

常用於精神分裂症研究之持續性注意力評估工具 及其心理計量特性回顧

林恭宏 黃怡靜 尤菀蒼 薛漪平 謝清麟

持續性注意力是精神分裂症患者生活以及工作之關鍵能力，且與患者之復健相關。研究及臨床人員欲探究或介入持續性注意力，皆須具良好心理計量特性之測驗。然而目前較少研究彙整適用於精神分裂症患者之持續性注意力評估工具，及各持續性注意力評估工具之心理計量特性評析，故本研究回顧近六年內常用於精神分裂症隨機控制驗證研究之持續性注意力評估工具，並彙整其用於精神分裂症患者之心理計量特性（含信度、效度、反應性及最小重要差異值）。研究者合併檢索中、英文之電子期刊資料庫，找出 2007 至 2013 年間較常用（被使用 2 次以上）於精神分裂症隨機控制驗證研究之持續性注意力評估工具。再比較這些測驗應用於精神分裂症患者之心理計量特性。常用於精神分裂症隨機控制驗證研究之持續性注意力評估工具共計三種：Continuous Performance Test-Identical Pairs (CPT-IP)、Conners' Continuous Performance Test (CCPT) 及 Rapid Visual Information Processing Task (RVIP)。上述測驗針對精神分裂症患者之心理計量特性驗證結果如下：CPT-IP 再測信度中等至良好，但缺乏其它心理計量特性驗證。CCPT 之收斂效度及區辨效度不佳，且缺乏其它心理計量特性驗證。未有研究驗證 RVIP 之心理計量特性。回顧結果顯示常用於精神分裂症隨機控制驗證研究之持續性注意力評估工具欠缺充份之心理計量特性驗證。

關鍵詞：精神分裂症，注意力，心理計量特性

前 言

持續性注意力代表患者能否持續集中注意力於特定刺激，同時須抑制不適當之行爲，以免分心 (Sohlberg & Mateer, 1987)。精神分裂症患者常有持續性注意力障礙 (Mirsky, Anthony, Duncan, Ahearn, & Kellam, 1991; Nieuwenstein, Aleman, & de Haan, 2001)。持續性注意力功能較弱之精神分裂症患者，其社區生活功能（如：金錢管理及日常生活獨立程度）較差，且可有較多的問題行爲（如：物質濫用及衝動控制）(Green, Kern, Braff, & Mintz, 2000; Prouteau et al., 2004)，對於精神分裂症患者影響甚鉅。臨床或

研究人員須具有良好心理計量特性（含信度、效度、反應性及最小重要差異值等）之持續性注意力評估工具，方能掌握精神分裂症患者之持續性注意力問題，以設定適當之持續性注意力治療目標及計畫 (Harris, Minassian, & Perry, 2007; Kenny & Meltzer, 1991; Mausbach et al., 2008)。

心理計量特性 (psychometric properties) 是判斷評估工具之評估結果是否正確可靠之指標。信度、效度、反應性及最小重要差異值等心理計量特性分別具有不同之意義與價值 (Mokkink et al., 2010)。信度為重複測量某一穩定特質時，獲得相同結果之程度 (Kline, 1998)。常用之信度指標包含：再測信度 (test-retest reliability)、施測者

間信度 (inter-rater reliability)、練習效應 (practice effect)、評估標準誤 (standard error of measurement, SEM) 及最小可偵測之變化值 (minimal detectable change, MDC)。再測信度即同一位患者在欲評估之特質穩定、相同情境但不同時間接受同一測驗二次，所得分數一致之程度 (Kline, 1998)。施測者間信度指不同評估者評估同一個案所得結果的一致程度 (Hobart, Lamping, & Thompson, 1996)。練習效應指一評估工具經重複施測於同一個案時，個案的能力雖未改變，但個案之測驗結果卻隨著次數增加而越來越好 (Dodrill & Troupin, 1975)。SEM 代表個別評估結果之不穩定程度或隨機評估誤差之大小 (Atkinson & Nevill, 1998; Beckerman et al., 2001)。MDC 為判斷個案二次評估分數變化是否超過評估誤差之閾值。當個案的分數變化超過 MDC，才代表其改變達到真正的進步，而非評估誤差所導致 (Beckerman et al., 2001)。

效度指正確性，亦即工具能評量所欲測量之建構或特質的程度，效度愈高表示愈能測出欲測量之特質 (Kline, 1998)。持續性注意力評估工具應具備之效度包含同時效度 (concurrent validity)、收斂效度 (convergent validity)、預測效度 (predictive validity)、生態效度 (ecological validity) 及區辨效度 (discriminative validity)。同時效度指測驗結果與欲測量特質之公認測量方法（或稱黃金標準）所得結果的關連程度 (Hobart et al., 1996)。收斂效度為當欲測量之建構或特質缺乏黃金標準時，可驗證測驗與理論上相關特質之關連程度 (Portney & Watkins, 2000)。預測效度指測驗結果可預測未來健康相關功能之程度 (Kline, 1998)。生態效度指神經心理測驗之結果可預測個案於真實生活環境中之行為或功能表現之程度 (Sbordone & Long, 1996)。區辨效度指測驗結果可根據評估工具之背景理論區辨不同屬性病人或健康對照組之程度 (McCarthy et al., 2002)。

反應性則指評量工具偵測個案功能變化之能力 (Hobart et al., 1996)。評估工具之反應性佳，

則可敏銳地呈現治療成效，提供治療計畫擬定或調整時之參考依據。

最小重要差異值 (minimal important difference, MID) 為個案主觀感受到有意義且重要的最小分數改變量 (Beaton, Boers, & Wells, 2002)，MID 是判定個案評估分數之改變量是否夠大，足以使個案感到重要的閾值。

目前較少研究彙整適用於精神分裂症患者之持續性注意力評估工具，亦少評析各種持續性注意力評估工具之心理計量特性。這些不足造成研究及臨床人員難以選擇較適用於精神分裂症患者之持續性評估工具。由於評估工具之心理計量特性驗證結果可能因施測對象不同（如不同診斷之患者）而有所不同 (Portney & Watkins, 2000)，因此即便有些持續性注意力評估工具已具備應用於其它族群之心理計量特性驗證資料，仍無法確定該評估工具是否適用於精神分裂症患者。本研究目的為回顧並彙整 2007 年 1 月至 2013 年 4 月間常用於精神分裂症隨機控制試驗研究之持續性注意力評估工具，並比較這些持續性注意力評估工具應用於精神分裂症患者之心理計量特性之驗證資料，包含信度、效度、反應性及 MID。作為研究及臨床人員選擇適用於精神分裂症患者之持續性注意力評估工具的實證依據。

方 法

本研究分為二階段。第一階段為搜尋近六年（2007 年 1 月至 2013 年 4 月）常用於精神分裂症隨機控制試驗研究中之持續性注意力評估工具；第二階段為搜尋第一階段得出之常用持續性注意力評估工具之心理計量特性資料並評析之。以下分別敘述二階段研究之方法。

第一階段為搜尋近 2007 年 1 月至 2013 年 4 月間隨機控制試驗研究中，較常用於精神分裂症患者之持續性注意力評估工具。此階段文獻回顧共分為四步驟：一、搜尋資料庫：研究者首先於 MEDLINE、PsycINFO、CINAHL 與臺灣期刊論文索引系統等三資料庫合併搜尋 2007 年 1 月至

2013年4月發表之精神分裂症隨機控制試驗研究。資料庫選擇之主要考量為資料庫收錄文獻之特性與本研究目的之相關性高，MEDLINE 資料庫廣泛收錄醫學相關研究之文獻，包含精神分裂症相關研究；PsycINFO 資料庫收錄文獻之主題包含精神醫學，且此資料庫中收錄許多之心理計量相關研究；CINAHL 資料庫主要收錄生物醫學相關之文獻；臺灣期刊論文索引系統較廣泛地收錄國內發表之文獻。文獻檢索策略為先分別搜尋精神分裂症、持續性注意力與隨機控制試驗三者之相關醫學標題詞彙 (MeSH term) 及關鍵字 (keyword)，再將三者之搜尋結果合併 (取三者之交集)。精神分裂症相關之醫學標題詞彙及關鍵字包含精神分裂症各種亞型或精神分裂症症狀；持續性注意力相關之醫學標題詞彙及關鍵字包含持續性注意力或警醒度 (vigilance)；隨機控制試驗相關之關鍵字為隨機控制試驗或相關之研究設計 (如隨機分派、單盲或雙盲等)。詳細之文獻檢索策略列於附錄一。

二、篩選論文：研究者依文章標題或摘要篩選論文，收錄條件有四：(1) 樣本包含成人精神分裂症患者；(2) 隨機控制試驗研究；(3) 英文或中文論文；(4) 研究中使用標準化持續性注意力評估工具。排除條件為：若文章之出版類型為文獻回顧、評論、信函、演說或社論則排除之。

三、確認持續性注意力評估工具之種類：研究者查看符合篩選條件之論文的摘要或全文，以確認各篇論文用以評估持續性注意力之評估工具。

四、統計常用之持續性注意力評估工具：研究者統計每一種持續性注意力評估工具被使用之次數，若一評估工具曾被使用2次以上則視為常用之持續性注意力評估工具。此階段僅收錄隨機控制試驗研究，以確保彙整之持續性注意力評估工具的品質，主要原因為：成效評估工具 (outcome measures) 之心理計量特性會影響隨機控制試驗的內在效度 (internal validity，代表研究結果能否歸因於實驗介入之程度)、外在效度 (external validity，代表研究結果可類化到受試者之外族群的程度) 及研究結果之顯著性 (Rothwell, 2005; Turlik, Kushner, & Stock,

2003)，因此隨機控制試驗研究通常會選用心理計量特性較佳之評估工具作為成效評估工具。

第二階段中，研究者依據第一階段結果所得之持續性注意力評估工具，搜尋此些評估工具應用於精神分裂症患者之心理計量特性驗證研究。本階段分為以下四步驟：一、取得測驗之施測手冊：研究者以電子郵件索取各持續性注意力評估工具之施測手冊中，關於心理計量驗證之內容。索取對象有二，分別為各持續性注意力評估工具之出版商，及曾使用本研究欲評析之持續性注意力評估工具發表論文者。二、搜尋資料庫：研究者首先於 MEDLINE (1946 年至 2013 年 4 月)、PsycINFO (1967 年至 2013 年 4 月)、CINAHL (1981 年至 2013 年 4 月) 與臺灣期刊論文索引系統等三資料庫合併搜尋常用之持續性注意力評估工具應用於精神分裂症患者之心理計量研究。文獻檢索策略為合併精神分裂症、心理計量特性 (信度、效度、反應性及 MID 等) 與評估工具名稱三者之相關醫學標題詞彙或關鍵字，詳細之文獻檢索策略列於附錄二。三、篩選論文：研究者依據摘要或全文篩選文章，收錄條件有以下三項：(1) 研究目的為驗證該持續性注意力評估工具之心理計量特性；(2) 主要樣本為成人精神分裂症患者；(3) 英文或中文論文。四、評析心理計量特性：研究者依據各測驗之施測手冊及心理計量特性文獻之驗證結果，評析各常用之持續性注意力評估工具之心理計量特性，包含信度、效度、反應性及 MID。評析標準如下：

信度包含評估工具之再測信度、施測者間信度、練習效應、SEM 及 MDC。各個心理計量特性之標準如下：(1) 再測信度與施測者間信度：組內相關係數 (intraclass correlation coefficient, ICC) $.75$ 為良好； $.40 \sim .74$ 為中等； $< .40$ 為差 (Shrout & Fleiss, 1979)。Spearman's ρ 或 Pearson's $r \geq .80$ 為良好； $.60 \sim .79$ 為中等； $< .60$ 為差 (Salter et al., 2005)。(2) 練習效應：效應值 (effect size) 指標 Cohen's $d \geq .20$ 為具有練習效應； $< .20$ 為無明顯練習效應 (Cohen, 1988)。

(3) SEM < 基準期 (前、後測中之前測) 評估值平均之 10% 為可接受; \geq 基準期評估值平均之 10% 為差 (Flansbjerg, Holmback, Downham, Patten, & Lexell, 2005)。(4) MDC < 評估工具總分之 10% 為可接受; \geq 評估工具總分之 10% 為差 (Flansbjerg et al., 2005)。

效度包含評估工具之同時效度、收斂效度、預測效度、生態效度及區辨效度。各種效度之標準如下：(1) 同時效度：Spearman's ρ 或 Pearson's $r \geq .75$ 為良好；.40 ~ .74 為中等；< .40 為差 (Deusen & Brunt, 1997)。(2) 收斂效度、預測效度與生態效度：Spearman's ρ 或 Pearson's $r \geq .60$ 為良好；.30 ~ .59 為中等；< .30 為差 (Salter et al., 2005)。(3) 區辨效度： t 檢定或 F 檢定之結果達顯著，代表評估工具可區辨二組特質之差異 (McCarthy et al., 2002)。

評估工具之反應性評析標準如下：(1) 效應值 (effect size) 指標 Cohen's $d \geq .80$ 為大；.50 ~ .79 為中度；.20 ~ .49 為小 (Cohen, 1988)。(2) 標準化反應平均值 (standardized response mean, SRM) $\geq .80$ 為高度；.50 ~ .79 為中度；< .50 為低度 (Salter et al., 2005)。

評估工具之反應性評析標準如下：MID 小於評估工具最大值或平均值之 10% 為可接受 (Iyer, Haley, Watkins, & Dumas, 2003)。

結 果

近六年常用於精神分裂症隨機控制試驗研究之持續性注意力評估工具

第一階段資料庫檢索之結果為 160 篇論文。依論文標題、摘要或全文逐篇檢視研究內容，再刪除重複或不符合收錄條件之論文後，最終收錄 16 篇論文，詳細篩選論文之流程如圖一。此 16 篇論文共使用 9 種評估持續性注意力之工具，其中被使用於隨機控制試驗研究中達 2 次或 2 次以上之持續性注意力評估工具有 3 項，分別為：Continuous Performance Test-Identical Pairs (CPT-IP) (6 次)、Conners' Continuous Performance Test (CCPT) (3 次) 及 Rapid Visual Information Processing Task (RVIP) (3 次)。9 種持續性注意力評估工具被使用次數之詳細統計結果如表一。

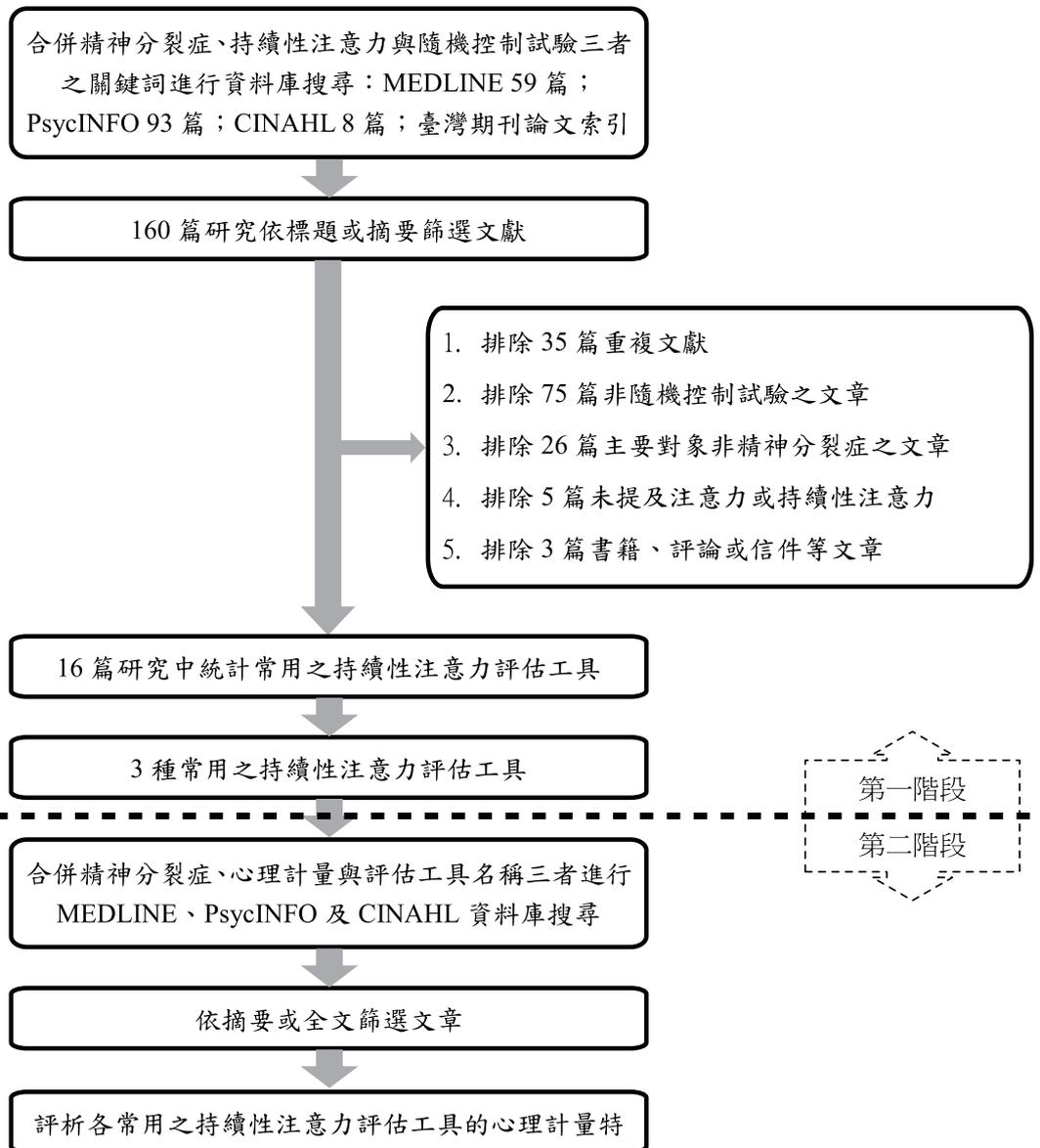
CPT-IP

CPT-IP 由 Cornblatt 等學者於 1988 年發展 (Cornblatt, Risch, Faris, Friedman, & Erlenmeyer-Kimling, 1988)，為精神分裂症認知功能成套測驗 (Measurement and Treatment Research to Improve Cognition in Schizophrenia Consensus Cognitive Battery, MCCB) 其中之一項測驗，用以評估持續性注意力。CPT-IP 為電腦化測驗。

表一 常用於精神分裂症研究之持續注意力測驗

工具名稱	2007 年 1 月至 2013 年 4 月被使用次數
CPT-IP	6
CCPT	3
RVIP	3
FLANKER	1
CPT-AX	1
IDN	1
FAIR	1
CTD	1
自行設計之測驗	1

CPT-IP: Continuous Performance Test-Identical Pairs; CCPT: Conners' Continuous Performance Test; RVIP: Rapid Visual Information Processing Task; FLANKER: Flanker Continuous Performance Test; CPT-AX: Continuous Performance Test-AX; IDN: Identification task; FAIR: Frankfurt Attention Inventory; CTD: Cued Target Detection Task.



圖一 文獻搜尋之程序與部份結果

測驗開始前，受測者須先記住一串數字列（分為 2 個、3 個及 4 個數字等 3 種測驗模式）。測驗開始時，受測者須注意看著電腦螢幕中間出現的數字列，同時以手指按著鍵盤上之反應鍵。若螢幕中呈現之數字列與測驗前要求受測者記住之數字列相同，則受測者須立刻放開反應鍵。CPT-IP 常用之持續性注意力之指標為區辨力 (detectability, d') 及由 d' 對照常模換算之 T 分數 d' 值越大表示受試者越有能力區辨目標刺激物

（受測者記住的數字列）及非目標刺激物（不是受測者記住的數字列）。由 d' 對照常模換算之 T 分數，其平均值為 50 分，每 10 分為一個標準差，T 分數越高表示受測者之區辨力越好。此外受測者之平均答題時間及答題正確率也可作為持續性注意力之參考指標。

施測 CPT-IP 所需之器材為電腦主機、螢幕及鍵盤。全測驗共 3 種施測模式（每次出現 2 個、3 個或 4 個數字），每種模式之施測時間約

150 秒，受測者完成全部測驗約需 8 分鐘。

CCPT

CCPT 由 Conners 於 2000 年發展 (Conners, 2000)，為一持續性注意力之電腦化測驗。受測者被要求專注於電腦螢幕中央之英文字母，並當每個英文字母出現於螢幕上時，便以最快的速度按鍵盤上之反應鍵，但當螢幕上呈現之英文字母為 X 時，則不可按反應鍵。字母與字母呈現之間隔有 1 秒、2 秒及 4 秒等 3 種。CCPT 之持續性注意力指標包含以下三種：(1) 反應時間改變量 (Hit Reaction Time by Block, Hit RT Block Change) 之 T 分數；(2) 反應時間改變量的標準誤 (Standard Error by Block, Hit SE Block Change) 之 T 分數；(3) 漏按反應鍵次數的改變量 (change of omissions) 的 T 分數。三種 T 分數之平均為 50 分，每 10 分為一個標準差，T 分數越低表示受測者於測驗中之表現穩定且一致，意即受測者可持續維持注意力直到測驗結束。此外受測者之平均答題時間及答題正確率也可作為持續性注意力之參考指標。

施測 CCPT 所需之器材為電腦主機、螢幕及鍵盤。受測者完成全部測驗約需 14 分鐘。

RVIP

RVIP 由 Wesnes 及 Warburton 於 1984 年發展 (Wesnes & Warburton, 1984)。此測驗為 Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB) 測驗組中之測驗之一。測驗開始前，受測者須記住一組由 3 個數字組成的數列。測驗開始時，受測者須注意看著電腦螢幕中間出現的數字，可能出現之數字為 2~9，每次只出現 1 個數字。若螢幕上呈現數字之順序與測驗前要求受測者記住之數列相同，則受測者須立刻按下反應鍵。RVIP 常用之持續性注意力之指標為敏感性 (sensitivity, A')。 A' 之範圍從 0 到 1，越接近 1 表示受試者越能夠正確區辨目標刺激物（受測者記住的數列）及非目標刺激物（不是受測者記住的數列）。此外受測者之平均答題時間及答題正確率也可作為持續性注意力之參考指標。

施測 RVIP 所需之器材為電腦主機、螢幕及鍵盤。受測者完成全部測驗約需 7 分鐘。

常用持續性注意力評估工具之心理計量特性

CPT-IP 之心理計量特性

本研究參考之 4 篇 CPT-IP 再測信度驗證文獻中，三篇採用 d' 為持續性注意力指標 (Kahn et al., 2012; Nuechterlein et al., 2008; Silverstein et al., 2010)，一篇以 d' 之 T 分數作為持續性注意力指標 (Keefe et al., 2011)。 d' 於 4 週間隔之再測信度為良好 (ICC = .76 ~ .84)。CPT-IP 三種測驗模式（分別為請受測者記住 2 個、3 個及 4 個數字等三種測驗模式）個別之 d' 於 1-4 週間隔之再測信度為中等至良好 (ICC = .73 ~ .80)。此外 d' 於再測時無明顯之練習效應 ($d = .09 \sim .19, p > .05$)。

CPT-IP 施測手冊 (Nuechterlein & Green, 2006) 中僅呈現 CPT-IP 施測於精神分裂症族群之再測信度驗證資料，而無其它心理計量特性之驗證資料。手冊中 CPT-IP 施測於 167 位精神分裂症患者，持續性注意力指標 d' 於 4 週間隔之再測信度為良好 (ICC = .84)，無明顯之練習效應 ($d = .09$)。

CPT-IP 之效度及反應性之驗證資料並未查得。

CCPT 之心理計量特性

CCPT 持續性注意力分數指標 (sustained attention factor) 之區辨效度及收斂效度不佳 (Egeland & Kovalik-Gran, 2010)。區辨效度驗證結果顯示，CCPT 無法區辨精神分裂症患者與健康者族群，僅可區辨注意力缺失過動症 (Attention Deficit Hyperactivity Disorder) 族群與健康者族群 ($F = 3.83, p = .002, Eta = .82$)。收斂效度驗證結果顯示，CCPT 持續性注意力分數指標與其它認知評估工具（包含 the Knox Cube Test、the Digit Span Forwards and Backwards from the WMS-R or WAIS-III、the Trail Making Test A/ B、the Paced Auditory Serial Addition Test、the Stroop Color/ Word Test 等）之相關皆

低 ($|r| = .18 \sim .02$)。

CCPT 施測手冊 (Conners, 2000) 未提供 CCPT 應用於精神分裂症族群之心理計量特性驗證資料。CCPT 之信度及反應性等心理計量特性資料並未查得。

RVIP 之心理計量特性

RVIP 施測手冊 (Cambridge Cognition, 1995) 未提供 RVIP 應用於精神分裂症族群之心理計量特性驗證資料。

本研究未搜尋到以 RVIP 心理計量特性 (包含信度、效度、反應性及 MID) 驗證為研究目的之論文。

討 論

本研究回顧 2007 年 1 月至 2013 年 4 月間常用於精神分裂症隨機試驗控制研究之持續性注意力評估工具及其心理計量特性驗證資料。結果顯示有三種常用於精神分裂症研究之注意力測驗，但其針對精神分裂症患者之心理計量特性驗證資料較少，此問題可能造成臨床人員及研究難以判斷這些評估工具之評估結果之有效性及精確性。未來需要完整驗證此三種持續性注意力評估工具施測於精神分裂症患者之心理計量特性，以提供臨床人員及研究者選擇持續性注意力評估工具之參考。

本研究發現 CPT-IP 應用於精神分裂症患者之再測信度為中等至良好，代表臨床人員使用 CPT-IP 重複評估精神分裂症患者之持續性注意力時，若患者之能力未改變，其測驗結果較為一致。然而本研究發現除 CPT-IP 外，其它二種持續性注意力評估工具 (CCPT 及 RVIP) 應用於精神分裂症患者之再測信度均未經驗證。測驗之再測信度未知會使得研究者及臨床人員不易解釋重複評估結果之差異來源。因此未來須驗證 CCPT 及 RVIP 應用於精神分裂症族群之再測信度，以提升此二種持續性注意力評估工具臨床與研究之應用價值。

CPT-IP 應用於精神分裂症患者之練習效應

微小，因此研究者或臨床人員使用 CPT-IP 重複評估一患者時，患者之持續性注意力若未改變，其評估結果較不會隨著評估次數增加而越來越好。然而 CCPT 及 RVIP 應用於精神分裂症患者之練習效應均未驗證，此現象可能導致研究及臨床人員無法判斷 CCPT 及 RVIP 重複評估時分數增進之成因。未來須驗證 CCPT 及 RVIP 應用於精神分裂症族群之練習效應，以提升此二種持續性注意力評估工具臨床與研究之應用價值。

施測者間信度指不同施測者評估同一個案所得結果的一致程度 (Hobart et al., 1996)。此信度指標可用以檢驗評估工具之測驗結果是否會受到施測者之不同而改變。本研究結果未獲得此三種持續性注意力評估工具之施測者間信度之驗證資料，可能因為電腦化測驗具有標準化之施測流程、固定的指導語及一致的計分方式，所以施測之結果較不會受到施測者更換而影響，進而較少人驗證電腦化測驗之施測者間信度。然而未來研究仍需驗證此三種持續性注意力評估工具之施測者間信度，以利解釋不同施測者評估結果之差異來源。

SEM 代表個別評估結果之不穩定程度或隨機評估誤差之大小 (Atkinson & Nevill, 1998; Beckerman et al., 2001)。然而本研究結果未獲得此三種持續性注意力評估工具之 SEM 驗證資料。因此於臨床使用上，評估者無法得知三種持續性注意力評估工具之個別分數的評估誤差大小 (Atkinson & Nevill, 1998; Beckerman et al., 2001)，此現象將導致臨床人員難以判斷造成同一位個案多次評估結果差異之來源 (如：個案能力確實有改變或隨機測量誤差造成重複評估之結果有差異)。後續研究宜驗證此三種持續性注意力評估工具之 SEM，以提升其臨床應用價值。

MDC 為判斷個案二次評估分數變化是否超過評估誤差之閾值 (95%信心水準)。本研究結果未獲得此三種持續性注意力評估工具之 MDC 驗證資料，導致臨床人員難以判斷使用此三種測驗結果之改變是否代表個案持續性注意力之真實改變，而非評估誤差所導致。研究者建議未來研

究應驗證此一指標，以增進此三項評估工具之臨床實用性。

本研究發現僅 CCPT 曾被驗證用於精神分裂症患者之收斂效度，但其結果不甚理想。CCPT 之評估結果與其它注意力評估工具之評估結果相關較低，造成此現象之原因可能為 CCPT 所評估之注意力向度（持續性注意力）與其它注意力評估工具所評估之注意力向度不同。此外 CPT-IP 及 RVIP 皆缺乏收斂效度之驗證資料，故目前無法判斷此二評估工具所評估之建構 (construct) 是否為持續性注意力。本研究回顧之三種注意力測驗施測於精神分裂症患者之收斂效度證據仍不足而有待後續研究，以驗證此三種常用之持續性注意力評估工具是否確實可評估精神分裂症患者之持續性注意力。

CCPT 應用於精神分裂症患者之區辨效度曾被驗證，但其區辨效度結果不佳 (Egeland & Kovalik-Gran, 2010)，代表 CCPT 之測驗結果無法區辨精神分裂症族群及健康對照組。臨床人員無法使用 CCPT 區辨個案間之持續性注意力程度，可能導致臨床人員無法依據 CCPT 之評估結果判斷精神分裂症患者是否有持續性注意力缺損。此外 CPT-IP 及 RVIP 目前皆缺乏區辨效度之驗證。未來研究須探討 CCPT 區辨效度不佳之可能原因，且亦須驗證 CPT-IP 及 RVIP 之區辨效度，作為研究及臨床人員選擇持續性評估工具之參考。

同時效度指欲驗證之測驗與另一概念相同之測驗同時評量個案所獲結果的關聯程度 (Hobart et al., 1996)，同時效度可協助判斷某一評估工具是否可評估欲測量之概念。然而本研究蒐尋結果卻缺乏此三種持續性注意力評估工具應用於精神分裂症患者之同時效度研究。同時效度驗證資料之缺乏，可能因持續性注意力評估工具至今尚無公認之黃金標準所致 (Robertson, Ward, Ridgeway, & Nimmo-Smith, 1996)。

具備預測效度的測驗可早期預測精神分裂症個案之某些目標特質（如：預後）(Kline, 1998)，故能協助臨床人員擬定患者之復健目標

與治療計畫。然而本研究之蒐尋結果卻指出 CPT-IP、CCPT 及 RVIP 缺乏應用於精神分裂症患者之預測效度研究，故使此三種持續性注意力評估工具之臨床應用有限。

生態效度指某一神經心理測驗之結果可預測個案於真實生活環境中之行為或功能表現的程度 (Sbordone & Long, 1996)。評估工具之生態效度證據可協助臨床人員瞭解持續性注意力障礙與實際生活之間的關聯性，以作為復健計畫擬定之參考。然而本研究未發現此三種持續性注意力評估工具應用於精神分裂症患者之生態效度研究，有待未來研究驗證之。

評量工具之反應性對治療成效的評估相當重要。良好之反應性意謂此工具能較確切地偵測到已發生的改變量 (Hobart et al., 1996)。臨床治療或療效研究中，若無法得知評估工具之反應性，則較難判斷個案持續性注意力是否改變（進步或退化），如此一來可能影響無法呈現治療的效果，甚至影響治療計畫的擬定 (Hobart et al., 1996)。然而，本研究回顧之 CPT-IP、CCPT 及 RVIP 目前皆無反應性驗證資料，因此未來可能難以使用這三種持續性注意力評估工具評估精神分裂症患者接受持續性注意力訓練之成效。關於 CPT-IP、CCPT 及 RVIP 之反應性亟待未來研究驗證。

MID 為個案主觀感受到有意義且重要的最小分數改變量，MID 可用來判定個案分數之改變對個案而言是否有意義且重要 (Beaton et al., 2002)，因此個案在評估工具分數上的改變量必須超過 MID 才具備臨床重要意義。臨床上，MID 可協助相關臨床決策與治療計畫的調整或制定；研究上，MID 可幫助判斷個案或團體的分數改變是否為真正且有意義的改變 (Beaton et al., 2002)。然而，本研究文獻回顧之結果未有此三種持續性注意力評估工具之 MID 驗證資料，亟需未來研究驗證。

本研究探討之三種持續性注意力評估工具的施測手冊中，僅 CPT-IP 的施測手冊 (Nuechterlein & Green, 2006) 有呈現該測驗施測於精神分裂症

患者之心理計量特性。CPT-IP 為 MCCB 其中一項測驗，而 MCCB 選擇測驗時即以測驗應用於精神分裂症患者之再測信度作為選擇的指標，因此 CPT-IP 之施測手冊中有呈現此測驗之再測信度。CCPT 及 RVIP 二測驗發展時不是針對精神分裂症患者所發展，所以此二測驗施測手冊 (Cambridge Cognition, 1995; Conners, 2000) 未提供這二項測驗使用於精神分裂症患者之心理計量特性。研究及臨床人員欲使用此三種持續性注意力評估工具評估精神分裂症患者前，除參考施測手冊之內容外，也應透過文獻回顧瞭解此三種測驗應用於精神分裂症患者之心理計量特性，以幫助研究及臨床人員解釋測驗結果所代表的意義。

持續性注意力評估工具之「施測內容是否具備文化差異」及「施測時間」等二者為臨床人員選擇評估工具時之重要考量項目。文化差異小且施測時間短之持續性注意力評估工具有助於增加臨床評估之可行性及效能，並減少施測者及受測者評估時之負擔。文化差異方面，CCPT 之刺激物及目標物皆為英文字母，因此受測者認識英文字母與否可能影響之測驗結果。CPT-IP 及 RVIP 之刺激物及目標物皆為阿拉伯數字，因此較不具文化差異。施測時間方面，CCPT 測驗時間較長（約為 14 分鐘），而 CPT-IP 及 RVIP 之測驗時間則較短（約 7 分鐘）。以文化差異及施測時間而言，CPT-IP 及 RVIP 之臨床適用性可能高於 CCPT。臨床人員若使用 CPT-IP 及 RVIP 評估精神分裂症患者之持續性注意力時，患者可能因為測驗之操作方式容易瞭解且完成評估所需時間較短，所以較願意接受此二項持續性注意力評估工具。

本研究探討之三項持續性注意力評估工具皆為電腦化測驗，而傳統持續性注意力評估工具較多為紙筆測驗，這些測驗多以測驗完成時間做為評估的主要結果。但因測驗完成總時間無法呈現受測者之注意力於測驗過程中隨時間改變之情形，故難以準確地評估受測者注意力之持續能力。電腦化持續性注意力評估工具可改善此限制，因電腦可偵測並記錄受測者每次看到目標刺

激物作出反應之時間及正確與否，故施測者可依據受測者於測驗過程中之反應時間及錯誤率是否改變，以判斷受測者之持續性注意力的變化情形（如：測驗進行越久受測者之反應時間越長，此現象可能代表受測者之持續性注意力不佳）。因此臨床人員以電腦化測驗評估精神分裂症個案之持續性注意力可獲得較完整之結果。

本研究之主要研究限制為以下四項：一、本研究之第一階段僅就近 6 年精神分裂症隨機控制驗證研究中，曾被使用二次以上之持續性注意力評估工具予以回顧評析，因此可能排除近一、二年才發展而尚未被廣泛使用之測驗。二、本研究之第一階段未查詢 6 年以上之精神分裂症隨機控制驗證研究，可能因此排除非標準化、心理計量特性較不明確、僅作為篩選工具 (screener) 或過去常使用但近年來少被使用之持續性注意力評估工具。三、本研究受限於研究者之語言能力，因此僅參考英文及中文文獻，而排除非英文或中文所寫的文獻，可能因此遺漏部分以他國語言發表之心理計量特性驗證資料。四、本研究搜尋之資料庫不夠全面，如：缺乏 PubMed、OTseeker 以及中文資料庫之搜尋，此限制可能造成本研究遺漏其它常用之持續性注意力評估工具。本研究未搜尋 PubMed 資料庫之主要原因有二：(1) MEDLINE 與 PubMed 二資料庫於生醫領域之文獻重複性高 (U.S. National Library of Medicine, 2013)，而本研究的主題即為生醫領域的研究範疇；(2) MEDLINE 資料庫可使用之搜尋策略較多，因此可較完整且精確地搜尋本研究之主題。

結 論

本回顧顯示常用於精神分裂症隨機控制驗證研究之持續性注意力評估工具有三種：CPT-IP、CCPT 及 RVIP，然而其應用於精神分裂症患者之心理計量特性驗證仍甚缺乏。研究者建議未來研究須更完整地驗證此三種持續性注意力評估工具於精神分裂症患者之心理計量特性（如：信度、效度、反應性及 MID 等），以建立其應用

於精神分裂症患者持續性注意力評量之實證依據。考量 CPT-IP、CCPT 及 RVIP 之心理計量特性及臨床適用性（測驗內容之文化差異及評估所需時間等），CPT-IP 之再測信度佳，且具文化差異小及評估所需時間較短等優點，因此 CPT-IP 較具潛力可適用於臨床評估精神分裂症患者之持續性注意力。

參考文獻

- Atkinson, G., & Nevill, A. M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, 26(4), 217-238.
- Beaton, D. E., Boers, M., & Wells, G. A. (2002). Many faces of the minimal clinically important difference (MCID): A literature review and directions for future research. *Current Opinion in Rheumatology*, 14(2), 109-114.
- Beckerman, H., Roebroek, M. E., Lankhorst, G. J., Becher, J. G., Bezemer, P. D., & Verbeek, A. L. (2001). Smallest real difference, a link between reproducibility and responsiveness. *Quality of Life Research*, 10(7), 571-578.
- Cambridge Cognition. (1995). *Cambridge neuropsychological test automated battery (CANTAB) manual*. Cambridge, MA: Cambridge Cognition.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Conners, C. K. (2000). Psychometric properties: Reliability and validity. In C. K. Conners (Ed.), *Conners' Continuous Performance Test II: Technical Guide and Software Manual*. North Tonawanda, NY: Multi-Health Systems.
- Cornblatt, B. A., Risch, N. J., Faris, G., Friedman, D., & Erlenmeyer-Kimling, L. (1988). The Continuous Performance Test, identical pairs version (CPT-IP): I. New findings about sustained attention in normal families. *Psychiatry Research*, 26(2), 223-238.
- Deusen, J. V., & Brunt, D. (1997). *Assessment in occupational therapy and physical therapy*. Philadelphia: W.B. Saunders.
- Dodrill, C. B., & Troupin, A. S. (1975). Effects of repeated administrations of a comprehensive neuropsychological battery among chronic epileptics. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 161(3), 185-190.
- Egeland, J., & Kovalik-Gran, I. (2010). Validity of the factor structure of Conners' CPT. *Journal of Attention Disorders*, 13(4), 347-357.
- Flansbjerg, U. B., Holmback, A. M., Downham, D., Patten, C., & Lexell, J. (2005). Reliability of gait performance tests in men and women with hemiparesis after stroke. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 37(2), 75-82.
- Green, M. F., Kern, R. S., Braff, D. L., & Mintz, J. (2000). Neurocognitive deficits and functional outcome in schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 26(1), 119-136.
- Harris, J. G., Minassian, A., & Perry, W. (2007). Stability of attention deficits in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 91(1-3), 107-111.
- Hobart, J. C., Lamping, D. L., & Thompson, A. J. (1996). Evaluating neurological outcome measures: The bare essentials. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 60(2), 127-130.
- Iyer, L. V., Haley, S. M., Watkins, M. P., & Dumas, H. M. (2003). Establishing minimal clinically important differences for scores on the pediatric evaluation of disability inventory for inpatient rehabilitation. *Physical Therapy*, 83(10), 888-898.
- Kahn, P. V., Walker, T. M., Williams, T. S., Cornblatt, B. A., Mohs, R. C., & Keefe, R. S. (2012).

- Standardizing the use of the Continuous Performance Test in schizophrenia research: A validation study. *Schizophrenia Research*, 142 (1-3), 153-158.
- Keefe, R. S., Fox, K. H., Harvey, P. D., Cucchiaro, J., Siu, C., & Loebel, A. (2011). Characteristics of the MATRICS Consensus Cognitive Battery in a 29-site antipsychotic schizophrenia clinical trial. *Schizophrenia Research*, 125(2-3), 161-168.
- Kenny, J. T., & Meltzer, H. Y. (1991). Attention and higher cortical functions in schizophrenia. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 3, 269-275.
- Kline, P. (1998). *The new psychometrics: Science, psychology, and measurement*. Abingdon, Oxon: Routledge.
- Mausbach, B. T., Bowie, C. R., Harvey, P. D., Twamley, E. W., Goldman, S. R., Jeste, D. V., et al. (2008). Usefulness of the UCSD performance-based skills assessment (UPSA) for predicting residential independence in patients with chronic schizophrenia. *Journal of Psychiatric Research*, 42(4), 320-327.
- McCarthy, M. L., Silberstein, C. E., Atkins, E. A., Harryman, S. E., Sponseller, P. D., & Hadley-Miller, N. A. (2002). Comparing reliability and validity of pediatric instruments for measuring health and well-being of children with spastic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 44(7), 468-476.
- Mirsky, A., Anthony, B., Duncan, C., Ahearn, M., & Kellam, S. (1991). Analysis of the elements of attention: A neuropsychological approach. *Neuropsychology Review*, 2(2), 109-145.
- Mokink, L. B., Terwee, C. B., Patrick, D. L., Alonso, J., Stratford, P. W., Knol, D. L., et al. (2010). The COSMIN study reached international consensus on taxonomy, terminology, and definitions of measurement properties for health-related patient-reported outcomes. *Journal of Clinical Epidemiology*, 63(7), 737-745.
- Nieuwenstein, M. R., Aleman, A., & de Haan, E. H. F. (2001). Relationship between symptom dimensions and neurocognitive functioning in schizophrenia: A meta-analysis of WCST and CPT studies. *Journal of Psychiatric Research*, 35(2), 119-125.
- Nuechterlein, K. H., & Green, M. F. (2006). *MATRICES Consensus Battery Manual*. Los Angeles, CA: MATRICS Assessment Inc.
- Nuechterlein, K. H., Green, M. F., Kern, R. S., Baade, L. E., Barch, D. M., Cohen, J. D., et al. (2008). The MATRICS Consensus Cognitive Battery, part 1: Test selection, reliability, and validity. *The American Journal of Psychiatry*, 165(2), 203-213.
- Portney, L. G., & Watkins, M. P. (2000). *Foundations of clinical research: Applications to practice*. (2nd ed.). NJ: Prentice Hall.
- Prouteau, A., Verdoux, H., Briand, C., Lesage, A., Lalonde, P., Nicole, L., et al. (2004). The crucial role of sustained attention in community functioning in outpatients with schizophrenia. *Psychiatry Research*, 129(2), 171-177.
- Robertson, I. H., Ward, T., Ridgeway, V., & Nimmo-Smith, I. (1996). The structure of normal human attention: The test of everyday attention. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 2(6), 525-534.
- Rothwell, P. M. (2005). External validity of randomised controlled trials: "To whom do the results of this trial apply?" *Lancet*, 365(9453), 82-93.
- Salter, K., Jutai, J. W., Teasell, R., Foley, N. C., Bitensky, J., & Bayley, M. (2005). Issues for selection of outcome measures in stroke rehabilitation: ICF activity. *Disability and Rehabilitation*, 27(6), 315-340.

- Sbordone, R. J., & Long, C. J. (1996). *Ecological validity of neuropsychological testing*. Delray Beach, FL: GR Press/St Lucie Press.
- Shrout, P. E., & Fleiss, J. L. (1979). Intraclass correlations: Uses in assessing rater reliability. *Psychological Bulletin*, 86(2), 420-428.
- Silverstein, S. M., Jaeger, J., Donovan-Lepore, A.-M., Wilkniss, S. M., Savitz, A., Malinovsky, I., et al. (2010). A comparative study of the MATRICS and IntegNeuro cognitive assessment batteries. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 32(9), 937-952.
- Sohlberg, M. M., & Mateer, C. A. (1987). Effectiveness of an attention-training program. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 9(2), 117-130.
- Turlik, M. A., Kushner, D., & Stock, D. (2003). Assessing the validity of published randomized controlled trials in pediatric medical journals. *Journal of the American Pediatric Medical Association*, 93(5), 392-398.
- U.S. National Library of Medicine. (2013). MEDLINE, PubMed, and PMC (PubMed Central): How are they different? Retrieved 2 November, 2013, from http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/dif_med_pub.html
- Wesnes, K., & Warburton, D. (1984). Effects of scopolamine and nicotine on human rapid information processing performance. *Psychopharmacology*, 82(3), 147-150.

附 錄

附錄一 持續性注意力評估工具之 MEDLINE 檢索策略

#	檢索策略*
1	exp psychosis/
2	exp schizophrenia/
3	exp schizoaffective disorder/
4	psychotic\$.mp.
5	psychosis.mp.
6	psychoses.mp.
7	((chronic\$ or sever\$) adj2 mental\$ adj2 (ill\$ or disorder\$)).mp.
8	schizo\$.mp.
9	hebephreni\$.mp.
10	oligophreni\$.mp.
11	(tardiv\$ adj dyskine\$).mp.
12	akathisi\$.mp.
13	acathisi\$.mp.
14	exp neuroleptic malignant syndrome/
15	exp dyskinesia/
16	exp tardive dyskinesia/
17	exp akathisia/
18	(neuroleptic\$ and (malignant adj2 syndrome)).mp.
19	(neuroleptic\$ and (movement and disorder\$)).mp.
20	neuroleptic-induc\$.mp.
21	parkinsoni\$.mp.
22	parkinsonism-.sh.
23	(parkinson's adj1 disease).ti.
24	or/1-23
25	25 not 24
26	exp treatment outcomes/ or exp pain/ or exp cognitive behavior therapy/ or exp treatment effectiveness evaluation/ or exp computer assisted therapy/ or exp clinical trials/ or randomized controlled trial.mp. or exp cognitive ability/ or exp cognitive therapy/ or exp intervention/ or exp exercise/ or exp drug therapy/ or exp health knowledge/ or exp tobacco smoking/
27	random allocation.mp.
28	(randomized controlled trial or clinical trial).mp. or controlled clinical trial.pt.
29	((clinic\$ adj2 trial) or (random\$ adj5 control\$ adj5 trial\$) or (crossover or cross-over) or ((singl\$ or double \$ or trebl\$ or tripl\$) adj (blind\$ or mask\$)) or randomi\$ or (random\$ adj5 (assign\$ or allocat\$ or assort\$ or reciev\$))).mp.
30	or/27-30
31	vigilance.mp.
32	(attention adj3 (sustain\$ or maintain\$ or continu\$ or consist\$ or keep\$ or focus or persisten\$ or long-term or (long adj term))).mp.
33	or/32-33

附錄一 持續性注意力評估工具之 MEDLINE 檢索策略 (續)

#	檢索策略*
34	and/26,31,34
35	remove duplicates from 35
36	limit 36 to English
37	limit 37 to human
38	38 not (review or comment or letter or address or editorial).pt.
39	limit 39 to yr = "2007-2013"

*#1~#25 為精神分裂症相關詞彙，#26~#30 為臨床試驗相關詞彙，#31~#33 為持續性注意力相關詞彙。\$符號之意義為取代已輸入文字之後所有可能連接的字母。

附錄二 持續性注意力評估工具之心理計量特性驗證論文 MEDLINE 檢索策略

#	檢索策略*
1	exp psychosis/
2	exp schizophrenia/
3	exp schizoaffective disorder/
4	psychotic\$.mp.
5	psychosis.mp.
6	psychoses.mp.
7	((chronic\$ or sever\$) adj2 mental\$ adj2 (ill\$ or disorder\$)).mp.
8	schizo\$.mp.
9	hebephreni\$.mp.
10	oligophreni\$.mp.
11	(tardiv\$ adj dyskine\$).mp.
12	akathisi\$.mp.
13	acathisi\$.mp.
14	exp neuroleptic malignant syndrome/
15	exp dyskinesia/
16	exp tardive dyskinesia/
17	exp akathisia/
18	(neuroleptic\$ and (malignant adj2 syndrome)).mp.
19	(neuroleptic\$ and (movement and disorder\$)).mp.
20	neuroleptic-induc\$.mp.
21	parkinsoni\$.mp.
22	parkinsonism-.sh.
23	(parkinson's adj1 disease).ti.
24	or/1-23
25	25 not 24
26	psychometrics/
27	reproducibility of results/
28	evaluation studies/
29	exp sensitivity/ and specificity/

附錄二 持續性注意力評估工具之心理計量特性驗證論文 MEDLINE 檢索策略 (續)

#	檢索策略*
30	validation studies.pt.
31	evaluation studies.pt.
32	reliabilit\$.tw.
33	reproducibilit\$.tw.
34	repeatability\$.tw.
35	validit\$.tw.
36	validat\$.tw.
37	(responsiveness or practice effect\$ or learning effect\$).tw.
38	("standard error of measurement" or SEM).tw.
39	("minimal detectable change" or MDC).tw.
40	("standardized response mean" or SRM).tw.
41	("minimal important difference" or MID).tw.
42	("minimal clinical important difference" or MCID).tw.
43	sensitivit\$.tw.
44	specificit\$.tw.
45	((psychometric or clinimetric) adj properti\$).tw.
46	((random and measure\$) adj error\$).tw.
47	or/27-48
48	("continuous performance task" or (continuous adj performance adj task) or cpt).tw. †
49	26 and 48 and 49
50	limit 50 to English language
51	remove duplicates from 51
52	limit 52 to humans
53	53 not (comment or letter or address or editorial or case reports).pt.

* #1~#25 為精神分裂症相關詞彙，#26~#47 為心理計量相關詞彙，#48 為評估工具詞彙。† 其它二評估工具之檢索詞彙為：("Measurement and Treatment Research to Improve Cognition in Schizophrenia" or MATRICS.tw.)；(RVIP or "Rapid Visual Information Processing") or (Rapid adj Visual adj Information adj Processing) or ("Cambridge Automated Neuropsychological Test Battery") or Cambridge adj Automated adj Neuropsychological) or CANTAB).tw. \$符號之意義為取代已輸入文字之後所有可能連接的字母。

The Review of the Psychometric Properties of Sustained Attention Tests Frequently Used in Patients with Schizophrenia

*Gong-Hong Lin, BS Yi-Jing Huang, BS Wan-Hui Yu, MS
I-Ping Hsueh, MS Ching-Lin Hsieh, PhD*

Sustained attention is significantly correlated with community function and psychosocial skills for patients with schizophrenia. Selecting and using sustained attention tests with sound psychometric properties to assess patients with schizophrenia is important to identify the problems of attention. The purpose of this study is to review and appraise the psychometric properties of sustained attention tests that were used in randomized controlled trials of schizophrenia published in 2007-2013. This study included two parts. In the first part, four databases (MEDLINE, PsycINFO, CINAHL, and Index to Taiwan Periodical Literature System) were searched to identify sustained attention tests frequently used in randomized controlled trials in 2007-2013. Second, a search was conducted for psychometric properties (reliability, validity, and responsiveness) of identified sustained attention tests in patients with schizophrenia. Three frequently used (i.e. used more than twice) sustained attention tests were the Continuous Performance Test-Identical Pairs (CPT-IP), the Conners' Continuous Performance Test (CCPT), and the Rapid Visual Information Processing Task (RVIP). The test-retest reliability of the CPT-IP in patients with schizophrenia was moderate to high, but the validity and the responsiveness of the CPT-IP in patients with schizophrenia were not obtained. The convergent validity and the discriminant validity of the CCPT in patients with schizophrenia were not satisfactory, and the reliability and the responsiveness of the CCPT in patients with schizophrenia had not been fully examined. No specific studies of psychometric properties of the RVIP in patients with schizophrenia were found in the literature. Most of the psychometric properties of these three sustained attention tests in patients with schizophrenia had rarely been examined.

Key words: Schizophrenia, Attention, Psychometric properties

School of Occupational Therapy, College of Medicine, National Taiwan University

Address correspondence to: *Gong-Hong Lin, School of Occupational Therapy, College of Medicine, National Taiwan University, 4F., No. 17, Xuzhou Road, Taipei City 100, Taiwan. Tel: (+886)-2-33668173; e-mail: j01429005@ntu.edu.tw*

Accepted for publication: December 13, 2013