續性因子，相關係數之間仍存在微妙差異。特別是，以第三人稱評價未來持續態度的認同感與第一人稱表達立即重複參與的再玩意願之相關係數，顯然不如其他因子之間的相關係數。如此表示，受測者在認同感所採用的評價基準，顯然不同於再玩意願和持續意願。以上推論，再次呼應認同感的評價基準可能更主要仰賴運動成效。

表 17. 持續性及其三項因子之 Pearson 相關係數摘要表

| | 持續性 | 再玩意願 | 持續意願 | 認同感 |
|------|-----|--------|--------|--------|
| 持續性 | - | 0.886* | 0.940* | 0.879* |
| 再玩意願 | | - | 0.771* | 0.629* |
| 持續意願 | | | - | 0.759* |
| 認同感 | | | | - |

*表示 $p < 0.05$

4-3 運動樂趣或遊戲體驗所預測的持續性

根據本研究所設定的持續性構念組成來看，由時間和立場二軸所交乘的三項因子，可以被視為受測者對於特定體感運動遊戲的三種評價距離：再玩意願極近、持續意願較遠、認同感極遠。再玩意願詢問受測者立刻重複參與的意願，受測者所評估的依據是立即發生的自身生理負荷和心理負荷，其所依賴的資訊是未經盤算的衝動或慾望，評價距離因此極近。持續意願詢問受測者從主觀角度來評估長期持續運動意願，受測者所評估的生理負荷和心理負荷，必須再加上長時間持續的理性盤算，但仍保有個人的主觀意願，評價距離因此較遠。認同感詢問受測者從客觀角度來評估長期持續運動意願，受測者必須嘗試抽離主觀態度以更理性的客觀態度進行盤算，自身所經歷的生理負荷和心理負荷僅作參考，評價距離因此極遠。以上三項因子的評價距離，可以被用來解釋運動樂趣或遊戲體驗在立場切換時的參考價值。

運動樂趣構念由樂趣感、疲累感、有效感、振奮感、健康感五項依變數組成，擷自 Kendzierski 和 DeCarlo (1991) 所建議的運動樂趣量表。根據表 8 所示，運動樂趣的整體 *Cronbach's α* 和 KMO 分別為 0.787 和 0.736，已具備信度和效度。若將運動樂趣視為自變數，再將持續性及其三項因子視為依變數，經由簡單迴歸分析，結果如表 18 所示。持續性、再玩意願、持續意願和認同感的 *R* 分別為 0.790、0.694、0.707 和 0.739，檢定值均達顯著水準，均屬於中高度正相關。同時，持續性及其三項因子的 ΔR^2 所提供的迴歸變異量分別為 62.3% ($F_{(1,718)}=1188.345, p<0.001$)、48.1% ($F_{(1,718)}=666.168, p<0.001$)、49.9% ($F_{(1,718)}=718.480, p<0.001$) 和 54.6% ($F_{(1,718)}=864.107, p<0.001$)，均有相當程度的統計解釋力。

表 18. 運動樂趣對於持續性及其三項因子之簡單迴歸分析摘要表

| | <i>R</i> | <i>F</i> | <i>p</i> | ΔR^2 | β | <i>t</i> | <i>p</i> |
|------|----------|----------|----------|--------------|---------|----------|----------|
| 持續性 | 0.790 | 1188.345 | 0.000 | 0.623 | 0.790 | 34.472 | 0.000* |
| 再玩意願 | 0.694 | 666.168 | 0.000 | 0.481 | 0.694 | 25.810 | 0.000* |
| 持續意願 | 0.707 | 718.480 | 0.000 | 0.499 | 0.707 | 26.804 | 0.000* |
| 認同感 | 0.739 | 864.107 | 0.000 | 0.546 | 0.739 | 29.396 | 0.000* |

*表示 $p<0.05$

遊戲體驗構念由成就感、專注感、享受感、流暢感、時間感五項依變數組成，擷自 Ijsselsteijn 等人 (2013) 所建議的遊戲經驗問卷。根據表 8 所示，遊戲體驗的整體 *Cronbach's α* 和 KMO 分別為 0.873 和 0.860，相對於運動樂趣具備相對較高的信度與效度。若將遊戲體驗視為自變數，再將持續性及其三項因子視為依變數，經由簡單迴歸分析，結果如表 19 所示。持續性、再玩意願、持續意願和認同感的 *R* 分別為 0.767、0.721、0.746、0.605，檢定值均達顯著水準，均屬於中高度正相關。同時，持續性及其三項因子的 ΔR^2 所提供的迴歸變異量分別為 58.8% ($F_{(1,718)}=1188.345, p<0.001$)、51.9% ($F_{(1,718)}=777.909, p<0.001$)、55.6% ($F_{(1,718)}=902.377, p<0.001$) 和 36.5% ($F_{(1,718)}=414.643, p<0.001$)，均有相當程度的統計解釋力。若再計入前述運動樂趣對於持續性的統計解釋力，本研究所提出的 H3 假設可以成立。

表 19. 遊戲體驗對於持續性及其三項因子之簡單迴歸分析摘要表

| | <i>R</i> | <i>F</i> | <i>p</i> | ΔR^2 | β | <i>t</i> | <i>p</i> |
|------|----------|----------|----------|--------------|---------|----------|----------|
| 持續性 | 0.767 | 1027.811 | 0.000 | 0.588 | 0.767 | 32.059 | 0.000* |
| 再玩意願 | 0.721 | 777.909 | 0.000 | 0.519 | 0.721 | 27.891 | 0.000* |
| 持續意願 | 0.746 | 902.377 | 0.000 | 0.556 | 0.746 | 30.040 | 0.000* |
| 認同感 | 0.605 | 414.643 | 0.000 | 0.365 | 0.605 | 20.363 | 0.000* |

*表示 $p<0.05$ 。

整體來看，如表 18 和 19 所示，運動樂趣或遊戲體驗對於持續性及其三項因子的統計解釋力非常接近，但仍可看出微妙變化。相對於運動樂趣，遊戲體驗對於再玩意願和持續意願的統計解釋力微幅成長，分別是 3.8% 和 5.7%，意味著受測者從第一人稱來評估該款體感運動遊戲的持續參與意願時，無論時間長短，遊戲體驗仍具影響力。可以確認的是，運動樂趣和遊戲體驗在以主觀角度評估持續態度時，都佔有一席之地。然而，相對於遊戲體驗，運動樂趣對於認同感的統計解釋力則大幅成長，可達 18.1%，意味著受測者從第三人稱來評估該款運動遊戲的長時間持續參與意願時，運動樂趣的影響甚鉅。顯而易見地，認同感相對於再玩意願和持續意願的顯著反轉，如此凸顯運動樂趣在理性思考下的高度參考價值，同時也反映運動樂趣才是體感運動遊戲的長遠價值。

五、結論

後疫情時代，對於遊戲廠商而言，究竟如何維持居家運動者的持續性？一直是極具挑戰的重要課題。畢竟，這些考量攸關玩家是否會掏出腰包買單的關鍵。長久以來，市面可見的大多數體感運動遊戲一直徘徊於運動成效和娛樂性之間，或兼具、或突顯其中一項。然而，運動強度太高的運動項目讓玩家卻步，娛樂性太高的運動項目難以達成運動目的。基於本研究所選的四款體感運動遊戲，Nintendo 所出品的健身環大冒險能在運動樂趣和遊戲體驗之間取得適當平衡性，並在運動成效和持續性領先群雄。分析其理由，健身環大冒險透過慢跑和力量瑜珈二套主軸活動來兼顧心肺功能和肌力訓練二大運動型態，並透過源源不斷的角色扮演遊戲關卡來吸引玩家持續前進，更藉由體感控制器分別驅動手部和腿部，不僅在物理和生理面向建立邏輯性，也在玩家的心理面向建構合理性。更重要的是，具備豐富專業知識的虛擬運動教練隨伺在側，也是支持玩家在高強度運動之下維持長時間運動的關鍵因素。以上理由，來自於本研究所確認的各項觀察：（1）遊戲類型、運動強度和運動習慣均顯著影響運動成效且有交互作用。（2）除了運動習慣，遊戲類型和運動強度均顯著影響持續性且有交互作用。（3）採用體感控制器同時驅動上下肢的體感運動遊戲，其運動成效高於僅驅動上肢的體感運動遊戲。（4）基於運動類型差異和體感控制器驅動肢體數二項因素，每分鐘步數不適合成為運動成效的評價依據。（5）相對於客觀表現的生理資訊，主觀認知的運動負荷所表達的運動成效更具說服力。（6）有運動專業教練陪伴的高強度體感運動遊戲，可以提升持續性。（7）從客觀角度來看，運動樂趣在評估持續性的參考價值會遠高於遊戲體驗。期望，本研究初探所得，可以成為後續體感運動遊戲相關研究之參考。

誌謝

感謝科技部專題計畫編號 MOST 110-2410-H-119-007 提供經費支持本研究進行。

註釋

- ¹ 本研究所引用之遊戲控制器圖片和遊戲畫面，其著作權均屬於該公司所有。其中，Nintendo 公司的相關圖片均以電子郵件取得該使用權；Vivoactive 4 智慧腕錶圖片符合 Garmin 公司的授權規範。

參考文獻

- Adcock, M., Thalmann, M., Schättin, A., Gennaro, F., & De Bruin, E. D. (2019). A pilot study of an in-home multicomponent exergame training for older adults: Feasibility, usability and pre-post evaluation. *Frontiers in Aging Neuroscience, 11*, 304.
- Agarwal, R., & Karahanna, E. (2000). Time flies when you're having fun: Cognitive absorption and beliefs about information technology usage. *MIS Quarterly, 24*(4), 665-694.
- Amorim, M. G. S., de Oliveira, M. D., Soares, D. S., da Silva Borges, L., Dermargos, A., & Hatanaka, E. (2018). Effects of exergaming on cardiovascular risk factors and adipokine levels in women. *The Journal of Physiological Sciences, 68*(5), 671-678.
- Bakker, J., Donath, L., & Rein, R. (2020). Balance training monitoring and individual response during

- unstable vs. stable balance exergaming in elderly adults: Findings from a randomized controlled trial. *Experimental Gerontology*, 139, 111037.
5. Borg, G. A. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 2, 92-98.
 6. Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14, 377-381.
 7. Borg, E., Borg, G., Larsson, K., Letzter, M., & Sundblad, B. M. (2010). An index for breathlessness and leg fatigue. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(4), 644-650.
 8. Cardona, J. E. M., Cameirao, M. S., Paulino, T., i Badia, S. B., & Rubio, E. (2016, September). Modulation of physiological responses and activity levels during exergame experiences. In *2016 8th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)* (pp. 1-8). Barcelona: IEEE.
 9. Carlson, S. A., Fulton, J. E., Schoenborn, C. A., & Loustalot, F. (2010). Trend and prevalence estimates based on the 2008 physical activity guidelines for Americans. *American Journal of Preventive Medicine*, 39(4), 305-313.
 10. Casamichana, D., Castellano, J., Calleja-Gonzalez, J., San Román, J., & Castagna, C. (2013). Relationship between indicators of training load in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(2), 369-374.
 11. Chen, H., & Sun, H. (2017). The effects of active videogame feedback and practicing experience on children's physical activity intensity and enjoyment. *Games for Health Journal*, 6(4), 200-204.
 12. Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond boredom and anxiety: The experience of play in work and games*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
 13. Finkelstein, S., Nickel, A., Lipps, Z., Barnes, T., Wartell, Z., & Suma, E. A. (2011). Astrojumper: Motivating exercise with an immersive virtual reality exergame. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 20(1), 78-92.
 14. Faric, N., Potts, H. W., Hon, A., Smith, L., Newby, K., Steptoe, A., & Fisher, A. (2019). What players of virtual reality exercise games want: Thematic analysis of web-based reviews. *Journal of Medical Internet Research*, 21(9), e13833.
 15. Gao, Y., & Mandryk, R. (2012). The acute cognitive benefits of casual exergame play. In J. A. Konstan, E. H. Chi, & K. Höök (Eds.), *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1863-1872). New York, NY: Association for Computing Machinery.
 16. Garcia-Agundez, A., Folkerts, A. K., Konrad, R., Caserman, P., Tregel, T., Goosses, M. Göbel, S., & Kalbe, E. (2019). Recent advances in rehabilitation for Parkinson's disease with exergames: A systematic review. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 16(1), 17.
 17. Göbel, S., Hardy, S., Wendel, V., Mehm, F., & Steinmetz, R. (2010). Serious games for health: Personalized exergames. In A. del Bimbo, S. Chandg, & A. Smeulders (Eds.), *Proceedings of the 18th ACM International Conference on Multimedia* (pp. 1663-1666). New York, NY: Association for Computing Machinery.
 18. IJsselsteijn, W., van den Hoogen, W., Klimmt, C., de Kort, Y., Lindley, C., Mathiak, K., Poels, K., Ravaja, N., Turpeinen, M., & Vorderer, P. (2008, August). Measuring the experience of digital game enjoyment. In A. Spink, M. Ballintijn, N. Bogers, F. Grieco, L. Loijens, L. Noldus, G. Smit, & P. H. Zimmerman (Eds.), *Proceedings of Measuring Behavior* (pp. 88-89). Wageningen, Netherlands: Noldus Information Technology.

19. IJsselsteijn, W., de Kort, Y., & Poels, K. (2013). The game experience questionnaire. *Eindhoven University of Technology*. Eindhoven, Netherlands. Retrieved from https://pure.tue.nl/ws/portalfiles/portal/21666907/Game_Experience_Questionnaire_English.pdf
20. Kari, T., Salo, M., & Frank, L. (2020). Role of situational context in use continuance after critical exergaming incidents. *Information Systems Journal*, 30(3), 596-633.
21. Kendzierski, D., & DeCarlo, K. J. (1991). Physical activity enjoyment scale: Two validation studies. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 13(1), 50-64.
22. Kraft, J. A., Russell, W. D., Bowman, T. A., Selsor III, C. W., & Foster, G. D. (2011). Heart rate and perceived exertion during self-selected intensities for exergaming compared to traditional exercise in college-age participants. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(6), 1736-1742.
23. Lee, S., Kim, W., Park, T., & Peng, W. (2017). The psychological effects of playing exergames: A systematic review. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 20(9), 513-532.
24. Lin, J. H. (2015). "Just Dance": The effects of exergame feedback and controller use on physical activity and psychological outcomes. *Games for Health Journal*, 4(3), 183-189.
25. Lin, X. Y., Saksono, H., Stowell, E., Lachman, M. E., Castaneda-Sceppa, C., & Parker, A. G. (2020). Go&Grow: An evaluation of a pervasive social exergame for caregivers of loved ones with dementia. In J. Nichols (Ed.), *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 4 (CSCW2)(pp. 1-28). New York, NY: Association for Computing Machinery.
26. Mat Rosly, M., Mat Rosly, H., Davis OAM, G. M., Husain, R., & Hasnan, N. (2017). Exergaming for individuals with neurological disability: A systematic review. *Disability and Rehabilitation*, 39(8), 727-735.
27. McDonough, D. J., Pope, Z. C., Zeng, N., Lee, J. E., & Gao, Z. (2018). Comparison of college students' energy expenditure, physical activity, and enjoyment during exergaming and traditional exercise. *Journal of Clinical Medicine*, 7(11), 433.
28. Morelli, T., Foley, J., & Folmer, E. (2010). Vi-bowling: A tactile spatial exergame for individuals with visual impairments. In A. Barreto, & V. Hanson (Ed.), *Proceedings of the 12th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility* (pp. 179-186). New York, NY: Association for Computing Machinery.
29. Murrock, C. J., Bekhet, A., & Zauszniewski, J. A. (2016). Psychometric evaluation of the physical activity enjoyment scale in adults with functional limitations. *Issues in Mental Health Nursing*, 37(3), 164-171.
30. Nani, S., Matsouka, O., & Antoniou, P. (2019). Can ten weeks intervention with exergames contribute to better subjective vitality and physical health? *Sport Sciences for Health*, 15(1), 43-47.
31. Oh, Y., & Yang, S. (2010). Defining exergames & exergaming. *Proceedings of Meaningful Play* (pp. 1-17). East Lansing, MI: Michigan State University.
32. O'Loughlin, E., Sabiston, C. M., Kakinami, L., McGrath, J. J., Consalvo, M., O'Loughlin, J. L., & Barnett, T. A. (2020). Development and validation of the reasons to Exergame (RTEX) scale in young adults: Exploratory factors analysis. *JMIR Serious Games*, 8(2), e16261.
33. Piercy, K. L., Troiano, R. P., Ballard, R. M., Carlson, S. A., Fulton, J. E., Galuska, D. A., George S. M., & Olson, R. D. (2018). The physical activity guidelines for Americans. *The Journal of the American Medical Association*, 320(19), 2020-2028.
34. Pitta, A., Pereira, G., Lara, J. P. R., Beck, J. K. M., Wolf, R., Mayor, J. J. V., Moreira, N. B., & Rodacki, A.

- L. F. (2020). The effects of different exergame intensity training on walking speed in older women. *Games for Health Journal*, 9(2), 121-128.
35. Reis, E., Postolache, G., Teixeira, L., Arriaga, P., Lima, M. L., & Postolache, O. (2019). Exergames for motor rehabilitation in older adults: An umbrella review. *Physical Therapy Reviews*, 24(3-4), 84-99.
 36. Schättin, A., Arner, R., Gennaro, F., & de Bruin, E. D. (2016). Adaptations of prefrontal brain activity, executive functions, and gait in healthy elderly following exergame and balance training: A randomized-controlled study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 8, 278.
 37. Shariat, A., Cleland, J. A., Danaee, M., Alizadeh, R., Sangelaji, B., Kargarfard, M., Ansari, N. N. Sepehr F. H., & Tamrin, S. B. M. (2018). Borg CR-10 scale as a new approach to monitoring office exercise training. *Work*, 60(4), 549-554.
 38. Skalski, P., Tamborini, R., Shelton, A., Buncher, M., & Lindmark, P. (2011). Mapping the road to fun: Natural video game controllers, presence, and game enjoyment. *New Media & Society*, 13(2), 224-242.
 39. Staiano, A. E., Abraham, A. A., & Calvert, S. L. (2013). Adolescent exergame play for weight loss and psychosocial improvement: A controlled physical activity intervention. *Obesity*, 21(3), 598-601.
 40. Steiner, B., Elgert, L., Saalfeld, B., & Wolf, K. H. (2020). Gamification in rehabilitation of patients with musculoskeletal diseases of the shoulder: Scoping review. *Journal of Medical Internet Research: Serious Games*, 8(3), e19914.
 41. Viana, R. B., Vancini, R. L., Vieira, C. A., Gentil, P., Campos, M. H., Andrade, M. S., & de Lira, C. A. B. (2018). Profiling exercise intensity during the exergame Hollywood workout on XBOX 360 Kinect®. *PeerJ*, 6, e5574.
 42. Whitehead, A., Johnston, H., Nixon, N., & Welch, J. (2010). Exergame effectiveness: What the numbers can tell us. In R. Wainess & S. N. Spencer (Eds.), *Proceedings of the 5th ACM SIGGRAPH Symposium on Video Games* (pp. 55-62). New York, NY: Association for Computing Machinery.
 43. Wolf, R., Rodacki, A. L. F., Silveira, M. C., Krueger, E., & Pereira, G. (2018). Effects of additional external load manipulation on perceptual and physiological responses during exergame. *Motriz: Revista de Educação Física*, 24(4), e101884.
 44. Zheng, L., Li, G., Wang, X., Yin, H., Jia, Y., Leng, M., Li, H., & Chen, L. (2020). Effect of exergames on physical outcomes in frail elderly: A systematic review. *Aging Clinical and Experimental Research*, 32(11), 2187-2200.

Research on the Exercise Performance and Continuity of Exergames Using Switch as an Example

Ta Wei Lin

Department of Animation, Taipei National University of the Arts

davidlin93@gmail.com

Abstract

Exergames combine exertions with video games, which have become a popular alternative to long-term exercise programs in recent years. Game developers usually apply entertainment to build their exergames, which is considered the continuity. However, whether the entertainment aspect of exergames is the primary consideration for long-term exercise programs for young crowds is still an unclear issue. Accordingly, this study recruited 60 young participants to join a two-factor experiment consisting of game genre and exercise intensity, and observed the exercise habits of the participants, which were considered the confounded variable. Exercise performance and continuity were regarded as the main dependent variables. The former consisted of subjective exercise load and objective expressed steps, heart rate, and calories; the latter consisted of subjective willingness to play again or to continue and a sense of affirmation. The physical activity enjoyment generally focuses on the sports themselves and is different from the gaming experience used to interpret entertainment. This study attempts to understand: (1) the effects of game genre, exercise intensity or exercise habits on exercise performance or continuity, (2) the explanatory power of subjective feelings or physiological information on exercise performance, and (3) the explanatory power of the physical activity enjoyment or gaming experience on continuity. The results showed that: (1) game genre, exercise intensity, and exercise habits have significant impacts on exercise performance or continuity; (2) the number of limbs driven by the somatosensory controllers may affect the exercise performance; (3) the subjective exercise load is more convincing than the objective heart rate and calories; (4) virtual professional coaches for exercise significantly affect the continuity; (5) the physical activity enjoyment explains the continuity better than gaming experience.

Keywords: Exergame, Exercise Performance, Continuity, Long-term Exercise Program.