

以行動裝置進行點偵測任務訓練 對臺灣高中生考試焦慮與情緒調 節之成效初探

林逸安¹、張瀚云^{1,2}

過度的考試焦慮會使學生無法集中注意力，從而影響表現。近來研究發現，點偵測訓練可以有效降低考試焦慮，但這些研究通常缺乏本土化和生態環境中的應用實證。本研究設計了一款使用中文考試相關字詞作為刺激物的 APP 訓練程式，允許學生遠距進行點偵測訓練。實驗在學生的兩次期考之間，為期六週，每週三次，每次十分鐘。在訓練前後，我們測量受試者的情境與特質焦慮量表及情緒調節量表的得分，並在第一次和第二次期考前五天測量生理指標。本研究共招募了 13 名高中生，其中 12 名完成了訓練。成對 *t* 檢定結果顯示，點偵測訓練降低了受試者的情境和特質焦慮，促進了情緒調節能力，且部分降低生理激發。然而，本研究未發現注意力偏誤改善的明顯效果。由於缺乏對照組，本研究結果尚無法確認訓練的成功性。建議未來研究應擴大樣本並加入對照組，以增強統計效力，同時也能提供更可靠的基礎來評估點偵測訓練對考試焦慮的實際效果，從而更有效地確認研究假設的正確性。此外，若能調整生理指標的收集時間，可能更有效地掌握考試焦慮引發的生理變化。本研究是臺灣首次探討使用遠距行動裝置進行點偵測訓練對降低高中生考試焦慮的影響，除提供實證建議，也為臺灣注意力偏誤修正研究奠定了基礎。

關鍵詞：點偵測訓練、考試焦慮、青少年

¹ 亞洲大學心理學系

² 亞洲大學附設醫院臨床心理中心

通訊作者：張瀚云，亞洲大學心理學系，ta8001017@asia.edu.tw。
本研究感謝亞洲大學附屬醫院補助（計畫編號：11251014）。

近來研究發現一種注意力偏誤調整 (attention bias modification, ABM) 方式，點偵測訓練 (dot probe task, DPT)，可幫助大腦認知資源從威脅性刺激中解放而促進情緒調節及降低學生考試焦慮 (Cai et al., 2018; Price et al., 2014)。但目前對於 ABM 療效的說法不一，點偵測訓練是否能可有效減輕學生的考試焦慮現階段仍有四項研究缺口：(一) 介入效果受實施場域是在實驗室或遠距在家的影響甚大，故在真正納入臨床治療之前，需進一步的實證研究 (Linetzky et al., 2015; Mogoşe et al., 2014)；(二) 引起考試焦慮的喚起機制如非正式學業考試，是否真的能引起學生對於考試的負面情緒，值得進一步探討 (Cai et al., 2018)；(三) 目前驗證考試焦慮的方法主要以問卷為主，較少配合多樣生理指標 (Roos et al., 2021)；(四) 過往訓練介入多在電腦上進行點偵測訓練，與一般行動裝置相比，其使用上的可及性較低，但使用行動裝置進行點偵測訓練的可靠性尚未被確認 (Zainal & Jacobson, 2024)。

本研究運用符合臺灣文化的「考試焦慮相關用字」為點偵測訓練的刺激物，透過配合受試者的日常學業考試，更貼近學生實際的考試焦慮情境，以檢視點偵測訓練的功效。此外，本研究使用生理回饋儀和血壓計來測量受試者面臨考試時的生理變化，以客觀數據搭配主觀問卷的方式評估訓練後的變化。本研究假設，透過點偵測訓練，可以顯著降低受試者的情境與特質焦慮、提升情緒調節能力、降低注意力偏誤，以及減少生理焦慮的變化。

文獻探討

(一) 考試焦慮對於青少年學業和身心的影響

考試焦慮，被定義為個體處在面對考試、被評量或競賽情境所引發出的特定緊張反應 (Zeidner, 1998)。此特定焦慮現象受到關注，是於 1952 年因 Mandler 與 Sarason 推出「考試焦慮問卷」(The Test Anxiety Questionnaire, TAQ) 作為研究工具，這項指標性的研究，為後續學者在相關領域的探索提供了堅實基礎 (Mandler & Sarason, 1952; Stöber & Pekrun, 2004)。值得注意的是，考試焦慮與一般性焦慮有所不同：前者主要將評量或比賽結果視為潛在威脅，而後者的擔憂範疇則更為廣泛 (Baloglu, 1999)。

隨著研究的進展，學者進一步提議應將考試焦慮分為「考試前焦慮」及「考試中焦慮」，因學生在考試前所經歷的焦慮感與考試時的生理反應之間存在顯著的正相關，且學生考試前的焦慮感會影響正式考試的狀態 (Stöber & Pekrun, 2004; Zhang et al., 2011)。青少年研究亦顯示，臺灣高中學生在面對較高的考試前焦慮時，其考試時的緊張程度會隨之上升，進而對學業表現產生不利影響 (陳婉真, 2009)。

臺灣高中生面臨的考試焦慮會直接妨礙他們的認知解題能力 (陳婉真, 2009)。而從國際視角來看，考試焦慮在各種教育階段的盛行率可達 15—25%，且隨著學生年齡增長，特別是在國、高中階段，考試焦慮的程度更是持續增加 (McDonald, 2001; Putwain & Daly, 2014; Sung et al., 2016)。

青少年階段，考試焦慮是常見的現象 (趙子揚等人, 2018)，但過度焦慮反使學生無法在考試情境中展現其真正的實力 (宋曜廷等人, 2013; 陳婉真, 2009; Chao & Sung, 2019)。考試焦慮對於學業和成就而言，是一種負向情緒狀態，這與學生對考試結果的擔憂有關，尤其是當學生認知到考試結果可能影響他們的未來 (林宴瑛, 2022; 陳婉真, 2006; Cai et al., 2018)。適當的考試焦慮會使學生在更專注於考試 (McDonald, 2001)，但過度的焦慮會影響他們的專注力，負向循環之下只會引發更高的考試焦慮 (黃筠婷、程炳林, 2021; Dewhurst & Marlborough, 2003)，進而影響學業成就，甚至可能降低他們的社交功能和幸福感 (陳智修, 2018; Daly et al., 2011; von der Embse et al., 2018)。

焦慮症狀雖是臺灣青少年常見的精神問題，但真正尋求協助的個案並不多 (Huang, 2008)。青少年的考試焦慮不僅影響其學業表現，還會在認知、生理和行為三個層面產生影響。在認知層面，他們可能會產生自我貶抑、預期失敗和低自尊等情緒；在生理層面，則可能出現心跳加速、呼吸急促、血壓上升等反應；而在行為層面，他們在考試中可能會表現出焦慮狀態，如四處張望或咬指甲 (Cai et al., 2018)。受到高度考試焦慮困擾的學生在考試及學習表現上往往不如預期 (陳婉真, 2009; Conley & Lehman, 2012; McDonald, 2001; Schillinger et al., 2021; Sung et al., 2016)。青少年的

考試焦慮情緒如果長期未處理，會導致個案的學業受影響，更糟糕的是，學業成績的不佳可能會加劇學生的考試焦慮，使他們陷入一個惡性循環，這樣的情境可能導致部分學生選擇放棄學業、產生自卑羞愧感、與同儕疏遠，甚至做出輟學的決定（陳智修，2018）。值得注意的是，高度考試焦慮者在未來發展心血管疾病和其他情緒健康問題的風險也將增加（Conley & Lehman, 2012; Daly et al., 2011; Putwain et al., 2021）。因此，為了維護臺灣學子的身心健康，如何幫助他們適當調節考試壓力以及如何因應考試焦慮成為一個不容忽視的議題（宋曜廷等人，2013；陳智修，2018）。

（二）考試焦慮的理論概念

1950年代初期，Mandler 與 Sarason（1952）首次提出一套理論架構並設計了相應的問卷，旨在探索考試焦慮對學業成就的潛在影響，不過，學界普遍認為，當時的研究框架仍處於初級階段，主要側重於單一維度（one-dimensional）的解讀（Putwain, von der Embse, et al., 2020; von der Embse et al., 2018）。到了1967年，Liebert 與 Morris 兩位學者進一步完善此理論，提出了考試焦慮二因素模式，分別為憂慮（worry）和情緒性（emotionality），從此，學術界的研究範疇逐漸轉向更為深入的二維度分析，使得我們可以更細緻地區分考試焦慮中的認知成分與情感生理反應（Liebert & Morris, 1967; Putwain, von der Embse, et al., 2020; Torrano et al., 2020）。

憂慮乃指考試焦慮中的認知成分，它涉及學生對考試或競賽成果的自評認知偏向（Schillinger et al., 2021）。具體來說，當學生反覆憂慮自己在考試或競賽中可能的不佳結果，或是質疑自己是否能夠順利完成測試，他們可能對該考試感到強烈的主觀威脅。這種認知層面的焦慮往往持續時間較長，且影響學習和考試的專注力（高淑芳、陸洛，2001；Lowe, 2019; Schillinger et al., 2021）。與此不同，情緒性反映的是學生對於考試威脅的即時情緒和生理反應，如因焦慮而引起的心率增加、手汗、口乾舌燥或頭暈等症狀（Shen et al., 2018）。此種反應主要由自主神經系統所引發，並可在考試前的某段時間開始，於考試進行期間達到高峰，多數人會在考試結束後恢復至正常狀態（Roos et al., 2021; Szafranski et al., 2012; Zhang et al., 2011）。

1984年，Sarason 基於二因素模式，進一步拓展至四因素模式，此模型保留了原有的憂慮概念，並增加了考試無關想法（test-irrelevant thinking），同時，將情緒性細分為身體症狀（bodily symptoms）和緊張（tension），其中，考試無關想法涉及學生在考試中的分心思緒，例如：最近我遇到了什麼問題？；身體症狀則描述生理上的反應，如：頭痛或心跳加快；而緊張涉及負面自我感知，例如：考前的焦慮感，Sarason 強調，專注於考試任務能夠緩解考試焦慮的負面效應（Sarason, 1984）。而隨著研究的深入，後續有學者從認知理論來探討考試焦慮的模型，其分別為認知干擾模型（cognitive interference model）（Wine, 1980）和缺陷模型（deficit model）（Naveh-Benjamin et al., 1981），在認知干擾模型（cognitive interference model）中，焦慮的學生傾向分心於考試無關的思緒，例如：對表現的擔憂，這會影響他們的考試表現（Burcaş & Creţu, 2021; Lowe & Lee, 2008）。而缺陷模型則細分為學習技能缺陷（study skills deficits）和應試技能缺陷（test taking deficits），前者認為學生由於缺乏有效學習技巧而容易產生焦慮；後者則認為學生在考試時因應試技巧不足而產生焦慮（von der Embse et al., 2018）。

綜觀相關文獻，儘管不同學術流派對考試焦慮的定義存在微妙的差異，但普遍認為考試焦慮是一個多維度的複雜概念。

（三）考試焦慮的評估方法

隨著科技的進步，考試焦慮的評估已有更多元型式，譬如利用醫學影像（例如：fMRI）（Huang et al., 2022），和行為測量（例如：臉部表情的辨識）（Kim et al., 2022），但自我評估仍為主要的測量方式（self-report measures）。不過，學界近年開始提出應運用更客觀且連續性的生理測量方法作為評估工具（Cai et al., 2018; Conley & Lehman, 2012; Roos et al., 2021）。

1. 自我評估的多面向與其挑戰

測量考試焦慮最常用的自我評估問卷，又可分成兩個面向，一個是特質考試焦慮（*trait test anxiety*），此焦慮的特徵是相對穩定但長期不舒服的情緒狀態，主要是和受試者對於考試威脅的覺察（Bertrams et al., 2010; Ng & Lee, 2015）。另一個面向是狀態考試焦慮（*state test anxiety*），相對特質考試焦慮而言，其為暫時性的情緒狀態，此狀態可能會隨著離考試日期的遠近而有所變化（龔韋勳, 2018; Szafranski et al., 2012; Zhang et al., 2011）。狀態焦慮的高低取決於個體的特質焦慮及考試環境壓力下的交互作用（Eysenck et al., 2007）。目前，多數考試焦慮量表著重於「特質考試焦慮」，且一般認為特質與狀態焦慮之間存在正相關（Bertrams et al., 2010; Roos et al., 2021）。然而，某些學者強調在考試情境中，更應重視「狀態考試焦慮」的測量，以避免由於回憶效應或主觀信念所引起的偏差（Goetz et al., 2013; Robinson & Clore, 2002）。

儘管自我評估提供了方便且成本效益的評估策略，但仍存在回憶誤差、主觀信念偏差、社會期許效應等可能妨礙其準確性的因素（Roos et al., 2021; Strohmaier et al., 2020）。

2. 生理測量

近年，學者嘗試利用生理指標深入評估焦慮狀態，如分析唾液皮質醇（*salivary cortisol, SC*）的濃度變化或膚電活性（*electrodermal activity, EDA*）以評估測驗時的情緒調節（Pizzie & Kraemer, 2021; Ringeisen et al., 2019）。相較於自評問卷，生理指標具有兩大優勢：（1）提供更為客觀的數據，減少主觀誤差；（2）能連續追蹤數據，觀察其與時間或特定事件的相關性（Roos et al., 2021）。生理指標會因自律神經活化而有暫時性的變化，這是為了幫助身體有更多的資源去作反應，這種個體因應壓力情境所產生的生理反應，又稱之為生理喚起（*physiological arousal*）（Bian et al., 2022）。理論上，當個體處在考試中，或是考試焦慮較高時，生理喚起比率也會呈現較高的趨勢，且這種變化是個體無法自行控制和隱藏的（Roos et al., 2021）。目前，針對考試焦慮的常見生理指標包括：

（1）**心率（heart rate, HR）**。此指標評估心血管系統活動，通常用 BPM 表示（*beat per minute, BPM*），研究指出，心率與考試焦慮正相關，但與考試成績呈現負相關（Daly et al., 2011）。心率因壓力因素、個體因素或對威脅的認知程度而異（Conley & Lehman, 2012）。

（2）**血壓（blood pressure, BP）**。評估心臟對血管的壓力。當壓力增加，交感神經活化導致血壓升高，故考試焦慮與血壓正相關（Apriza et al., 2022）。目前主要以居家血壓偵測（*home blood pressure monitoring, HBPM*）方式測量，但也有研究採用 24 小時動態血壓監測（*ambulatory blood pressure monitoring, ABPM*）進行長時間追蹤，以瞭解學生面對壓力時的血壓變化趨勢，但缺點是儀器價格昂貴（陳朝欽、葉宏一, 2018; Conley & Lehman, 2012）。

（3）**心跳變異率（heart rate variable, HRV）**。測量心跳間隔的變異程度。研究顯示，HRV 太低，代表心臟對於壓力的反應空間較小，這可能增加心血管疾病的風險，故理論上 HRV 與考試焦慮呈負相關（Roos et al., 2021）。而 HRV 的指標又可分成時域指標和頻域指標，常見的時域指標為：心跳與心跳間期的標準差（*standard deviation of all normal to normal intervals, SDNN*），單位為毫秒，而常見的頻域指標為極低頻波（*very low frequency, VLF; VLF: 0.0033-0.04 Hz*）、低頻波（*low frequency, LF; LF: 0.04-0.15 Hz*）、高頻波（*high frequency, HF; HF: 0.15-0.40 Hz*）（林宜美, 2021; Forte et al., 2019）。

然而儘管多數研究結果支持生理喚起的理論，但在實務研究上生理指標和自評量表之間並非呈現正相關，這之間可能的干擾因素包括個體差異性、測量方式、測量的時間點、試題的壓力程度等，且多數研究在實驗室環境下進行（Roos et al., 2021），故考試焦慮的生理測量仍需更多外部環境下的驗證。

而為了更精確測量情緒及治療對於生理指標的影響，有研究採用在平日情境測量第 1 次確立基準值，在壓力情境下測量第 2 次，將兩次數值相減所得之數值「差異值」作分析，提出將面對相同壓力，但不同時間點或組別的差異值作比較，可更精確評估治療和壓力所帶來變化，且可減少個體之間先天生理差異性所造成的研究誤差（Daly et al., 2011; Pittig et al., 2013; Trotman et al., 2019）。

(四) 注意力和考試焦慮的關係

注意力偏誤 (attentional bias) 為訊息處理中的特定傾向，讓個體對高威脅目標展現出較高的關注度 (Putwain, Symes, et al., 2020)。實證研究顯示，相對於低焦慮個體，高焦慮個體更傾向集中注意力於高威脅刺激 (Abend et al., 2018; Pergamin-Hight et al., 2015)。焦慮症的認知模型也提出，這種偏誤可能促使焦慮症的發展 (Mogg & Bradley, 2016)。透過視覺注意力的深入研究，Corbetta 與 Shulman (2002) 指出，視覺注意力受兩大系統主導：目標導向及刺激導向。根據注意力控制理論，焦慮會增強對威脅的刺激導向系統的敏感度，並干擾目標導向系統，從而導致認知資源的分配失衡 (Corbetta & Shulman, 2002; Eysenck et al., 2007)。而其值得注意的是，高考試焦慮者的注意力控制功能較弱，影響其抑制和轉換能力 (Tan & Pang, 2023)。研究還發現，在考試壓力下，高焦慮學生更傾向於關注與考試相關的威脅性刺激物 (Zhang et al., 2018)。

高度考試焦慮者傾向將考試視為強烈的威脅，這使他們在考試中過度集中注意力於關注負面結果而非真正的考試問題，特別是在高難度考試中，這個現象尤為明顯，成為影響考試表現的主要原因 (Angelidis et al., 2019; Cai et al., 2018; Dodd et al., 2017; Wei et al., 2022)。例如，高考試焦慮者在數學考試中容易分心，將注意力放在這次考試可能的不佳結果，而非真正解題 (Putwain et al., 2011; Woolridge et al., 2021)。因此，他們需要投入更多認知資源以維持專注 (Wei et al., 2022)。

基於注意力偏誤的理論，學者發展了「注意力偏誤調整」方法 (ABM)，搭配電腦程式修正焦慮患者的注意力偏誤，將其注意力傾向移向中性刺激，以降低其焦慮敏感度 (Mogg & Bradley, 2016)。目前已有多種 ABM 典範，如點偵測訓練和視覺搜索訓練，在以 12 項對照研究進行的統合分析結果，發現 ABM 治療焦慮上有顯著效果，屬於中等效果量 (Hakamata et al., 2010)。然而，另一個運用 46 個對照研究的統合分析，卻發現 ABM 焦慮的治療效果相當小，可能並無想像中的有效 (Mogoşe et al., 2014)。研究者進一步的將實施場域作區分後，發現在臨床進行的 ABM 訓練具有顯著效果，在家中進行的 ABM 則未見介入前後之顯著差異 (Linetzky et al., 2015)。ABM 治療效果目前說法雖然不一，但相比常規心理治療，電腦網路化的 ABM 治療提供了相對高性價比的選擇，具有繼續研究的價值 (Ferrari et al., 2016)。

(五) 注意力對情緒調節的關係

情緒調節被定義為個體對於自身情緒的認知、體驗和表達的調控過程，是一種有意識地處理情緒的策略 (Gross, 1998; Kota & Venta, 2021)。焦慮疾病與情緒調節失調有關，其包括四個核心過程：1. 辨識情緒調節的需求；2. 選擇適當的調節策略；3. 實施調節策略；4. 持續監控情緒調節狀態 (Sheppes et al., 2015)。

注意力過度集中於高威脅目標易造成大腦認知資源無法應用於情緒調節功能，導致大腦情緒中心無法去活化，進而持續感受到負面的情緒體驗 (Price et al., 2014)。近期研究指出，情緒調節能力與學生的考試焦慮有密切關聯。過往研究運用情緒調節量表 (Emotion Regulation Questionnaire, ERQ) 於 1,266 名醫學生進行評估，發現情緒調節能力較佳的學生考試焦慮程度較低 (Liu et al., 2021)。因此注意力分配 (attentional allocation) 被認為是情緒調節的一種機制，例如，將注意力從打針的疼痛轉移到其他物體，如牆上的海報，能夠降低疼痛感受 (Cisler & Koster, 2010)。進一步的研究也顯示，通過調整注意力偏誤可以改善情緒調節能力 (Van Bockstaele et al., 2019)。

(六) 點偵測訓練

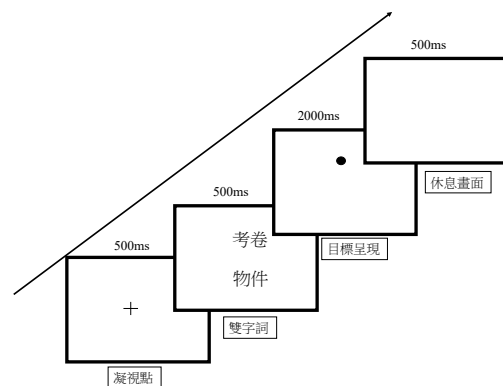
雖然藥物和認知行為療法對於焦慮症有療效，但其局限性亦明顯，如藥物的副作用和不完全的治療效果 (Mogg & Bradley, 2016)。因此，學者開發了點偵測訓練 (DPT) 方法，旨在利用大量且重覆的注意力偏誤訓練，訓練受試者能調節自我注意力，不再聚焦負向刺激物，以減緩憂鬱症、社交焦慮等情緒問題 (侯育銘等人, 2020; Cai et al., 2018; Heeren et al., 2015; Price et al., 2015; Putwain et al., 2011)。

DPT 是一種注意力偏誤調整方法 (ABM)，其原理是將兩種情緒刺激物同時呈現在單一螢幕的不同側，再透過目標選擇任務，測量受試者的注意力偏誤傾向或訓練受試者將注意力從傾向觀看

威脅性刺激物轉移到中性刺激 (van Rooijen et al., 2017)。詳細內容可分成三個階段：第一階段會在螢幕正中央呈現「十」字的凝視點。第二階段會在凝視點位置的上方和下方呈現兩個刺激物（雙字詞或圖片），一個為負向情緒刺激物（如：考卷），另一個為中性情緒刺激物（如：物件），兩類刺激物以隨機且機率相等之型式，呈現在螢幕上方或下方。第三階段，兩個刺激物消失後，會在其中一個刺激物的位置上（即第二階段的位置）呈現目標物（如：單一小圓點或其他類別目標），受試者須儘速判斷目標物在何位置，並按下相對應的方向鍵（如：圓點呈現在上方位置時，按「↑」；呈現在下方位置時，則按下「↓」鍵 (MacLeod et al., 2002)。

訓練前測量受試者注意力偏誤傾向時，目標物出現於負向情緒刺激物與中性情緒刺激物方位的機率各為 50%；然而，在訓練受試者將注意力從傾向觀看負向情緒刺激物方位轉移到中性情緒刺激物方位時，則目標物出現於中性情緒刺激物方位的機率多設定為 100% (Beevers et al., 2015; Hakamata et al., 2010; March, 2010; Pettit et al., 2020)，點偵測訓練介面示意圖，如圖 1 所示。當受試者注意力傾向於威脅性刺激物，且後續目標物同樣出現於威脅性刺激物方位時，反應時間 (reaction time, RT) 較短；反之目標物出現在中性刺激物位置時，反應時間較長。經過點偵測訓練後，受試者會傾向注意中性刺激物，故後續目標物出現於威脅性刺激物方位時，受試者此時需將注意力從中性刺激物位置轉移至威脅性刺激物位置，故反應時間拉長；反之目標物出現在中性刺激物位置時，反應時間較短 (Price et al., 2015)。

圖 1
點偵測訓練介面示意圖



因此，計算受試者在第三階段執行任務時，目標物在威脅性刺激物位置和中性刺激物位置的反應時間，即可瞭解受試者注意力偏誤的傾向，為方便理解，計算方式多是將正確選取威脅性刺激物位置目標物反應時間減去正確選取中性刺激物位置目標物反應時間，所得的數值稱為注意力偏誤指數 (attention bias index, ABI)，當 ABI 為正值時，表示受試者傾向避開考試字詞，這是 ABM 研究所預期的結果 (Putwain et al., 2011; See et al., 2009)。

學者也嘗試利用 DPT 來降低學生的考試焦慮，Cai 等人 (2018) 選擇中國大學生為研究對象，將其分為實驗組及安慰劑組，在 eStroop 前後測評量的基礎上，實驗組進行了為期五天的連續電腦 DPT 訓練。焦慮程度的評估包括視覺類比量表 (Visual Analogue Scale, VAS) 的自我評估和澱粉酶 (salivary amylase) 的測量。研究結果顯示，儘管在澱粉酶方面兩組之間沒有統計學上的顯著差異，但實驗組的自我評估焦慮顯著減少，且在 eStroop 測試中取得了明顯進展。此外，See 等人 (2009) 針對新加坡高中生進行了相關研究，將學生分成實驗組和對照組。研究以學生即將赴澳洲留學的情境作為真實的壓力源，並使用電腦 DPT 進行了為期 14 天的介入訓練。每次訓練均伴隨著注意力偏誤的評估，並使用情境與特質焦慮量表 (State-Trait Anxiety Inventory, STAI) 作為前後評估工具，研究結果表明，實驗組在注意力偏誤方面明顯避免了對負面刺激的注意，在特質焦慮方面，實驗組呈現減少的趨勢，而對照組則呈現增加的趨勢；在狀態焦慮方面，兩組均有上升，但實驗組的增幅明顯較小。

然以上兩項研究雖對 DPT 提出正面看法，但兩者皆非以正式考試作為考試壓力源，且後者是在受試者已經到了澳洲才作後測，這些研究限制可能影響了對 DPT 是否對實際生態環境的焦慮事件具有介入成效的推論。此外，在文獻探討上，也有學者提出對 DPT 實用性需要進一步研究的討論，如 Carlbring 等人（2012）將 79 名符合社交焦慮診斷的受試者隨機分為實驗組和對照組，並在家中透過網路使用電腦進行了為期四週的 DPT 訓練來降低社交焦慮，結果顯示兩組在焦慮感和注意力偏誤方面沒有明顯差異（Carlbring et al., 2012）。同樣，Neubauer 等人（2013）也找到了 56 名符合社交焦慮診斷的受試者，並將其分為實驗組和對照組，讓他們同樣在家使用網路進行了為期四週，平均 8 次的電腦 DPT 訓練，且除了注意力偏誤和焦慮感的測量外，還進行了行為評估試驗和生態瞬時評估，以瞭解受試者的社交焦慮改善程度，然而，結果顯示兩組在後測評量中並沒有顯著差異（Neubauer et al., 2013）。

過去的研究表明，部分研究提出點偵測訓練能有效降低對負面刺激的注意力以及減輕考試焦慮。然而，這些結論是否能適用於臺灣青少年的考試焦慮仍存在四個研究缺口。首先，現有研究中的點偵測訓練所使用的刺激項目與臺灣的考試文化無關，因此是否能有效訓練臺灣青少年應對考試刺激的大腦迴路仍有待質疑。其次，引起考試焦慮的機制並非來自正式的學術考試，這是否能真正引起學生對考試的負面情緒也值得懷疑。第三，測量考試焦慮的方法主要依賴問卷，缺乏生理測量指標的客觀性。最後，現有研究中的點偵測訓練都是在電腦上進行的，相對於一般的移動設備，其可及性較低。

（七）研究假設

假設一：透過本研究之點偵測訓練，可顯著降低受試者之情境與特質焦慮。

假設二：透過本研究之點偵測訓練，可顯著提升受試者之情緒調節能力。

假設三：透過本研究之點偵測訓練，可顯著降低受試者之注意力偏誤。

假設四：透過本研究之點偵測訓練，可顯著降低受試者之生理焦慮變化。

方法

（一）研究參與者

本研究招募對象為高中升學班學生，納入條件為有意願參與並已取得家長或監護人同意書的學生，排除重大精神疾病（如，思覺失調症、重鬱症等），最後共 12 位受試者進行最終分析。

（二）研究工具

1. 情境與特質焦慮量表（The State-Trait Anxiety Inventory, STAI）

此量表英文版本於 1971 年由 Spielberger 等人所編製，主要用於評量受試者的主觀焦慮，目前已有學者將之應用於考試焦慮的評估（Önem, 2010; See et al., 2009; Spielberger et al., 1971; Zettle & Raines, 2000）。其中文版由鍾思嘉與龍長風於 1984 年進行翻譯修訂，王國川與鍾鳳嬌（2016）以 792 位高中二年級學生，對中文版「情境—特質焦慮量表」進行信、效度探討，情境焦慮量表的內部一致性信度為 .92，rho 效度係數為 .92；特質焦慮量表的內部一致性信度為 .89，rho 效度係數為 .90，發現量表具有良好的鑑別力，但建議先實施「情境焦慮量表」，再寫「特質焦慮量表」，因可避免先寫「特質焦慮量表」所造成的情緒波動，影響「情境焦慮量表」的評測（王國川、鍾鳳嬌，2016；鍾思嘉、龍長風，1984）。

2. 情緒調節量表（Emotion Regulation Questionnaire, ERQ）

本研究採用之情緒調節量表由 Gross 與 John（2003）編製，中文版為李澄賢（2004）修訂（李澄賢，2004；Gross & John, 2003）。中文版之情緒量表以 909 位大學生為受試者（男生 428 位，女

生 481 位)，經 Cronbach's α 係數考驗其內部一致性，發現重新評估 (reappraisal) 的 $\alpha = .77$ ，壓抑 (suppression) 的 $\alpha = .72$ ，顯示其有不錯的信度 (李澄賢，2004)。

3. 生理訊號

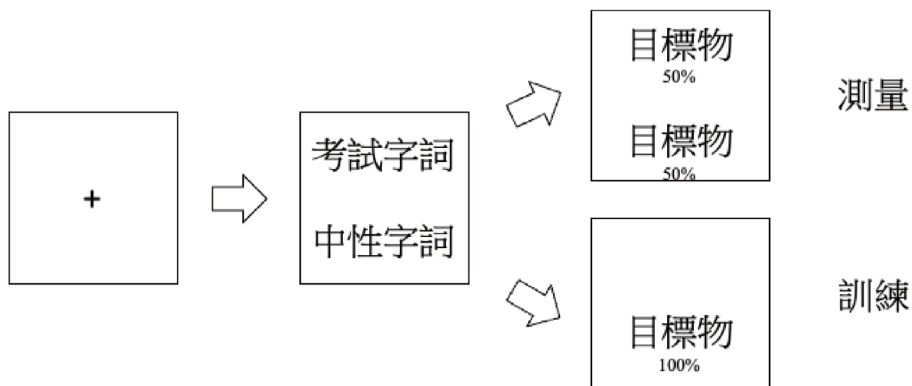
(1) 生理回饋儀 (ProComp5 Infiniti biofeedback system)。生理回饋儀是一種測量受試者生理歷程狀態的工具，本研究所使用之儀器為 ProComp5 Infiniti biofeedback system，可偵測心率、心跳變異率、膚電位、溫度、肌電位。本研究利用此儀器收集心率、心跳變異率，其方法是將呼吸帶繫於受試者的腹部，心跳感應器戴於左手中指，每次測量時間至少 5 分鐘。

(2) 血壓計 (OMRON HEM-7121)。本研究所利用之血壓計為 OMRON HEM-7121，量測受試者之收縮壓和舒張壓。測量時，請受試者採坐姿，將壓脈帶有底邊置於受試者左手肘上方 1 至 2 公分處，與心臟約同高度，其軟管置於內臂中央，固定位置後扣緊，再按測量鈕。

4. 點偵測訓練軟體

(1) 手機軟體內容。本研究所採用的點偵測訓練軟體，是由本研究室與資訊公司共同研發而成。軟體內容以 Putwain 所發表針對考試焦慮所開發之 DPT 為基礎作改編 (Putwain et al., 2011)。這個軟體以手機應用程式的形式提供，參與者可以在他們的行動裝置上安裝和使用。該訓練程式被分為三個主要階段：前測 (32 回合)、訓練階段 (120 回合)、以及後測 (32 回合)。每個回合包含四個任務：凝視點 (顯示 500ms)、雙字詞 (顯示 500ms)、目標呈現 (顯示 2000ms) 和休息界面 (顯示 500ms)。先前的研究指出，在考慮訓練時間和穩定性的情況下，進行約 120 回合的 ABM 訓練可能是最適合青少年或兒童的次數 (Abend et al., 2018)。也有研究表示在點偵測訓練中，200 回合的訓練對於改善注意力偏誤的效率較佳 (Abend et al., 2014)。但無法否認，ABM 雖然作為新型態的認知介入方法，但注意力訓練過程是大量重覆且乏味的 (Beard et al., 2012)。所以本研究在上述考量之下，決定將訓練總次數設定在這個區間，希望能最大化訓練效果又不致降低受試者的完成動機。參與者在進行訓練時需保持專注於行動裝置的螢幕，當「目標呈現」界面出現時，受試者需迅速點擊黑點 (目標物)。該軟體將於背景運作中，實時記錄參與者的反應時長及正確性。若受試者在「目標呈現」界面超過 2000ms 未作出反應，系統將自動進入「休息界面」，隨後開始下一回合。於「前測」及「後測」階段，目標物出現於考試相關字詞或中性字詞方位的機率皆為 50%。然而，在「訓練」階段，目標物出現於中性字詞方位的機率為 100%。目標物比例，如圖 2 所示。

圖 2
目標物比率



(2) 雙字詞刺激物。本研究所採用的雙字詞刺激物主要基於龔韋勳 (2018) 探討臺灣學生考試焦慮之注意力偏誤研究，其刺激物源於中央研究院「近代漢語語料庫詞頻統計」所挑選之字詞表，由

研究者從中挑選 126 個中性字詞，與 60 個與高中生相關的考試字詞，之後邀請共 240 位高中生根據「考試相關程度」和「情感正負向」對 60 個考試字詞進行評分，依據評分，從中再篩選出與考試高度相關且情感偏負面的 42 個考試字詞，從而形成本研究所需考試雙字詞庫，並以最相近筆劃數和詞性為原則，各自選取 1 個考試相關字詞和 3 個中性字詞配對成 1 組，共 42 組字詞，如表 1。

(3) 刺激物分配。本研究每週選取 7 組雙字詞，進行前後測與訓練，每次依字詞組順序選取。訓練回合之雙字詞則會逐漸增加，每次訓練所用之字詞組選用，如表 2。在「點偵測軟體」中，每組考試字詞出現之機率均相同，每組 3 個中性字詞出現之機率也相同，位置在上或下的機率也相同。

表 1
雙字詞組範例

組別	考試字詞	中性字詞	中性字詞	中性字詞
1	榜單	會集	裝戴	路段
2	答案	伴隨	即時	包裹

表 2
每次訓練所用之雙字詞組

訓練次	1	2	3	4	5	6
前測	1.2.3	3.4.5	5.6.7	8.9.10	10.11.12	12.13.14
訓練	1.2.3	1.2.3.4.5	1.2.3.4.5 6.7	8.9.10	8.9.10 11.12	8.9.10 11.12.13 14
後測	1.2.3	3.4.5	5.6.7	8.9.10	10.11.12	12.13.14
訓練次	7	8	9	10	11	12
前測	15.16.17	17.18.19	19.20.21	22.23.24	24.25.26	26.27.28
訓練	15.16.17	15.16.17 18.19	15.16.17 18.19.20 21	22.23.24	22.23.24 25.26	22.23.24 25.26 27.28
後測	15.16.17	17.18.19	19.20.21	22.23.24	24.25.26	26.27.28
訓練次	13	14	15	16	17	18
前測	29.30.31	31.32.33	33.34.35	36.37.38	38.39.40	40.41.42
訓練	29.30.31	29.30.31 32.33	29.30.31 32.33 34.35	36.37.38	36.37.38 39.40	36.37.38 39.40 41.42
後測	29.30.31	31.32.33	33.34.35	36.37.38	38.39.40	40.41.42

(4) 注意力偏誤指數 (attention bias index, ABI) 計算。注意力偏誤指數為運用點偵測訓練軟體檢視注意力偏誤在介入前後差異之指標，其計算方式為正確選取考試字詞方位目標物反應所需時間 (RT1) 減去正確選取中性字詞方位目標物反應所需時間 (RT2)， $ABI = RT1 - RT2$ ，當 ABI 為正值時，表示受試者傾向於迴避考試字詞 (Cai et al., 2018; Putwain et al., 2011; See et al., 2009)。本研究的訓練希望受試者能夠將注意力從引發其考試焦慮的字詞移開，即於後續正確選取考試字詞方位目標所需時間變長，正確選取中性字詞方位目標所需時間變短，故 ABI 數值越正，同時代表受試者越不會將注意力放在焦慮字詞，符合研究訓練預期，訓練前、後注意力變化情形，如圖 3、圖 4 所示。

圖 3
訓練前注意力變化示意圖

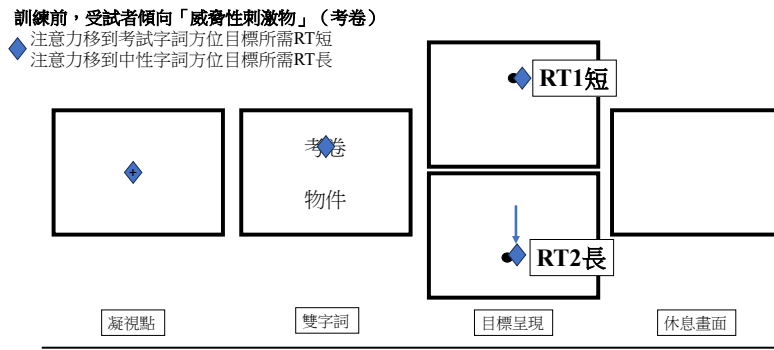
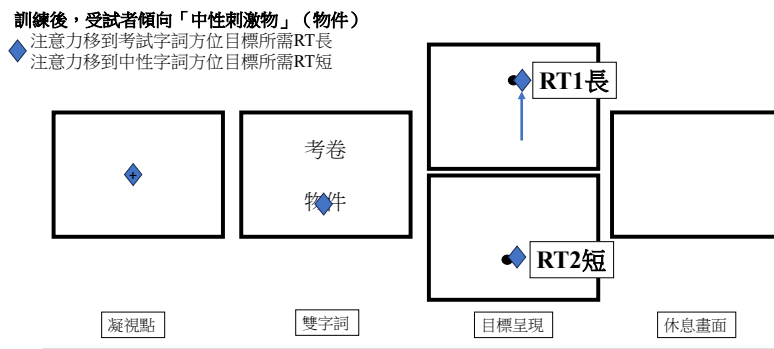


圖 4
訓練後注意力變化示意圖



（三）研究流程

本研究經倫理審查通過後執行，倫理審查案號為 110-435，研究者事先聯繫中部某綜合高中，並取得機構同意後，允許研究人員進入校園進行受試者招募。在研究開始前，研究員向學生詳細說明了實驗的目的、方法及資料的保密性原則，確保個人數據將進行去識別化處理，不揭露任何個人相關資料，並僅作為研究分析之用。此外，受試者可以根據個人意願在研究過程中選擇退出或繼續參與。

待研究參與者與法定監護人均簽訂同意書後，研究員逐一教導參與者下載「點偵測軟體」。本研究共有四個時間進行測量，第一個時間點，全體受試者於第一次期中考前九天進行「前測」，包含生理與問卷測量。第二個時間點，受試者於第一次期中考前五天進行「第一次考前生理測量」。

於期中考後，連續六周，每周三天（分別為星期一、三、五）以手機 APP 進行點偵測訓練，共計 18 次點偵測訓練，並以第 1 次和第 18 次的訓練數據為注意力偏誤之前、後測數據。第三個測量時間點為全體參與者於第二次期中考前五天進行「第二次考前生理測量」，第四個時間點，「後測」於第二次期中考後兩天進行，包含生理與問卷測量。

本研究使用統計套裝軟體 IBM SPSS Statistics 20 版來進行統計相關的分析，人口學分析、焦慮程度、情緒調節能力及注意力偏誤，以描述性統計、成對 t 檢定進行分析。並將「第一次考前生理測量」減去「前測」及「第二次考前生理測量」減去「後測」之各生理數值為「生理指標差異值」，以成對 t 檢定進行分析。

結果

(一) 人口學分析

在此探索性研究中，我們初步邀請了 13 名受試者參與。然而，其中一名受試者未能完成整套訓練，故最終有 12 名受試者完成所有訓練程序。這些受試者中，男性占 3 名（25%），女性為 9 名（75%），平均年齡為 16.60 歲，標準差為 0.21。

(二) 焦慮程度

假設一：透過本研究之點偵測訓練，可顯著降低受試者之情境與特質焦慮。

針對 12 名參與者，我們採用成對 t 檢定分析其情境及特質焦慮量表的前後測差異。於情境焦慮量表上，前測分數平均值為 43.58 ($SD = 10.75$)，而後測為 39.08 ($SD = 9.77$)。此結果顯示，二者之間存在著統計學上的顯著差異 ($t(11) = 2.60, p = .025, d = 0.44$)。

特質焦慮量表，前測平均分數為 47.67 ($SD = 7.90$)，後測平均為 44.83 ($SD = 8.65$)。此兩測驗分數也展現顯著的統計差異 ($t(11) = 2.23, p = .048, d = 0.34$)（詳見表 3）。

根據以上結果，受試者經訓練後，可顯著降低受試者之情境與特質焦慮，本研究結果支持假設一。

(三) 情緒調節能力

假設二：透過本研究之點偵測訓練，可顯著提升受試者之情緒調節能力。

運用情緒調節量表分別檢視重新評估與壓抑兩個情緒調節策略在介入前後之差異，我們施行成對 t 檢定分析。在「重新評估」量表上，前測的平均分數為 17.58 ($SD = 1.73$)，而後測平均數為 19.75 ($SD = 1.82$)。此兩分數呈現統計學上的顯著差異 ($t(11) = 3.07, p = .011, d = 1.22$)。

而「壓抑」量表，前測平均分數為 10.58 ($SD = 2.31$)，後測為 10.92 ($SD = 1.73$)。然而，這兩組分數並未展現顯著的統計差異 ($t(11) = -0.53, p = .608$)（詳見表 3）。

根據以上結果，受試者經訓練後，可部份顯著提升受試者之情緒調節能力，本研究結果支持假設二。

(四) 注意力偏誤

假設三：透過本研究之點偵測訓練，可顯著降低受試者之注意力偏誤。

運用點偵測訓練軟體檢視注意力在介入前後之差異，其中注意力偏誤指數的計算方式為正確選取考試字詞所需時間減去正確選取中性字詞所需時間。當此數值偏正時，表示受試者能將注意力從讓他焦慮的字詞移開，避開考試字詞（Cai et al., 2018; Putwain et al., 2011; See et al., 2009）。

於前測中，受試者正確選取考試字詞的平均時間為 546.73ms ($SD = 66.51$)，而後測為 555.25ms ($SD = 66.89$)。利用成對 t 檢定分析，此差異未達統計顯著 ($t(11) = -2.04, p = .065$)。在前測的情境下，受試者選取中性字詞的平均時間為 546.18ms ($SD = 65.70$)，後測時則為 553.46ms ($SD = 65.12$)。同樣以成對 t 檢定分析，差異未達統計上顯著 ($t(11) = -2.05, p = .064$)。

至於前測的注意力偏誤指數，平均值為 0.54ms ($SD = 4.52$)；後測則是 1.79ms ($SD = 8.67$)。進行成對 t 檢定分析後，兩者未顯示明顯的差異 ($t(11) = -0.68, p = .51$)（詳見表 3）。

根據以上結果，受試者經訓練後，無顯著降低受試者之注意力偏誤，本研究結果不支持假設三。

表 3
訓練前後各指標前後差異分析

變項	前測 <i>M</i> (<i>SD</i>)	後測 <i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>t</i> 值	<i>p</i>	效果量
情境焦慮	43.58 (10.75)	39.08 (9.77)	-2.60	.025	0.44
特質焦慮	47.67 (7.90)	44.83 (8.65)	-2.23	.048	0.34
重新評估	17.58 (1.73)	19.75 (1.82)	-3.07	.011	1.22
壓抑	10.58 (2.31)	10.92 (1.73)	-0.53	.608	0.16
考試字詞	546.73 (66.51)	555.25 (66.89)	-2.04	.065	0.12
中性字詞	546.18 (65.70)	553.46 (65.12)	-2.05	.064	0.11
注意力偏誤指數	0.54 (4.52)	1.79 (8.67)	-0.68	.505	0.19

(五) 生理指標

假設四：透過本研究之點偵測訓練，可顯著降低受試者之生理焦慮變化。

本研究比較心率 (HR)、心跳變異率 (HRV) 及血壓值的變化，並分別於四個測量時點，分別為前測、第一次考前生理測量、第二次考前生理測量以及後測。前測心率差值、心跳變異率差值，即第一次期中考前五天前測之心率、心跳變異率差，而後測心率差值、心跳變異率差值，即第二次期中考前五天前測之心率、心跳變異率差 (四個時間點之各變項結果，詳見表 2)。

在心率部分，前測心率差值平均值為 -4.26 ($SD = 10.24$)。而後測心率差值，平均值為 2.22 ($SD = 8.81$)。通過成對 *t* 檢定分析，前後心率差值並未達到統計顯著差異 ($t(11) = -1.78, p = .102$)，但顯示受試者有朝向心率增加的傾向 (詳見表 3)。

在心跳變異率部分，本研究以 *SDNN* 為主，單位為毫秒 (ms)，前測心跳變異率差值平均值為 3.63 ($SD = 28.55$)；後測心跳變異率差值平均值為 -3.18 ($SD = 21.17$)。成對 *t* 檢定結果發現，心跳變異率前後兩數值的差異，未達顯著差異 ($t(11) = 0.67, p = .514$)。但顯示受試者有朝向心跳變異率降低的傾向 (詳見表 4)。

在血壓部分，前測收縮壓差值 ($M = 1.67, SD = 11.82$)；前測舒張壓差值 ($M = 3.92, SD = 6.31$)；後測收縮壓差值 ($M = 2.17, SD = 8.40$)；後測舒張壓差值 ($M = -2.67, SD = 5.69$)。成對 *t* 檢定結果發現，收縮壓前後兩數值的差異，未達顯著差異 ($t(11) = -0.11, p = .918, d = 0.05$)。而舒張壓前後兩數值的差異，達顯著差異 ($t(11) = 2.94, p = .013, d = 1.09$) (詳見表 5)。

根據以上結果，受試者經訓練後，除舒張壓外，無顯著降低受試者生理焦慮變化，本研究結果部份支持假設四。

表 4
四個時間點的心率 (HR)、心跳變異率 (HRV)、收縮壓、舒張壓

變項	前測 <i>M</i> (<i>SD</i>)	第一次 考前生理測量 <i>M</i> (<i>SD</i>)	後測 <i>M</i> (<i>SD</i>)	第二次 考前生理測量 <i>M</i> (<i>SD</i>)
HR	87.05 (13.56)	82.79 (8.83)	80.82 (9.35)	83.13 (11.06)
HRV	62.08 (23.69)	65.72 (18.81)	67.83 (20.11)	64.64 (19.47)
收縮壓	103.33 (8.84)	105.00 (07.84)	98.33 (7.04)	100.50 (9.37)
舒張壓	67.50 (07.86)	71.42 (04.17)	66.92 (5.01)	64.25 (6.28)

表 5
心率 (HR)、心跳變異率 (HRV)、血壓前後差值比較

變項	比較項目	前測 <i>M (SD)</i>	後測 <i>M (SD)</i>	<i>t</i> 值	<i>p</i>	效果量
HR	心率差值	-4.26 (10.24)	2.22 (8.81)	-1.78	.102	0.68
HRV	HRV 差值	3.63 (28.55)	-3.18 (21.17)	0.67	.514	0.27
血壓	收縮壓差值	1.67 (11.82)	2.17 (8.40)	0.11	.918	0.05
	舒張壓差值	3.92 (06.31)	2.67 (5.69)	2.94	.013	1.09

討論

本研究為臺灣首例嘗試將遠距行動載具之點偵測訓練應用於高中考試焦慮之探索性研究，本研究支持透過點偵測訓練，發現可降低受試高中生情境和特質焦慮，促進情緒調節中的重新評估能力，且部分降低受試者之生理激發。然而，本研究結果未發現過點偵測訓練可改善注意力偏誤的狀態。後續將針對本研究假設的三大主題：自我評估、注意力偏誤指數、生理指標來作探討。

(一) 自我評估指標的改變

本研究透過點偵測訓練的介入後，受試者之焦慮程度於後測相較前測顯著下降。其中，情境焦慮分數下降代表個體在壓力情境的主觀緊張程度有所緩解，相較於前測，受試者受到當下壓力情境的影響降低，特質焦慮分數下降則是指出這些受試者在人格特質上有趨向穩定的狀態，即使感受到壓力，也能保持冷靜（王國川、鍾鳳嬌，2016；See et al., 2009）。顯示透過點偵測訓練，受試者在面對壓力情境時，其主觀感受到緊張與焦慮程度都有所調整，進而降低了其受到壓力影響的程度。本研究結果也呼應，讓受試者轉移注意力以避免負面訊息，有助於在壓力情境下調節情緒幫助人們降低焦慮感（Sanchez et al., 2014）。

此外，情緒調節量表是一種廣泛運用於評估調節考試焦慮情緒的工具（Holic & Crețu, 2018; Liu et al., 2021; Schweden et al., 2020）。本研究的結果顯示，受試者經過點偵測訓練後，在後測中的情緒調節能力特別是重新評估能力顯著提升。ABM 訓練著重於將人們的注意力引導至較少威脅的目標，以降低焦慮，這在概念上與專注於正面思考的情緒調節策略實質相似（Todd et al., 2012）。學者們認為，在 ABM 訓練過程中，受試者進行的腦部認知訓練，包括專注、維持和轉移注意力，這種靈活運用注意力的方法可能幫助受試者有效地調節情緒（Pettit et al., 2020）。這可能表明，通過注意力訓練，受試者能夠更有效地改變對負面情緒事件的詮釋和觀點，進而有助於降低壓力對情緒的影響（Holic & Crețu, 2018; Schweden et al., 2020）。過往研究顯示，長期採用不當的情緒策略，如過度壓抑或低自我覺察，可能加劇焦慮情緒問題（Campbell-Sills et al., 2006）。重新評估是一種適應性的情緒調節策略，它被認為能減少考試焦慮引起的注意力干擾（Kota & Venta, 2021）。以中國醫學生為研究對象的研究也證實了情緒調節能力較佳的學生更頻繁地使用重新評估策略，並確認了情緒調節與考試焦慮之間的負相關（Liu et al., 2021）。

本研究結果支持 ABM 訓練有助於增進受試者的情緒調節能力，但點偵測訓練如何影響重新評估能力並降低焦慮情緒的具體內部機制仍需進一步實證研究來探討。

(二) 注意力偏誤指數的改變

然而，透過點偵測訓練，雖然受試者自評焦慮程度有降低，但注意力偏誤在前、後測未達預期差異。在過去的文獻中，亦曾發現類似的結果，像是 2013 和 2023 年，分別有研究者利用遠距 ABM 治療社交恐懼症和創傷後壓力症候群，皆發現自評症狀雖有顯著下降但效果輕微，且前、後測的注意力偏向並未有明顯變化，學者認為這可能是因受試者在家作訓練的動機不如在實驗室強烈（Alon et al., 2023; Neubauer et al., 2013）。此外，亦有學者認為陌生的實驗室環境較可能引起高水平的壓力，這種壓力會促使大腦神經傳遞物質對特定回路產生刺激，在學習和記憶中產生正向反應，

進而有效增加每次 ABM 訓練的效率 (Joëls et al., 2006; Kuckertz et al., 2014)。

部分研究也發現 ABM 對於臨床評估的焦慮症狀雖有輕微但顯著的影響，但對於兒童自我或家長報告的焦慮測量則無顯著前後差異，且透過眼動儀追蹤分析，發現焦慮和注意力偏誤的關聯可能並沒有想像中的明顯 (Clauss et al., 2022; Hang et al., 2021)。

此外，當刺激物所引起的負面情緒不夠強烈，可能因此無法訓練注意力的轉移 (Martinelli et al., 2022; Neubauer et al., 2013; Todd et al., 2018)。而不同的 ABM 型式 (如以文字呈現刺激物或以圖片呈現刺激物) 都可能影響注意力偏誤的呈現型式 (Parsons et al., 2019)。建議未來研究需進一步研究所挑選的刺激物，對受試者誘發的焦慮強度，譬如事前評估受試者對於刺激物的感受強度是否有影響生理變化，或是可以考慮運用圖片作更直覺的刺激。

(三) 生理指標的改變

最後，本研究的生理指標顯示，受試者在心率、心跳變異率和收縮壓的前後差值在第一次和第二次期中考之間並未達到顯著差異。推論心律未達顯著差異的原因可能為受試者為健康青少年，非臨床病患，故考試焦慮所引發的生理變化幅度相對較小，因而較難被偵測出來 (Roos et al., 2021)。此外，由於學者提出對單一壓力因子進行測試相對困難 (See et al., 2009)，且本研究因學校場域活動安排的限制，只能在考試前五天進行生理指標測量，無法在更臨近引發較大壓力的期中考時間進行評估，因此推論測量時間點的限制可能導致未能捕捉到考試焦慮時的生理變化。建議未來研究可以透過多次量測血壓再平均數據，或使用 24 小時動態血壓計，以獲得更精確的數據 (Bajkó et al., 2012)。此外，受試者的主觀焦慮變化未必反映在客觀生理變化上，因此更應關注受試者對於主觀生理變化的感受是否會引發更多焦慮情緒 (Trotman et al., 2019)。

過去文獻指出，一旦存在壓力事件，受試者的收縮壓和舒張壓通常會上升 (Conley & Lehman, 2012; Zhang et al., 2011)。然而，在本研究中，雖然收縮壓有所上升，舒張壓卻顯著下降。相比之下，收縮壓容易受多種因素影響而上升，舒張壓的表現更可能代表個人的神經質特質，屬於較為穩定的特質 (Cai et al., 2022)，因此舒張壓的變化也可能與個案的神經質特質變化有關，未來需進一步通過增加樣本數來進行驗證。整體而言，本研究的生理結果無法完全支持受試者的焦慮有客觀降低。

腦部研究發現，ABM 能改變前扣帶回、前額葉和杏仁核的活性，這與對威脅的注意力偏向、情緒調節功能及焦慮感有關 (Carlson et al., 2022; Kohn et al., 2014; Picó-Pérez et al., 2017)。認知重新評估的認知模型認為，用於調節注意力、記憶和思想的認知控制，也能應用於情緒的認知調節 (Ochsner & Gross, 2008)。這可能解釋了為何透過 ABM 訓練，受試者感受到自我焦慮情緒的降低及認知重新評估能力的提升。然而，僅依靠注意力偏誤的變化、自評量表和生理測量來探討 ABM 的效用，可能存在方法學上的限制，學者也提出需要謹慎考量受試者主觀想法與感受對結果的影響 (Roos et al., 2021)。相較之下，評估大腦網路在 ABM 訓練前後的變化，例如前扣帶回的灰質體積大小差異，可能會更有助於瞭解焦慮症狀、認知能力和注意力偏誤之間的關係 (Carlson et al., 2022; Heeren & McNally, 2016)。因此，對於高中生考試焦慮的治療，ABM 的後續應用仍需更多實證研究來進行驗證。

結論與建議

本研究為首例將 ABM 帶入臺灣高中生之實證研究初探。然而，本研究為點偵測任務訓練對高中生的成效初探，因為缺乏對照組，故尚無法下結論訓練結果是成功的。青少年因大腦控制能力尚處於發育階段，早期介入更有預防焦慮的可能性，遠距訓練在經濟上和時間上的配合也更有彈性 (侯育銘等人，2020; Hang et al., 2021; Lowther & Newman, 2014)。而點偵測訓練被認為是在 ABM 中治療臨床焦慮或情緒脆弱性有一定願景的介入方式 (Price et al., 2019)，本研究結果發現遠距執行點偵測訓練，可能有助於改善受試高中生的情境與特質焦慮及促進情緒調節的重新評估能力，但受限於本研究為無控制組的探索性研究，故建議未來研究應擴大樣本大小與增加對照組，以增強統計的效力，並確保研究結果的代表性和普遍性，同時也能提供更可靠的基礎來評估點偵測訓練對考試焦慮的實際效果，從而更有效地確認研究假設的正確性。此外，本研究本次招募到的訓練對象為升

學班的高中生，然而一般高中生，或許與升學班學生的考試焦慮具有差異，然本研究缺乏焦慮高低組對照因而無法進一步瞭解，後續研究建議可以納入焦慮高低組進行分析。

此外，本研究之注意力偏誤未於點偵測訓練後明顯改變，推論可能為所採用之刺激物強度不夠（Martinelli et al., 2022; Neubauer et al., 2013; Todd et al., 2018），或在家訓練的動機不足（Alon et al., 2023; Neubauer et al., 2013）。未來可以考慮深化刺激物之強度，並加入學者所建議的運用更多遊戲元素以促進在家訓練之動機（Wiley et al., 2020）。

本研究的生理測量結果未顯示顯著改善，這可能是由於測量時間與考試日期的距離過遠，導致無法精確捕捉到學生實際面對考試時的焦慮反應。為了減少對學生的干擾並提高測量的精確性，可以考慮使用貼身生理測量儀器。如果後續研究能夠導入這類儀器，將更有利於評估 ABM 的生理療效（Bajkó et al., 2012）。

此外，本次研究存在以下限制：首先，這是一項探索性研究，完整接受訓練的參與者共 12 人，其中 3 人是男性。因此，將本研究的結論推廣至整個高中生族群時，需更加謹慎。其次，由於缺乏控制組，本研究的結果可能受到期望效應的影響。建議未來研究應增加控制組，以進行更精確的訓練成效比較，並擴展研究對象至不同年齡層，以探索點偵測訓練對不同年齡受試者的效果是否存在差異。最後，雖然本研究同時收集了自陳焦慮程度和生理指標，但由於生理測量只能在期中考前五天進行，建議後續研究應考慮在更接近壓力事件的時間點進行測量，以更精確地評估點偵測訓練對考試壓力造成的生理變化的影響。這種方法將有助於更深入地瞭解點偵測訓練在實際應用中的有效性，並促進其在臨床和教育環境中的實用價值。

參考文獻

- 王國川、鍾鳳嬌（2016）：〈中文版「情境—特質焦慮量表」之多元因素效度探討〉。《測驗學刊》，63，287–313。[Wang, K.-C., & Chung, F.-C. (2016). An investigation of multidimensional factorial validity of the Chinese Version of State-Trait Anxiety Inventory. *Psychological Testing*, 63, 287–313.]
- 李澄賢（2004）：《大學生的情緒調節、調節焦點、樂觀與創造力之關係》（未出版碩士論文），國立政治大學。[Li, C.-X. (2004). *Daxuesheng de qingxu tiaojie, tiaojie jiaodian, leguan yu chuangzaoli zhi guanxi* (Unpublished master's thesis). National Chengchi University.]
- 宋曜廷、趙子揚、王雅鈴、黃璫瑩、陳佳蓉、曾芬蘭（2013）：〈「中學生考試壓力量表」之編製及其信度與效度之分析〉。《測驗學刊》，60，291–318。[Sung, Y.-T., Chao, T.-Y., Wang, Y.-L., Huang, L.-Y., Chen, C.-J., & Tseng, F.-L. (2013). The development of Examination Stress Scale for Junior High School Students. *Psychological Testing*, 60, 291–318.]
- 林宜美（2021）：〈心跳變異生理回饋介入方案：以心血管疾病和鬱症療效為例〉。《臨床心理學刊》，15（1/2），49–65。[Lin, I.-M. (2021). Heart rate variability biofeedback protocol for patients: With cardiovascular disease and major depressive disorder. *Archives of Clinical Psychology*, 15(1/2), 49–65.] [https://doi.org/10.6550/ACP.202112_15\(1_2\).0004](https://doi.org/10.6550/ACP.202112_15(1_2).0004)
- 林宴瑛（2022）：〈國中生數學考試情緒的狀態與特質成份分析〉。《教育心理學報》，54，411–434。[Lin, Y.-Y. (2022). State-trait components of mathematical test emotions of junior high school students. *Bulletin of Educational Psychology*, 54, 411–434.] [https://doi.org/10.6251/BEP.202212_54\(2\).0007](https://doi.org/10.6251/BEP.202212_54(2).0007)
- 侯育銘、鄧閔鴻、盧偉信（2020）：〈在家執行的注意力偏誤訓練行動應用程式與穿戴裝置對類廣泛性焦慮疾患參與者之注意力控制能力、憂慮嚴重度、與心血管反應的訓練效果〉。《中

- 華心理衛生學刊》, 33, 341–379。[Hou, Y.-M., Teng, M.-H., & Lu, W.-H. (2020). The effects of home-delivered attention bias modification training on the attention control ability, severity of anxiety, and cardiovascular response of participants with generalized anxiety disorder. *Formosa Journal of Mental Health*, 33, 341–379.] [https://doi.org/10.30074/fjmh.202012_33\(4\).0002](https://doi.org/10.30074/fjmh.202012_33(4).0002)
- 高淑芳、陸洛 (2001) : 〈父母管教態度與國中生升學考試壓力感受之關係〉。《應用心理研究》, 10, 221–250。[Kao, S.-F., & Lu, L. (2001). The relationship between parental rearing attitudes and the perceived stress of JHSEE among junior high school students. *Research in Applied Psychology*, 10, 221–250.]
- 陳婉真 (2006) : 〈「試前準備期與考試當下焦慮量表」編製之研究〉。《測驗學刊》, 53, 181–204。[Chen, W.-C. (2006). The development of “the Exam Preparation and On-exam Anxiety Scale.” *Psychological Testing*, 53, 181–204.] <https://doi.org/10.7108/pt.200612.0181>
- 陳婉真 (2009) : 〈考試焦慮與考試成績表現失常之關係—從考試歷程分析〉。《教育心理學報》, 40, 597–617。[Chen, W.-C. (2009). Test anxiety and under-performance: An analysis of the examination process. *Bulletin of Educational Psychology*, 40, 597–617.] <https://doi.org/10.6251/BEP.20080905>
- 陳智修 (2018) : 〈考試焦慮介入取向及其成效〉。《輔導季刊》, 54(4), 42–53。[Chen, C.-H. (2018). Test anxiety intervention approaches and their efficiency. *Guidance Quarterly*, 54(4), 42–53.]
- 陳朝欽、葉宏一 (2018) : 〈診間血壓測量方法對高血壓診斷和治療目標的影響：基層醫師應該怎麼做？〉。《內科學誌》, 29, 339–352。[Chen, C.-C., & Yeh, H.-I. (2018). The implications of office blood pressure measurement methods on diagnosis and treatment targets of hypertension: What is a primary care clinician to do? *Journal of Internal Medicine of Taiwan*, 29, 339–352.] [https://doi.org/10.6314/JIMT.201812_29\(6\).01](https://doi.org/10.6314/JIMT.201812_29(6).01)
- 黃筠婷、程炳林 (2021) : 〈國中生學業情緒、情境興趣及學習涉入的交互關係〉。《教育心理學報》, 52, 571–594。[Huang, Y.-T., & Cherng, B.-L. (2021). Study on reciprocal relations among academic emotions, situational interest, and learning engagement. *Bulletin of Educational Psychology*, 52, 571–594.] [https://doi.org/10.6251/BEP.202103_52\(3\).0004](https://doi.org/10.6251/BEP.202103_52(3).0004)
- 趙子揚、宋曜廷、郭蕙寧、張瑩瑩 (2018) : 〈中學生考試壓力團體方案之成效〉。《教育心理學報》, 50, 31–52。[Chao, T.-Y., Sung, Y.-T., Kuo, H.-N., & Chang, Y.-Y. (2018). Effectiveness of group counseling sessions aimed at alleviating examination stress among junior high school students. *Bulletin of Educational Psychology*, 50, 31–52.] [https://doi.org/10.6251/BEP.201809_50\(1\).0002](https://doi.org/10.6251/BEP.201809_50(1).0002)
- 鍾思嘉、龍長風 (1984) : 〈修訂情境與特質焦慮量表之研究〉。《測驗年刊》, 31, 27–36。[Chung, S.-K., & Long, C.-F. (1984). A study of the revised State-Trait Anxiety Inventory. *Psychological Testing*, 31, 27–36.]
- 龔韋勳 (2018) : 《在不同考試威脅情境下高、低特質考試焦慮者對於考試相關刺激的注意力偏誤》(未出版碩士論文), 中原大學。[Kung, W.-H. (2018). *Attentional bias of people with high or low test anxiety to test-related stimuli under high or low test anxiety state situation* (Unpublished master's thesis). Chung Yuan Christian University.]

- Abend, R., de Voogd, L., Saleminck, E., Wiers, R. W., Pérez-Edgar, K., Fitzgerald, A., White, L. K., Salum, G. A., He, J., Silverman, W. K., Pettit, J. W., Pine, D. S., & Bar-Haim, Y. (2018). Association between attention bias to threat and anxiety symptoms in children and adolescents. *Depression and Anxiety, 35*(3), 229–238. <https://doi.org/10.1002/da.22706>
- Abend, R., Pine, D. S., Fox, N. A., & Bar-Haim, Y. (2014). Learning and memory consolidation processes of attention-bias modification in anxious and nonanxious individuals. *Clinical Psychological Science, 2*(5), 620–627. <https://doi.org/10.1177/2167702614526571>
- Alon, Y., Azriel, O., Pine, D. S., & Bar-Haim, Y. (2023). A randomized controlled trial of supervised remotely-delivered attention bias modification for posttraumatic stress disorder. *Psychological Medicine, 53*(8), 3601–3610. <https://doi.org/10.1017/S003329172200023X>
- Angelidis, A., Solis, E., Lautenbach, F., van der Does, W., & Putman, P. (2019). I'm going to fail! Acute cognitive performance anxiety increases threat-interference and impairs WM performance. *PLoS ONE, 14*(2), Article e0210824. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210824>
- Apriza, A., Erlinawati, E., & Fauziddin, M. (2022). The correlation between anxiety and blood pressure changes in administering computer-based competency test of Ners students. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan, 14*(1), 777–786. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v14i1.1615>
- Bajkó, Z., Szekeres, C.-C., Kovács, K. R., Csapó, K., Molnár, S., Soltész, P., Nyitrai, E., Magyar, M. T., Oláh, L., Bereczki, D., & Csiba, L. (2012). Anxiety, depression and autonomic nervous system dysfunction in hypertension. *Journal of the Neurological Sciences, 317*(1–2), 112–116. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2012.02.014>
- Baloglu, M. (1999). *A comparison of mathematics anxiety and statistics anxiety in relation to general anxiety* (ED436703). ERIC. <https://eric.ed.gov/?id=ED436703>
- Beard, C., Weisberg, R. B., & Primack, J. (2012). Socially anxious primary care patients' attitudes toward cognitive bias modification (CBM): A qualitative study. *Behavioural and Cognitive Psychotherapy, 40*(5), 618–633. <https://doi.org/10.1017/S1352465811000671>
- Beevers, C. G., Clasen, P. C., Enock, P. M., & Schnyer, D. M. (2015). Attention bias modification for major depressive disorder: Effects on attention bias, resting state connectivity, and symptom change. *Journal of Abnormal Psychology, 124*(3), 463–475. <https://doi.org/10.1037/abn0000049>
- Bertrams, A., Englert, C., & Dickhäuser, O. (2010). Self-control strength in the relation between trait test anxiety and state anxiety. *Journal of Research in Personality, 44*(6), 738–741. <https://doi.org/10.1016/j.jrp.2010.09.005>
- Bian, W., Zhang, X., & Dong, Y. (2022). Autonomic nervous system response patterns of test-anxious individuals to evaluative stress. *Frontiers in Psychology, 13*, Article 824406. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.824406>
- Burcaş, S., & Creţu, R. Z. (2021). Multidimensional perfectionism and test anxiety: A meta-analytic review of two decades of research. *Educational Psychology Review, 33*(1), 249–273. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09531-3>

- Cai, L., Liu, Y., & He, L. (2022). Investigating genetic causal relationships between blood pressure and anxiety, depressive symptoms, neuroticism and subjective well-being. *General Psychiatry*, *35*(5), Article e100877. <https://doi.org/10.1136/gpsych-2022-100877>
- Cai, W., Pan, Y., Chai, H., Cui, Y., Yan, J., Dong, W., & Deng, G. (2018). Attentional bias modification in reducing test anxiety vulnerability: A randomized controlled trial. *BMC Psychiatry*, *18*(1), Article 1. <https://doi.org/10.1186/s12888-017-1517-6>
- Campbell-Sills, L., Barlow, D. H., Brown, T. A., & Hofmann, S. G. (2006). Effects of suppression and acceptance on emotional responses of individuals with anxiety and mood disorders. *Behaviour Research and Therapy*, *44*(9), 1251–1263. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2005.10.001>
- Carlbring, P., Apelstrand, M., Sehlin, H., Amir, N., Rousseau, A., Hofmann, S. G., & Andersson, G. (2012). Internet-delivered attention bias modification training in individuals with social anxiety disorder—A double blind randomized controlled trial. *BMC Psychiatry*, *12*, Article 66. <https://doi.org/10.1186/1471-244X-12-66>
- Carlson, J. M., Fang, L., Koster, E. H., Andrzejewski, J. A., Gilbertson, H., Elwell, K. A., & Zuidema, T. R. (2022). Neuroplastic changes in anterior cingulate cortex gray matter volume and functional connectivity following attention bias modification in high trait anxious individuals. *Biological Psychology*, *172*, Article 108353. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2022.108353>
- Chao, T.-Y., & Sung, Y.-T. (2019). An investigation of the reasons for test anxiety, time spent studying, and achievement among adolescents in Taiwan. *Asia Pacific Journal of Education*, *39*(4), 469–484. <https://doi.org/10.1080/02188791.2019.1671804>
- Cisler, J. M., & Koster, E. H. (2010). Mechanisms of attentional biases towards threat in anxiety disorders: An integrative review. *Clinical Psychology Review*, *30*(2), 203–216. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2009.11.003>
- Clauss, K., Gorday, J. Y., & Bardeen, J. R. (2022). Eye tracking evidence of threat-related attentional bias in anxiety-and fear-related disorders: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Psychology Review*, *93*, Article 102142. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2022.102142>
- Conley, K. M., & Lehman, B. J. (2012). Test anxiety and cardiovascular responses to daily academic stressors. *Stress and Health*, *28*(1), 41–50. <https://doi.org/10.1002/smi.1399>
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, *3*(3), 201–215. <https://doi.org/10.1038/nrn755>
- Daly, A. L., Chamberlain, S., & Spalding, V. (2011). Test anxiety, heart rate and performance in A-level French speaking mock exams: An exploratory study. *Educational Research*, *53*(3), 321–330. <https://doi.org/10.1080/00131881.2011.598660>
- Dewhurst, S. A., & Marlborough, M. A. (2003). Memory bias in the recall of pre-exam anxiety: The influence of self-enhancement. *Applied Cognitive Psychology*, *17*(6), 695–702. <https://doi.org/10.1002/acp.903>
- Dodd, H. F., Vogt, J., Turkileri, N., & Notebaert, L. (2017). Task relevance of emotional information affects

- anxiety-linked attention bias in visual search. *Biological Psychology*, *122*, 13–20.
<https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2016.01.017>
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R., & Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion*, *7*(2), 336–353. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.7.2.336>
- Ferrari, G. R., Becker, E. S., Smit, F., Rinck, M., & Spijker, J. (2016). Investigating the (cost-) effectiveness of attention bias modification (ABM) for outpatients with major depressive disorder (MDD): A randomized controlled trial protocol. *BMC Psychiatry*, *16*, Article 370.
<https://doi.org/10.1186/s12888-016-1085-1>
- Forte, G., Favieri, F., & Casagrande, M. (2019). Heart rate variability and cognitive function: A systematic review. *Frontiers in Neuroscience*, *13*, Article 710. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00710>
- Goetz, T., Bieg, M., Lüdtke, O., Pekrun, R., & Hall, N. C. (2013). Do girls really experience more anxiety in mathematics? *Psychological Science*, *24*(10), 2079–2087.
<https://doi.org/10.1177/0956797613486989>
- Gross, J. J. (1998). Antecedent-and response-focused emotion regulation: Divergent consequences for experience, expression, and physiology. *Journal of Personality and Social Psychology*, *74*(1), 224–237. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.74.1.224>
- Gross, J. J., & John, O. P. (2003). Individual differences in two emotion regulation processes: Implications for affect, relationships, and well-being. *Journal of Personality and Social Psychology*, *85*(2), 348–362. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.85.2.348>
- Hakamata, Y., Lissek, S., Bar-Haim, Y., Britton, J. C., Fox, N. A., Leibenluft, E., Ernst, M., & Pine, D. S. (2010). Attention bias modification treatment: A meta-analysis toward the establishment of novel treatment for anxiety. *Biological Psychiatry*, *68*(11), 982–990.
<https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2010.07.021>
- Hang, Y., Zhang, G., Wang, C., Zhang, N., & Liu, G. (2021). Attention bias modification for anxiety disorders in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Psychiatry Research*, *300*, Article 113896. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2021.113896>
- Heeren, A., & McNally, R. J. (2016). An integrative network approach to social anxiety disorder: The complex dynamic interplay among attentional bias for threat, attentional control, and symptoms. *Journal of Anxiety Disorders*, *42*, 95–104. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2016.06.009>
- Heeren, A., Mogoșe, C., Philippot, P., & McNally, R. J. (2015). Attention bias modification for social anxiety: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Psychology Review*, *40*, 76–90.
<https://doi.org/10.1016/j.cpr.2015.06.001>
- Holic, R. I., & Crețu, C. (2018). The influence of emotional regulation strategies in the relationship between test anxiety and performance in the educational competitions context of adolescents with high intellectual abilities. *Journal of Educational Sciences*, *19*(2), 81–103.
<https://doi.org/10.35923/JES.2018.2.07>
- Huang, Q., Hou, L., Zhang, W., & Zhou, R. (2022). The dysregulation of top-down control in individuals

- with high test anxiety: A resting state fMRI study. *Journal of Psychiatric Research*, *151*, 649–656. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2022.05.023>
- Huang, Y.-F. (2008). *Adolescent anxiety disorders and risk for suicidality in the Taiwan National Psychiatric Morbidity Survey* [Unpublished master's thesis]. National Taiwan University.
- Joëls, M., Pu, Z., Wiegert, O., Oitzl, M. S., & Krugers, H. J. (2006). Learning under stress: How does it work? *Trends in Cognitive Sciences*, *10*(4), 152–158. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.02.002>
- Kim, M. S., Choi, B. K., Uhm, J.-Y., Ryu, J. M., Kang, M. K., & Park, J. (2022). Relationships between nursing students' skill mastery, test anxiety, self-efficacy, and facial expressions: A preliminary observational study. *Healthcare*, *10*(2), Article 311. <https://doi.org/10.3390/healthcare10020311>
- Kohn, N., Eickhoff, S. B., Scheller, M., Laird, A. R., Fox, P. T., & Habel, U. (2014). Neural network of cognitive emotion regulation—an ALE meta-analysis and MACM analysis. *NeuroImage*, *87*, 345–355. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.11.001>
- Kota, N., & Venta, A. (2021). Tense of psychological distancing self talk and test performance among GT high school students. *Journal of Student Research*, *10*(3). <https://doi.org/10.47611/jsrhs.v10i3.1605>
- Kuckertz, J. M., Gildebrant, E., Liliequist, B., Karlström, P., Våppling, C., Bodlund, O., Stenlund, T., Hofmann, S. G., Andersson, G., Amir, N., & Carlbring, P. (2014). Moderation and mediation of the effect of attention training in social anxiety disorder. *Behaviour Research and Therapy*, *53*, 30–40. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2013.12.003>
- Liebert, R. M., & Morris, L. W. (1967). Cognitive and emotional components of test anxiety: A distinction and some initial data. *Psychological Reports*, *20*(3), 975–978. <https://doi.org/10.2466/pr0.1967.20.3.975>
- Linetzky, M., Pergamin-Hight, L., Pine, D. S., & Bar-Haim, Y. (2015). Quantitative evaluation of the clinical efficacy of attention bias modification treatment for anxiety disorders. *Depression and Anxiety*, *32*(6), 383–391. <https://doi.org/10.1002/da.22344>
- Liu, Y., Pan, H., Yang, R., Wang, X., Rao, J., Zhang, X., & Pan, C. (2021). The relationship between test anxiety and emotion regulation: The mediating effect of psychological resilience. *Annals of General Psychiatry*, *20*, Article 40. <https://doi.org/10.1186/s12991-021-00360-4>
- Lowe, P. A. (2019). Expression and level of test anxiety in a sample of elementary students. *International Education Studies*, *12*(3), 1–9. <https://doi.org/10.5539/ies.v12n3p1>
- Lowe, P. A., & Lee, S. W. (2008). Factor structure of the Test Anxiety Inventory for Children and Adolescents (TAICA) scores across gender among students in elementary and secondary school settings. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *26*(3), 231–246. <https://doi.org/10.1177/0734282907303773>
- Lowther, H., & Newman, E. (2014). Attention bias modification (ABM) as a treatment for child and adolescent anxiety: A systematic review. *Journal of Affective Disorders*, *168*, 125–135. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2014.06.051>
- MacLeod, C., Rutherford, E., Campbell, L., Ebsworthy, G., & Holker, L. (2002). Selective attention and

- emotional vulnerability: Assessing the causal basis of their association through the experimental manipulation of attentional bias. *Journal of Abnormal Psychology*, *111*(1), 107–123.
<https://doi.org/10.1037/0021-843X.111.1.107>
- Mandler, G., & Sarason, S. B. (1952). A study of anxiety and learning. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, *47*(2), 166–173. <https://doi.org/10.1037/h0062855>
- March, J. S. (2010). Attention bias modification training and the new interventions research. *Biological Psychiatry*, *68*(11), 978–979. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2010.10.007>
- Martinelli, A., Gröll, J., & Baum, C. (2022). Attention and interpretation cognitive bias change: A systematic review and meta-analysis of bias modification paradigms. *Behaviour Research and Therapy*, *157*, Article 104180. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2022.104180>
- McDonald, A. S. (2001). The prevalence and effects of test anxiety in school children. *Educational Psychology*, *21*(1), 89–101. <https://doi.org/10.1080/01443410020019867>
- Mogg, K., & Bradley, B. P. (2016). Anxiety and attention to threat: Cognitive mechanisms and treatment with attention bias modification. *Behaviour Research and Therapy*, *87*, 76–108.
<https://doi.org/10.1016/j.brat.2016.08.001>
- Mogoșe, C., David, D., & Koster, E. H. W. (2014). Clinical efficacy of attentional bias modification procedures: An updated meta analysis. *Journal of Clinical Psychology*, *70*(12), 1133–1157.
<https://doi.org/10.1002/jclp.22081>
- Naveh-Benjamin, M., McKeachie, W. J., Lin, Y., & Holinger, D. P. (1981). Test anxiety: Deficits in information processing. *Journal of Educational Psychology*, *73*(6), 816–824.
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.73.6.816>
- Neubauer, K., von Auer, M., Murray, E., Petermann, F., Helbig-Lang, S., & Gerlach, A. L. (2013). Internet-delivered attention modification training as a treatment for social phobia: A randomized controlled trial. *Behaviour Research and Therapy*, *51*(2), 87–97. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2012.10.006>
- Ng, E., & Lee, K. (2015). Effects of trait test anxiety and state anxiety on children's working memory task performance. *Learning and Individual Differences*, *40*, 141–148.
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.04.007>
- Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2008). Cognitive emotion regulation: Insights from social cognitive and affective neuroscience. *Current Directions in Psychological Science*, *17*(2), 153–158.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2008.00566.x>
- Önem, E. (2010). The relationship among state-trait anxiety, foreign language anxiety and test anxiety in an EFL setting. *Dil Dergisi*, *148*, 17–36. https://doi.org/10.1501/Dilder_0000000128
- Parsons, S., Kruijt, A.-W., & Fox, E. (2019). Psychological science needs a standard practice of reporting the reliability of cognitive-behavioral measurements. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, *2*(4), 378–395. <https://doi.org/10.1177/2515245919879695>
- Pergamin-Hight, L., Naim, R., Bakermans-Kranenburg, M. J., van IJzendoorn, M. H., & Bar-Haim, Y. (2015). Content specificity of attention bias to threat in anxiety disorders: A meta-analysis. *Clinical*

- Psychology Review*, 35, 10–18. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2014.10.005>
- Pettit, J. W., Bechor, M., Rey, Y., Vasey, M. W., Abend, R., Pine, D. S., Bar-Haim, Y., Jaccard, J., & Silverman, W. K. (2020). A randomized controlled trial of attention bias modification treatment in youth with treatment-resistant anxiety disorders. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 59(1), 157–165. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2019.02.018>
- Picó-Pérez, M., Radua, J., Steward, T., Menchón, J. M., & Soriano-Mas, C. (2017). Emotion regulation in mood and anxiety disorders: A meta-analysis of fMRI cognitive reappraisal studies. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 79(Pt. B), 96–104. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2017.06.001>
- Pittig, A., Arch, J. J., Lam, C. W. R., & Craske, M. G. (2013). Heart rate and heart rate variability in panic, social anxiety, obsessive-compulsive, and generalized anxiety disorders at baseline and in response to relaxation and hyperventilation. *International Journal of Psychophysiology*, 87(1), 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2012.10.012>
- Pizzie, R. G., & Kraemer, D. J. (2021). The association between emotion regulation, physiological arousal, and performance in math anxiety. *Frontiers in Psychology*, 12, Article 639448. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.639448>
- Price, R. B., Brown, V., & Siegle, G. J. (2019). Computational modeling applied to the dot-probe task yields improved reliability and mechanistic insights. *Biological Psychiatry*, 85(7), 606–612. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2018.09.022>
- Price, R. B., Kuckertz, J. M., Siegle, G. J., Ladouceur, C. D., Silk, J. S., Ryan, N. D., Dahl, R. E., & Amir, N. (2015). Empirical recommendations for improving the stability of the dot-probe task in clinical research. *Psychological Assessment*, 27(2), 365–376. <https://doi.org/10.1037/pas0000036>
- Price, R. B., Siegle, G. J., Silk, J. S., Ladouceur, C. D., McFarland, A., Dahl, R. E., & Ryan, N. D. (2014). Looking under the hood of the dot probe task: An fMRI study in anxious youth. *Depression and Anxiety*, 31(3), 178–187. <https://doi.org/10.1002/da.22255>
- Putwain, D. W., & Daly, A. L. (2014). Test anxiety prevalence and gender differences in a sample of English secondary school students. *Educational Studies*, 40(5), 554–570. <https://doi.org/10.1080/03055698.2014.953914>
- Putwain, D. W., Gallard, D., Beaumont, J., Loderer, K., & von der Embse, N. P. (2021). Does test anxiety predispose poor school-related wellbeing and enhanced risk of emotional disorders? *Cognitive Therapy and Research*, 45(6), 1150–1162. <https://doi.org/10.1007/s10608-021-10211-x>
- Putwain, D. W., Langdale, H. C., Woods, K. A., & Nicholson, L. J. (2011). Developing and piloting a dot-probe measure of attentional bias for test anxiety. *Learning and Individual Differences*, 21(4), 478–482. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.02.002>
- Putwain, D. W., Symes, W., Coxon, E., & Gallard, D. (2020). Attention bias in test anxiety: The impact of a test-threat congruent situation, presentation time, and approach-avoidance temperament. *Educational Psychology*, 40(6), 713–734. <https://doi.org/10.1080/01443410.2020.1740653>

- Putwain, D. W., von der Embse, N. P., Rainbird, E. C., & West, G. (2020). The development and validation of a new Multidimensional Test Anxiety Scale (MTAS). *European Journal of Psychological Assessment, 37*, 236–246. <https://doi.org/10.1027/1015-5759/a000604>
- Ringeisen, T., Lichtenfeld, S., Becker, S., & Minkley, N. (2019). Stress experience and performance during an oral exam: The role of self-efficacy, threat appraisals, anxiety, and cortisol. *Anxiety, Stress, & Coping: An International Journal, 32*(1), 50–66. <https://doi.org/10.1080/10615806.2018.1528528>
- Robinson, M. D., & Clore, G. L. (2002). Belief and feeling: Evidence for an accessibility model of emotional self-report. *Psychological Bulletin, 128*(6), 934–960. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.128.6.934>
- Roos, A.-L., Goetz, T., Voracek, M., Krannich, M., Bieg, M., Jarrell, A., & Pekrun, R. (2021). Test anxiety and physiological arousal: A systematic review and meta-analysis. *Educational Psychology Review, 33*(2), 579–618. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09543-z>
- Sanchez, A., Vazquez, C., Gomez, D., & Joormann, J. (2014). Gaze-fixation to happy faces predicts mood repair after a negative mood induction. *Emotion, 14*(1), 85–94. <https://doi.org/10.1037/a0034500>
- Sarason, I. G. (1984). Stress, anxiety, and cognitive interference: Reactions to tests. *Journal of Personality and Social Psychology, 46*(4), 929–938. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.46.4.929>
- Schillinger, F. L., Mosbacher, J. A., Brunner, C., Vogel, S. E., & Grabner, R. H. (2021). Revisiting the role of worries in explaining the link between test anxiety and test performance. *Educational Psychology Review, 33*(4), 1887–1906. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09601-0>
- Schweden, T. L. K., Konrad, A. C., Wekenborg, M. K., & Hoyer, J. (2020). Evaluation of a brief cognitive behavioral group intervention to reduce depersonalization in students with high levels of trait test anxiety: A randomized controlled trial. *Anxiety, Stress, & Coping: An International Journal, 33*(3), 266–280. <https://doi.org/10.1080/10615806.2020.1736936>
- See, J., MacLeod, C., & Bridle, R. (2009). The reduction of anxiety vulnerability through the modification of attentional bias: A real-world study using a home-based cognitive bias modification procedure. *Journal of Abnormal Psychology, 118*(1), 65–75. <https://doi.org/10.1037/a0014377>
- Shen, L., Yang, L., Zhang, J., & Zhang, M. (2018). Benefits of expressive writing in reducing test anxiety: A randomized controlled trial in Chinese samples. *PLoS ONE, 13*(2), Article e0191779. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191779>
- Sheppes, G., Suri, G., & Gross, J. J. (2015). Emotion regulation and psychopathology. *Annual Review of Clinical Psychology, 11*, 379–405. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-032814-112739>
- Spielberger, C. D., Gonzalez-Reigosa, F., Martinez-Urrutia, A., Natalicio, L. F. S., & Natalicio, D. S. (1971). Development of the Spanish edition of the State-Trait Anxiety Inventory. *Interamerican Journal of Psychology, 5*(3–4), 145–158.
- Stöber, J., & Pekrun, R. (2004). Advances in test anxiety research. *Anxiety, Stress, & Coping: An International Journal, 17*(3), 205–211. <https://doi.org/10.1080/1061580412331303225>
- Strohmaier, A. R., Schiepe-Tiska, A., & Reiss, K. M. (2020). A comparison of self-reports and electrodermal activity as indicators of mathematics state anxiety: An application of the control-value theory.

- Frontline Learning Research*, 8(1), 16–32. <https://doi.org/10.14786/flr.v8i1.427>
- Sung, Y.-T., Chao, T.-Y., & Tseng, F.-L. (2016). Reexamining the relationship between test anxiety and learning achievement: An individual-differences perspective. *Contemporary Educational Psychology*, 46, 241–252. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2016.07.001>
- Szafranski, D. D., Barrera, T. L., & Norton, P. J. (2012). Test anxiety inventory: 30 years later. *Anxiety, Stress, & Coping: An International Journal*, 25(6), 667–677. <https://doi.org/10.1080/10615806.2012.663490>
- Tan, S. H., & Pang, J. S. (2023). Test anxiety: An integration of the test anxiety and achievement motivation research traditions. *Educational Psychology Review*, 35(1), Article 13. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09737-1>
- Todd, J., van Ryckegehem, D. M. L., Sharpe, L., & Crombez, G. (2018). Attentional bias to pain-related information: A meta-analysis of dot-probe studies. *Health Psychology Review*, 12(4), 419–436. <https://doi.org/10.1080/17437199.2018.1521729>
- Todd, R. M., Cunningham, W. A., Anderson, A. K., & Thompson, E. (2012). Affect-biased attention as emotion regulation. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(7), 365–372. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.06.003>
- Torrano, R., Ortigosa, J. M., Riquelme, A., Méndez, F. J., & López-Pina, J. A. (2020). Test anxiety in adolescent students: Different responses according to the components of anxiety as a function of sociodemographic and academic variables. *Frontiers in Psychology*, 11, Article 612270. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.612270>
- Trotman, G. P., Veldhuijzen van Zanten, J. J., Davies, J., Möller, C., Ginty, A. T., & Williams, S. E. (2019). Associations between heart rate, perceived heart rate, and anxiety during acute psychological stress. *Anxiety, Stress, & Coping: An International Journal*, 32(6), 711–727. <https://doi.org/10.1080/10615806.2019.1648794>
- Van Bockstaele, B., Notebaert, L., MacLeod, C., Salemink, E., Clarke, P. J. F., Verschuere, B., Bögels, S. M., & Wiers, R. W. (2019). The effects of attentional bias modification on emotion regulation. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 62, 38–48. <https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2018.08.010>
- van Rooijen, R., Ploeger, A., & Kret, M. E. (2017). The dot-probe task to measure emotional attention: A suitable measure in comparative studies? *Psychonomic Bulletin & Review*, 24(6), 1686–1717. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1224-1>
- von der Embse, N., Jester, D., Roy, D., & Post, J. (2018). Test anxiety effects, predictors, and correlates: A 30-year meta-analytic review. *Journal of Affective Disorders*, 227, 483–493. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2017.11.048>
- Wei, H., Oei, T. P., & Zhou, R. (2022). Test anxiety impairs inhibitory control processes in a performance evaluation threat situation: Evidence from ERP. *Biological Psychology*, 168, Article 108241. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2021.108241>

- Wiley, K., Vedress, S., & Mandryk, R. L. (2020). How points and theme affect performance and experience in a gamified cognitive task. In *CHI'20: Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems* (pp. 1–15). Association for Computing Machinery.
<https://doi.org/10.1145/3313831.3376697>
- Wine, J. D. (1980). Cognitive-attentional theory of test anxiety. In I. G. Sarason (Ed.), *Test anxiety: Theory, research, and applications* (pp. 349–385). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Woolridge, S. M., Harrison, G. W., Best, M. W., & Bowie, C. R. (2021). Attention bias modification in depression: A randomized trial using a novel, reward-based, eye-tracking approach. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 71, Article 101621.
<https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2020.101621>
- Zainal, N. H., & Jacobson, N. C. (2024). Reliability (or lack thereof) of smartphone ecological momentary assessment of visual dot probe attention bias toward threat indices. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 82, Article 101918. <https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2023.101918>
- Zeidner, M. (1998). *Test anxiety: The state of the art*. Plenum Press.
- Zettle, R. D., & Raines, S. J. (2000). The relationship of trait and test anxiety with mathematics anxiety. *College Student Journal*, 34(2), 246–258.
- Zhang, X., Dong, Y., & Zhou, R. (2018). Examination stress results in attentional bias and altered neural reactivity in test-anxious individuals. *Neural Plasticity*, 2018(1), Article ID 3281040.
<https://doi.org/10.1155/2018/3281040>
- Zhang, Z., Su, H., Peng, Q., Yang, Q., & Cheng, X. (2011). Exam anxiety induces significant blood pressure and heart rate increase in college students. *Clinical and Experimental Hypertension*, 33(5), 281–286.
<https://doi.org/10.3109/10641963.2010.531850>

收稿日期：2023 年 12 月 03 日
一稿修訂日期：2023 年 12 月 29 日
二稿修訂日期：2024 年 01 月 04 日
三稿修訂日期：2024 年 04 月 21 日
四稿修訂日期：2024 年 05 月 23 日
五稿修訂日期：2024 年 06 月 05 日
六稿修訂日期：2024 年 06 月 14 日
接受刊登日期：2024 年 06 月 17 日

Effectiveness of a Mobile-Based Dot Probe Task Program in Alleviating Test Anxiety and Enhancing Emotional Regulation in Taiwanese High School Students

Yi-An Lin¹ and Han-Yun Chang^{1,2}

Test anxiety refers to a specific anxious response experienced by individuals during examinations, evaluations, or competitions. Epidemiological data on test anxiety in Taiwanese students remain limited. However, globally, the prevalence of test anxiety across educational stages ranges from 15% to 25%. The severity of test anxiety increases with age, peaking during high school and junior high school years. Excessive test anxiety in adolescents results in academic underperformance and poor learning outcomes. In addition, test anxiety leads to cognitive problems, such as negative self-evaluation and apprehension of underachievement and low self-esteem; physiological problems, such as accelerated heart rate, rapid breathing, and increased blood pressure; and behavioral problems, such as nail-biting or looking around nervously. Although test anxiety is common among students, excessive anxiety can reduce their ability to perform effectively in tests, thereby affecting their academic achievement. Moreover, excessive test anxiety can reduce students' social functioning and overall well-being. The aforementioned effects of test anxiety are mediated through reduced concentration. Attentional bias refers to individuals' tendency to disproportionately focus on highly threatening stimuli during information processing. Empirical studies have demonstrated that individuals with high levels of anxiety are more likely to focus on high-threat stimuli.

Dot probe task (DPT), a form of attention bias modification (ABM) training, helps reduce attentional bias by training individuals to shift their focus away from high-threat stimuli. This task frees cognitive resources from threatening stimuli, thereby promoting emotional regulation and reducing test anxiety in students. However, the therapeutic effects of ABM remain inconclusive. Moreover, multiple gaps remain in the literature on the effectiveness of DPT in alleviating students' test anxiety. First, the effectiveness of DPT is influenced by the intervention location—school or home (remote). Thus, further empirical research is needed before the widespread application of DPT. Second, whether informal academic tests genuinely elicit test anxiety-related emotions in students remains unclear. Third, test anxiety has been mainly using self-report questionnaires; very few studies have included diverse physiological indicators. Finally, most studies have implemented computer-based DPT programs; computers are less accessible than mobiles. The effectiveness of mobile-based DPT programs remain to be evaluated. Nevertheless, compared to conventional psychological treatments, computerized and online ABM therapy offers a relatively cost-effective option, making it worthy of further investigation.

In this study, we developed a mobile-based DPT program for Taiwanese students. This program was developed using test anxiety-related words as culturally relevant stimuli. It lasted for 6 consecutive weeks. A total of 18 DPT sessions (each lasting 10 min) were conducted between two mid-term tests; the sessions were held thrice a week (Monday, Wednesday, and Friday). Students' daily academic tests were integrated into the program to closely simulate real-life test scenarios. Their heart rate, heart

¹ Department of Psychology, Asia University

² Clinical Psychology Center, Asia University Hospital

Corresponding author:

Han-Yun Chang, Department of Psychology, Asia University. Email: ta8001017@asia.edu.tw

rate variability, and systolic and diastolic blood pressure were measured during tests. We hypothesized that the DPT program would significantly reduce students' state and trait anxiety, enhance their emotional regulation ability, mitigate attentional bias, and prevent anxiety-related physiological changes. Physiological indicators were measured 5 days before the mid-term tests. This study included 13 high school students; of them, 12 students completed the training. Paired *t* tests revealed that the DPT program effectively reduced students' state and trait anxiety, enhanced their emotional regulation ability, and suppressed (partially) physiological arousal. However, no significant improvement was observed in attentional bias.

To the best of our knowledge, this study is the first empirical exploration of ABM among Taiwanese high school students. However, the absence of a control group posed a significant limitation to the study's design, as it restricted our ability to isolate the true impact of the intervention from other confounding factors. Our findings suggest that the mobile-based DPT program can help alleviate high school students' state and trait anxiety and enhance their emotional reappraisal ability. Our study was exploratory in nature; thus, future studies should expand the sample size and include a control group to enhance statistical power, improve the representativeness and generalizability of the findings, and offer a reliable basis for evaluating the actual effects of DPT on test anxiety, thereby allowing for a conclusive evaluation of our hypothesis.

Notably, we recruited students from advanced classes, a group that may exhibit different levels of test anxiety compared with the general student population. We did not compare intervention efficacy between students with high anxiety levels and those with low anxiety levels; this limits the broader applicability of our findings, necessitating further analyses for differentiating between these groups. Furthermore, our program exerted no significant effects on attentional bias; this finding may be attributable to the insufficient intensity of the stimulus used in the study or the lack of motivation and environmental pressure during home-based training. Furthermore, different forms of ABM (e.g., stimuli presented as text versus images) may influence the manifestation of attention bias in different ways (Parsons et al., 2019). Future studies should explore methods to increase the intensity of stimuli to better induce anxiety responses in participants. Additionally, incorporating game elements into the intervention design may enhance students' motivation for home training, thereby improving engagement and effectiveness.

Our program did not significantly improve students' physiological measurements, possibly because they were healthy adolescents, not clinical patients; this made it difficult for us to detect test anxiety-related physiological changes. Furthermore, the measurements were performed too far from the test dates to accurately capture anxiety-related physiological changes during actual test scenarios. The extent to which subjective anxiety-related changes correspond to objective physiological changes remains unclear. To address these limitations and enhance measurement accuracy, future studies should consider using long-term wearable physiological monitoring devices, which may provide comprehensive data on the physiological effects of ABM. Overall, the physiological findings from our cohort do not fully support the efficacy of the DPT program in reducing in test anxiety.

Evaluating the efficacy of ABM training using only changes in attentional bias, self-report scales, and physiological measurements may pose significant methodological limitations. These methods, while valuable, may not provide a comprehensive understanding of the underlying mechanisms driving the intervention's effects. To address these gaps, further empirical research is needed to substantiate the efficacy of ABM in reducing test anxiety among high school students. Future studies should also incorporate advanced neuroimaging techniques to assess changes in brain network activity before and after ABM training. Such approaches can help identify specific neural correlates associated with attentional bias modification, offering deeper insights into its cognitive and emotional impact.

This study has several limitations. First, as an exploratory study, it involved only 12 participants (3 boys). Thus, caution must be exercised when generalizing our findings to the broader high school student population. Second, because of the absence of a control group, the results might have been influenced by the expectancy effect. Future studies should address these limitations by including control groups, balancing sex proportions for accurate comparisons, and expanding the sample to include different age groups (to investigate whether DPT exerts varying effects across age ranges). Lastly, although this study collected both self-reported anxiety levels and physiological indicators, the physiological measurements were only taken five days before mid-term exams. Future research should consider measuring closer to stress events to more accurately assess the impact of dot probe task on physiological changes caused by exam stress. This approach will help to better understand the practical application of dot probe task and enhance its utility in clinical and educational settings.

Keywords: dot probe task, test anxiety, adolescent