特殊教育季刊　民 111 年　第 163 期　第 19-28 頁
https://doi.org/10.6217/SEQ.202206_(163).19-28

神經音樂治療介入動作障礙之探討

莊廣盈
臺北市立大學
教育學系
博士候選人
白雲國小
特殊教育教師

摘　要

神經音樂治療是一個依循證據本位實務模式的治療方案，定義為將音樂用於治療人類因神經系統疾病或損傷而導致的認知、情感、感覺、語言和動作障礙。它基於音樂與神經科學之間的關係，透過音樂促進非音樂大腦和行為功能的影響。本文乃聚焦其於動作障礙領域之探討，包含：動作理念基礎、過程與方法、實施步驟、技術與設備，並介紹近年來神經音樂治療介入動作障礙的相關研究，最後提出結論與建議。

關鍵詞：神經音樂治療、動作障礙、證據本位實務

* 通訊作者：莊廣盈（lililala1001@pyps.ntpc.edu.tw）

Special Education Quarterly 2022 Issue No. 163 Page19-28
https://doi.org/10.6217/SEQ.202206_(163).19-28

Neurologic Music Therapy in Motor Disabilities

Kuang-Ying Chuang
Ph. D. Candidate,
Department of Education,
University of Taipei
Special Education Teacher,
Pai-Yun Primary School

Abstract

Neurologic Music Therapy is an evidence-based practice model which is defined as the therapeutic application of music to cognitive, affective, sensory, language, and motor dysfunctions that have occurred due to disease or injury to the human nervous system. It is based on neuroscientific models of music perception, music production and the influence of music on changes in the non-musical brain and on behavior function. The article focuses on Neurologic Music Therapy in motor disabilities. First, the author introduces the elementary rules for learning-oriented motor therapy, progress and method, treatment, techniques, device and settings. Second, the writer discusses the current state of clinical research in motor disabilities. Finally, the author explains the conclusion and offers suggestions.

Keywords: Neurologic Music Therapy, motor disabilities, evidence-based practices

* Corresponding Author: Kuang-Ying Chuang (lililala1001@pyps.ntpc.edu.tw)

壹、緒論

隨著美國標準本位改革風潮，起源於醫學、之後延伸至教育界之「證據本位實務」（evidence-based practices，簡稱 EBP）興起（鈕文英，2010）。2001 年《不放棄任何一個孩子法案》（No Child Left Behind Act，簡稱 NCLB）強調特殊教育計畫和實務須以「科學研究為基礎」。而合乎科學基礎的研究，其定義為「包括嚴格、系統化和客觀程序的運用，以維持與教育活動和計畫的知識的可信度與效果」，故對於特殊教育人員而言，如何透過可靠的研究方法來驗證教學過程和結果的有效性與必要性，並進行專業間的對話，相當重要。近年來，音樂治療或以音樂為導向的介入 (music-mediated intervention) 亦被包含於 EBP 範疇內，包括：受過訓練的音樂治療師有計畫地使用歌曲、旋律音調或節奏與個案建立關係、支持學習，或在不同背景下，設定達成目標行為和技能的表現 (Wong et al., 2015; Hume et al., 2021)。

神經音樂治療（neurologic music therapy，簡稱 NMT）是由加拿大多倫多大學音樂兼復健神經科學教授 Michael H. Thaut 博士與其團隊所提倡，他認為儘管音樂治療行之有年，但不同執行者對於治療方法的解讀與音樂基本機制理解不足，常使音樂的功能性、目標性、成效性難以再現和維持。而 NMT 基於音樂與神經科學之間的關係，用於促進人類相關功能改變，它和歷來側重傳統社會科學模式之基於幸福感、關係建立、情感支持、音樂文化、解釋與聯想作用的音樂治療方式有所區別 (Thaut & Hoemberg, 2014)。

傳統音樂治療因不同的國家或區域的認證要求而異，儘管大量具有價值的工作由非 NMT 音樂治療師完成，但因接受不同理論、背景和培訓的差異，可能導致不同的治療師對同一個案的臨床目標有不同的介入方式 (Cole et al., 2021)。Thaut 等人 (1992) 認為，要將音樂轉用於治療，需要回答以下問題：音樂透過何種機制影響人類的生理、心理和行為？美國音樂治療師常透過臨床結果重新評估、搜尋資料來驗證或量化音樂在治療中的作用，但結果並未解答如何將音樂轉換為治療，因此，若要增進音樂治療在科學和醫學系統的接受度，必須：(1) 根據科學證據說明音樂對行為的治療效果；(2) 提供系統性、能將音樂轉變為治療的框架；(3) 開發用以預測音樂治療效益的臨床程序 (Wheeler, 2015)。在 NMT 中，音樂治療並不是一種文化產品 (cultural artifact) 或社會文化價值載體 (carrier of sociocultural values)，而是透過大腦核心語言運作，以有效應用於腦功能受傷者的訓練。而這種研究處理和臨床方案將會主導治療的選擇與進行，以取代傳統活動本位的或非目標驅動的音樂治療方式，甚至能延伸到治療之後加以實踐 (Thaut & Hoemberg, 2014)。因此，距今二十年前，由 Thaut 領軍，與各國神經科學家、生物醫學工程師、醫師、物理、職能、音樂治療師等相關專業人員合作，於美國科羅拉多州立大學音樂生物醫學研究中心，共同尋找上述問題的答案。由於 NMT 學院提供全球標準化的管道，臨床實踐與證據有其一致性，已得到世界聯合神經復健學會、歐洲聯合神經康復協會和國際臨床神經音樂學會等組織的認可與支持 (The Academy of Neurologic Music Therapy, 2021)。

根據神經音樂治療學會（The Academy of Neurologic Music Therapy，簡稱 ANMT）定義，NMT 是一種基於研究的標準化臨床系統，用於感覺運動、言語和語言和認知訓練，以進行神經康復、小兒神經治療、老年神經治療、神經性精神病學和神經發育治療。除了以 EBD 為導向外，同時考量個案的心理社會需求 (Thaut & Hoemberg, 2014)。

貳、NMT 的過程與方法

NMT 根據不同障礙領域，在認知、社會心理、語言、感官、運動功能等發展、適應和康復上，約有 20 種不同的技術 (techniques)，

例如：音樂感官定向訓練（musical sensory orientation training，簡稱 MSOT）、聽覺感知訓練（auditory perception training，簡稱 APT）、音樂注意力控制訓練（musical attention control training，簡稱 MACT）、韻律語音提示 (rhythmic speech cueing，簡稱 RSC）和象徵性音樂溝通訓練（symbolic communication training through music，簡稱 SYMCOM）等，以適應和滿足個案的獨特需求 (Thaut & Hoemberg, 2014)，因應本文之主題，乃針對動作訓練領域進行探討。

一、動作理論基礎

NMT 動作理論基礎植基於實證醫學（evidence-based medicine，簡稱EBM）的運動學習、運動復健概念。EBM 是以流行病學和統計學的方法，從龐大的醫學資料庫中嚴格評讀、綜合分析找出值得信賴的部分，並將所能獲得的最佳文獻證據，應用於臨床工作中，使病人獲得最佳的照顧（林口長庚實證醫學中心，2021）。說明如下：

（一）重複：運動學習中最重要的基本規則為大量的重複以強化運動軌跡，例如，透過節奏的重複可以帶動和促進動作。

（二）回饋：為動作結果的知識，能知會運動行為的質量和準確性，並做為實驗研究的證據，如：在大量重複的動作之後轉換另一個外部刺激或提供新的動作。

（三）提示：在缺乏足夠的內在線索下，為運動的預期和計劃提供信息，如：在時間線索下，改變節奏。

（四）塑造：由了解個案和活動的治療師，選擇最適合個案的任務難度並適時調整，以前三項理論為原則，編擬避免無聊和引發挫折的活動。

（五）任務導向：治療師所選擇的任務應要符合現實生活情況，以便有效轉換為個案的日常行為。

（六）生態效度：必須避免過於「抽象」或「不切實際」的任務，而選擇功能性的運動，以符合生態效度。

（七）動機：為了獲得最佳學習效果，必須讓個案保持良好的動機不斷參與。

（八）主動學習：動作學習理論基礎最終目標是讓個案能夠逐漸脫離治療師主導和掌控的環境，將動作練習融入生活中，自主訓練。

二、NMT 的實施步驟

Thaut 與 Hoemberg (2014) 說明 NMT 評估和實施治療過程應遵循轉換設計模型（transformation design model，簡稱 TDM），共有六個步驟：

（一）診斷和功能／臨床性評估：通常是非音樂性的、按順序完成，以確定個案當前的功能，包含：病史、認知、社會和動作能力、職業或教育背景、情緒狀態、溝通技巧、家庭和休閒技巧。此評估工具須具有信效度，除了確定個案在治療過程中的進展，亦能與跨專業團隊進行合作與溝通。

（二）訂定治療目標：包含制定達成標準、特定的行為條件和預定達成的日期。

（三）設計功能性、非音樂性治療的活動。

（四）把非音樂性練習的活動，即將步驟三轉換為功能性音樂治療活動。

（五）對治療結果重新評估：在每次治療前、中、後都會不斷的進行。因此，需使用經過驗證、靈敏的標準化非音樂治療評估工具，用以確認治療的準確度。

（六）將治療學習轉移／轉換為功能性、非音樂性的「日常活動」(“daily life” activities)。

三、NMT 介入動作障礙之技術

NMT 介入動作障礙之目標包括步態、力氣、耐力、協調性、平衡性、姿勢等動作範圍。這些目標可透過節奏聽覺刺激（rhythmic auditory stimulation，簡稱 RAS），多重感官強化（patterned sensory enhancement，簡稱 PSE）和治療性樂器演奏（therapeutic instrumental music performance，簡稱 TIMP）等技術來進行 (Hurt-Thaut, 2016)。

以下分述並列舉步驟實例與說明：

（一）RAS：是一種神經學技術，可用於促進本質上具有節奏感的運動復健，特別是步態的恢復。RAS 利用聽覺節律系統的生理作用來改善步態的控制、穩定和適應性。可以兩種不同的方式使用：(1)在運動過程中，將節奏作為同步即時的刺激提示；(2)實現其他功能性步態的刺激模式。

1. 步驟實例：為中風個案進行的步行訓練 (Hurt-Thaut & Johnson, 2015)。
   (1) 功能／臨床性評估：John，56 歲男性，因右腦動脈缺血性中風造成左側輕度無力、動作不協調；衝動與極度注意力缺陷，目前獨居，需要步行和自我照顧。
   (2) 目標：使用最低限度的輔助設備、獨立安全的步行。
   (3) 設計功能性、非音樂性治療的活動：「步行前運動」與平衡練習、輪椅前輪步態訓練，若可能則操作四足拐杖移動。
   (4) 功能性音樂治療活動：RAS 技術。
   (5) 轉移／轉換的日常活動：John 的女兒能幫助父親至門診治療、出院、進行日常活動等。
2. 說明：在一般物理治療訓練中，John 因沒有安全感，顯得比較衝動和暴躁，缺乏腳後跟平穩著地和步態的對稱性。在物理治療訓練後期，音樂治療師加入了 RAS 技術以增進其步態與平衡，其中的「步行前運動」，包含：站姿體重的移位、前後交替踩踏以至步行練習（繞行障礙物、調整速度等）。雖然 John 在其他場合注意力常不集中，但在 RAS 介入後，他立刻能在節奏牽引之下協調動作、改善姿勢、保持穩定，甚至當熟悉的歌曲加入 RAS 時，他還能跟著唱，整體動作能力往上提升。

（二）PSE：是使用節奏性、旋律、和聲等音樂元素，可提供時間、空間和力量提示以反映功能性、日常生活活動的動作。PSE 的應用範圍比 RAS 更廣，因其：(1) 適用於本質上沒有節奏的運動（手臂動作、牽涉功能性動作的順序，如：著裝或坐－站立的轉換），以及 (2) 提供不只是時間線索的動作（如：抓握過程中的手臂和手掌動作，並換為功能性動作序列）。PSE 會在動作訓練過程中提示時間、空間和動態，因此，除了節奏之外，能廣泛使用音樂的其他元素（如：治療師引導個案腳跟腳尖在地板上作輪替運動後，將鋼琴合聲加入、穿插在此輪替運動中，成為一首由個案腳步所引導治療師創作的歌曲）。

1. 步驟實例：帕金森氏症（Parkinson's disease，簡稱 PD）運動小組 (Hurt-Thaut & Johnson, 2015)。
   (1) 功能／臨床性評估：PD 運動小組為 58 至 80 歲之間，問題為喪失軀幹活動性、步行困難、姿勢不良、上下肢動作強度和範圍有所限制等。
   (2) 目標：提高或維持動態平衡、增進自我照顧的能力。
   (3) 設計功能性、非音樂性治療的活動：上、下肢運動，強調軀幹活動性和核心力量。
   (4) 功能性音樂治療活動：PSE 技術。
   (5) 轉移／轉換的日常活動：增強肌耐力、行走，提高信心和安全感。
2. 說明：課程由物理治療和音樂治療師共同合作，前者設定的活動如：向前和向後伸展腿、肱二頭肌彎曲、肩和手腕屈伸、軀幹旋轉等動作，用啞鈴、健身棒、治療球、彈力帶等器材進行，搭配自動豎琴或鋼琴以 PSE 技術伴奏。 物理治療師選擇主運動，音樂治療師將動作搭配音樂，透過時間、空間、動態、力量等提示模擬出動作的聽覺圖譜，加上歌唱，激勵個案參與活動。

（三）TIMP：選擇樂器是為了鍛煉和刺激功能性的動作，以強調運動範圍、耐力、力度、手部動作、手指敏捷度和肢體協調度

等。音樂治療師不以傳統方式演奏樂器，而是將樂器放置在個案身邊不同位置，以方便動作的進行。樂器是為了促進與非音樂復健目的相關的移動（如：在個案面前放置各種尺寸、不同的高度的鼓，以擴大手臂運動範圍和空間位置）。

1. 步驟實例：增加腦傷個案的平衡與觸及物品能力 (Hurt-Thaut & Johnson, 2015)。
   (1) 功能／臨床性評估：Julie 為 32 歲女性，長期住在加護病房中。因腦部受傷導致整體虛弱，站立平衡和步態穩定受到挑戰。她剛到復健中心時，能在助手協助下步行和進行簡單的自我照顧，但是平衡不穩，物理治療師評估其有高度跌倒風險，擔心她獨自在家的安全。
   (2) 目標：改善動態站立平衡。
   (3) 設計功能性、非音樂性治療的活動：能站立在平穩和不平穩的地面並觸及物品。
   (4) 功能性音樂治療活動：TIMP 技術。
   (5) 轉移／轉換的日常活動：Julie 希望自己能穩穩的站在家中廚房裡，安全地伸手觸物以便做簡單的料理。
2. 說明：物理治療課程讓 Julie 先握著雙把杆，慢慢放開一邊以挑戰小段時間的平衡，音樂治療師在 Julie 較有力氣和穩定後加入，先讓她雙腳靠緊站立，並在前方放置康加鼓，挑戰 Julie 伸手敲擊，後方會播放強而有力的、富有節奏感的配樂當做時間線索。過程中音樂治療師會告訴 Julie，鼓只是她的視覺目標，配樂藉由聽覺回饋到她的感覺系統中，幫助 Julie 更協調的行動、敲鼓，關鍵是讓 Julie 了解 TIMP 不是在於用傳統的方式演奏樂器，而是一種動作組合訓練的媒介物。隨著療程的進行，再進階到挑戰站立、行走於不同材質的地板、臺階上。

四、NMT 的設備

由於 NMT 重視科學與醫學上的實證回饋，且個案多為表達能力有限制之對象，故音樂的可及性、環境與設備的電子化為其一大特點，以下做簡要的描述 (Thaut & Hoemberg, 2014)：

（一）硬體

1. MIDI 設備，源自於電子音樂，易用、擬真、可錄製，能依據不同的個案而有不同的音樂產品，而在肢體有限制的情況下，能用最少的行動獲得最大的聲音（如：將keyboard或吉他與電腦連接透過音樂軟體輸出），但缺點是成本較高。
2. 電子琴：既簡便又可攜帶，但須考量目的為何。如：TIMP 技術若用於力量和靈巧、協調性練習，則可調整電子琴內建的觸鍵配重。
3. 管樂器、打擊樂器：包含實體鼓類或是電子模擬的各種聲響（如：涉及肩部、肘部和腕部等不同運動範圍的鼓類）。
4. 運動傳導器：將聲音與影像兩相結合，如：Soundbeam（又稱聲音光束）或 Kaossilator 動態樂句觸控合成器。應用於 PSE 技術的 Soundbeam 若連接至電腦，治療師可以記錄一個動作序列供患者之後練習，如：用Soundbeam 傳感器捕捉動作的空間和時間特徵，創造一組由坐到站姿的聽覺序列提示，以便引導個案的肌肉收縮。能允許行動不便的個案有目的、平等地、美觀的方式積極參與即興體驗，是此設備的價值所在。
5. 手持音樂設備：如 IPAD、IPOD，可產出或錄製音樂。
6. 腦電波顯示器或電腦遊戲：前者如腦電圖（electroencephalography，簡稱 EEG）用以檢測和分析大腦改變的過程，後者則能與音樂技術相互結合使用。

（二）軟體

如 Garageband、Band-In-A-Box、Ableton Live 等用以產出音樂的軟體。

參、NMT 介入動作障礙的相關研究

NMT 早期多應用於 PD 與中風患者，至今仍不斷累積該領域大量實徵性研究成果，如：Bukowska 等人 (2016) 等人將 55 名 PD 分為 30 名實驗組和 25 名對照組，實驗組透過 NMT 中三種動作技術——RAS、PSE、TIMP 介入音樂治療活動中，持續 4 週，每次 45 分鐘，並使用 3D 光電運動等儀器分析，結果表明，與對照組相比，實驗組在閉上眼睛的步態穩定性有顯著差異，本體覺有所改善，證明聽覺系統能補償動作或姿勢的控制。Scholz 等人 (2016) 將 25 名中風患者隨機分配於兩組，實驗組連續十天，每天半小時，用電子軟體將聲波轉換為治療的方式，在特定空間內，讓個案的手臂與該空間內特定位置的相對聲音聯繫起來，當手臂做垂直運動會導致聲音亮度發生改變，產生不同樂器的音色（如：左邊連結低沉的單簧管，中間薩克斯風，右邊安排小提琴）配上爬行的音高，讓患者在空間內反覆訓練手臂動作，將在空間中的相對臂位與該特定位置的相應聲音聯繫起來，最後，個案能藉由移動手臂演奏簡單熟悉的旋律。在訓練後評估中，15 名個案的關節疼痛顯著減輕、手部功能有所改善，但由於估計值效果呈現中等，因此也需要更進一步的研究。儘管如此，當動作配合音色、旋律搭配空間的視覺關係，讓個案如同在指揮一場隱形的交響樂般，令人對音樂激勵動作的畫面擁有無限的想像。

近年來，國外將音樂治療或音樂作為導向的介入，透過 NMT 為理念，用以改善特殊兒童的動作能力，在文獻中也被證實頗具成效。Sihvonen 等人 (2017) 認為 NMT 中音樂的激勵、對熟悉旋律的預期性，對肢體動作障礙，特別是本體感受損的動作能提供精確的心理計時，且對於癲癇的孩子而言，音樂提供大腦非侵入性的刺激，儘管尚需增加實驗對照組，但仍有減少癲癇發生的潛力。Marrades-Caballero 等人 (2018) 在一項隨機對照交叉雙盲試驗中，對 18 個 4 至 16 歲患有嚴重雙側腦麻兒童（Cerebral Palsy，簡稱 CP）進行研究，其中實驗組除了物理治療外，還接受了 16 週音樂治療，發現兒童在「手臂和手的位置」以及「活動」領域上有改善，且能在實驗結束後維持 4 個月的療效，並認為 NMT 中節奏和樂器使用、聽覺刺激對腦麻者的神經可塑性具有積極作用。López-Ortiz 等人 (2019) 使用 NMT 中之 RAS 結合舞蹈和動作，對腦麻者進行神經復健，結果發現個案於國際健康功能與身心障礙分類系統（International Classification of Functioning, Disability and Health，簡稱 ICF）中的參與和環境領域，特別在平衡、步態、步行和心肺適應性，有顯而易見的功效，建議持續研究舞蹈和 RAS 結合對增進腦麻者身體功能，情緒表達，社會參與和態度的影響潛力。Devlin 等人 (2019) 於文獻分析中發現，對於神經系統疾病患者，使用基於音樂和節奏的介入（包含：RAS、集體跳舞，唱歌和使用器樂）、對病患步態改善有短期益處、能減少跌倒，並帶來運動與非運動的好處，建議持續進行研究。

而 NMT 在評量或實施時，與不同電子設備相結合運用，為與其他音樂治療方式不同之特色。Pitale 與 Bolte (2018) 將音樂和舞蹈活動伴隨其他工具測試，如：腳後跟打擊聽覺回饋設備，以增進腦麻者的動作學習；Cibrian 等人 (2017) 將音樂治療結合投影屏幕 (bendable sound)，對 24 名患有嚴重自閉症兒童進行研究，發現投影屏幕易於使用、具有吸引力，能對注意力和動作進行療育，亦期待持續研究的可能。Cibrian 等人 (2020) 透過 NMT 隨機對照實驗，設計彈性觸摸顯示鈴鼓 (elastic touch-display with tambourines) 介入自閉症兒童之動作能力，根據發展性協調障礙問卷結果顯示能增進實驗組的動作協調，彈性觸摸顯示鈴鼓甚

至比一般鈴鼓能帶來更多好處。

國內方面，Chou 等人 (2019) 將雷特氏症患者與其家庭分為兩組，實驗組每周兩次120分鐘的音樂治療，持續 24 周 (n = 11)，每組搭配一名協同者（如母親或護理人員），對照組未介入音樂治療 (n = 12)，治療內容包含：NMT 中的 MSOT（和不同顏色的樂器促進聆聽、想像，聽覺感知訓練）、APT（以命名、哼唱、唱歌、演奏、背誦的形式傳遞各種聲音／歌曲／語音）、MACT（跟隨樂器演奏手鼓、銅鐘等，練習不同的方向，起停、左右、上下、前後移動），再佐以現場音樂 (live music) 介入身體運動，包括手部和上、下半身的運動，隨著節拍變化進行呼吸和行走、促進放鬆。結果發現，透過文蘭適應行為量表、雷特氏症臨床嚴重程度量表、雷特氏症運動行為評估和照顧者的育兒壓力指數表，顯示除了能改善個案的接收性語言和非語言溝通技巧、社交互動外，也能顯著改善手部功能、呼吸模式和眼神交流。值得注意的是，音樂治療還降低了癲癇發作的頻率，護理人員在該計劃後表現出的壓力也顯著降低。

而不斷增加的研究證據顯示自閉症動作控制的缺陷可能直接涉及社會、情感和溝通障礙，儘管對自閉症而言，動作障礙通常不會是介入的主要目標，也因此需要更多臨床研究來了解音樂治療介入自閉症動作問題的可行性和影響力，但若因自閉症的動作功能受損問題確實涉及其核心行為特徵，透過早期處理、介入運動功能，將有助於改善其困難 (Janzen & Thaut, 2018)。Latif 等人 (2021) 表示在音樂介入過程中，與治療師共同參與、手部活動和整體動作增加是促進其進步的關鍵；而音樂於內在動機的情感性層面，和促進人際同步調節等動作有關的過程，是增進自閉症社會溝通的重要組成。

綜上所述，國外透過 NMT 協助動作障礙成人方面成果豐碩，從評估開始，便對音樂技術介入動作領域的 RAS、PSE、TIMP 有詳細、具體的說明、計畫與評鑑，但在實際協助特殊兒童動作的文獻中，特別在 CP、腦傷、自閉症等學生，儘管有成效，卻缺乏清晰具體的實施過程說明。國內方面則有 Chou 等人 (2019) 透過 NMT 協助雷特氏症兒童，但較為聚焦在語言、認知與注意力。整體而言，國內少有相關的研究。

肆、結論與建議

音樂治療在國外已行之有年，發展日新月異，但於國內使用的方式與理念難以歸納或複製。NMT 的基本原則是將音樂在生物語言中的結構元素，以牽涉到大腦全面而複雜的影響方式作處理 (Thaut & Hoemberg, 2014)，若能在了解音樂對於大腦、行為功能之非音樂變化影響的科學基礎下，有步驟、計畫的方式進行治療，應能有更多的發現與累積。

NMT 乃以科學和醫學系統為支持，EBP 為基礎之下發展而成，對提升動作障礙個案能力上，具有以下重點。

一、重視專業間的溝通

使用音樂介入動作障礙者的過程中，並非單靠執行者或教師個人對音樂的熱誠或單打獨鬥，從 NMT 的發展背景與理念可發現，與醫療或專業人員、照顧者之間大量合作的關係，是促成音樂治療成功的關鍵。由實施六步驟的第三步驟中，若要個案的動作目標「設計功能性、非音樂性治療」的活動，即相當需要物理治療師的協助、參與討論或提供量身訂製的活動，音樂治療人員才有機會將非音樂性的活動轉換為功能性的音樂活動任務，以供個案做後續練習。在國外的案例中，發現多數個案已在物理治療介入一段時間之後，音樂治療才會加入、現身，順勢注入為之一振的驚喜與能量；此外，其可依循的標準化程序，從診斷和評估、目標設定、實施計畫、再評估的過程，更能促進專業間的合作與檢視，確保治療方案的有效與可信度。

二、能妥善運用音樂元素作為動作促進的技術

由於特別重視音樂對大腦神經機制的影響，功能性的音樂將影響非音樂行為，故 RAS、PSE、TIMP 將分別發揮節奏、旋律、樂器與動作之間的關係，也為動作訓練提供了音樂設計的框架，善用其影響力也就等於抓住了音樂與動作互動的精髓。如：透過節奏訓練肢障者上下樓梯、在關節的活動中提供旋律線條的提示、設置不同角度的樂器創造肢體空間移動的範圍等，皆提醒你我必須在實作中去掌握音樂結構與個案動作之間的關係。

三、科技化的材料與環境設置

NMT 大量使用電腦化的系統，是與其他音樂治療法的差異。在評估工具方面，期待能更精準的測量個案動作能力上的變化，如：佐以腦波檢測器、腳後跟打擊聽覺回饋設備，在樂器方面，於傳統樂器之外，以電子合成音樂做媒介，期待以現場化的操作、同步錄製原則，讓功能受限者能即時選擇和呈現，如：MIDI、Soundbeam 設備，除此之外，其他多媒體設備、投影屏幕，則提供多感官的輸入，增進目標達成機會，如：將上升旋律的聽覺刺激結合電腦動畫線段的攀爬、觸控頻幕或電子鈴鼓將音量大小與施力輕重共融等，重點在突破呈現音樂的過程與手段。儘管在設備上，特別於教育現場中，需要較多預算的注入，但若操作得當，也是一項能協助個案的重要資產。以特殊兒童為例，或許初期透過 NMT 介入其能力時，先由妥善運用音樂元素開始，再試探性的加入科技化的設置，為一入門的方法。

最後，在特殊教育教學現場中，音樂對許多孩子而言，是一種促進、有一種魔力，乃為不可多得的好夥伴，特別是在許多具有動作障礙的對象上，若能善用音樂的元素，他就像一雙隱形的手，緩慢、輕柔的推著孩子往前行。盡可能在有限的環境中創造無限，一窺 NMT 的奧妙，期待教師未來能透過 NMT 理念，發展一套屬於特殊兒童動作技巧的協助方案，為音樂治療的實徵性研究貢獻一份心力。

參考文獻

林口長庚實證醫學中心（2021）。**何為實證醫學**，https://www1.cgmh.org.tw/intr/intr2/ebmlink/html/define.html

鈕文英（2010）。特殊教育證據本位實務之建立、鑑識與運用。**南屏特殊教育**，1，1-24。

Bukowska, A. A., Krężałek, P., Mirek, E., Bujas, P., & Marchewka, A. (2016). Neurologic music therapy training for mobility and stability rehabilitation with Parkinson's disease : A pilot study. *Frontiers in Human Neuroscience*, *9*, 710. https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00710

Chou, M. Y., Chang, N. W., Chen, C., Lee, W. T., Hsin, Y. J., Siu, K. K., Chen, C. J., Wang, L. J., & Hung, P. L. (2019). The effectiveness of music therapy for individuals with Rett syndrome and their families. *Journal of the Formosan Medical Association*, *118*(12), 1633-1643. https://doi.org/10.1016/j.jfma.2019.01.001

Cibrian, F. L., Madrigal, M., Avelais, M., & Tentori, M. (2020). Supporting coordination of children with ASD using neurological music therapy: A pilot randomized control trial comparing an elastic touch-display with tambourines. *Research in Developmental Disabilities*, *106*, 1-14. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103741

Cibrian, F. L., Peña, O., Ortega, D., & Tentori, M. (2017). BendableSound: An elastic multisensory surface using touch-based interactions to assist children with severe autism during music therapy. *International Journal of Human-Computer Studies*, *107*, 22-37. https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2017.05.003

Cole, L. P., Henechowicz, T. L., Kang, K., Pranjić, M., Richard, N. M., Tian, G. L. J., & Hurt-Thaut C. (2021). Neurologic music therapy via telehealth: A survey of clinician experiences, trends, and recommendations during the COVID-19 pandemic. *Frontiers in Neuroscience*, *15*, 1-15. https://doi.org/10.3389/fnins.2021.648489

Devlin, K., Alshaikh, J. T., & Pantelyat, A. (2019). Music therapy and music-based interventions for movement disorders. *Current Neurology and*

Neuroscience Reports, *19*(11), 1-13. https://doi.org/10.1007/s11910-019-1005-0

Hume, K., Steinbrenner, J. R., Odom, S. L., Morin, K. L., Nowell, S. W., Tomaszewski, B., Szendrey, S., McIntyre, N. S., Yücesoy-Özkan, S., & Savage, M. N. (2021). Evidence-based practices for children, youth, and young adults with autism: Third generation review. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *51*(11), 4013-4032. https://doi.org/10.1007/s10803-020-04844-2

Hurt-Thaut, C. P. (2016). Clinical practice in music therapy. In S. Hallam, I. Cross, & M. Thaut (Eds.), *The Oxford handbook of music psychology* (2nd ed.) (pp. 819-855). Oxford University.

Hurt-Thaut, C. P., & Johnson, S. B. (2015). Neurologic Music Therapy. In B. L. Wheeler (Ed.), *Music therapy handbook* (pp. 220-232). The Guilford.

Janzen, T. B., & Thaut, M. H. (2018). Rethinking the role of music in the neurodevelopment of autism spectrum disorder. *Music & Science*, *1*, 1-18. https://doi.org/10.1177/2059204318769639

Latif, N., Di Francesco, C., Custo-Blanch, M., Hyde, K., Sharda, M., & Nadig, A. (2021). Joint engagement and movement: Active ingredients of a music-based intervention with school-age children with autism. *NeuroRehabilitation*, *48*(2), 167-185. https://doi.org/10.3233/NRE-208012

López-Ortiz, C., Gaebler-Spira, D. J., Mckeeman, S. N., Mcnish, R. N., & Green, D. (2019). Dance and rehabilitation in cerebral palsy: A systematic search and review. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *61*(4), 393-398. https://doi.org/10.1111/dmcn.14064

Marrades-Caballero, E., Santonja-Medina, C. S., Sanz-Mengibar, J. M., & Santonja-Medina, F. (2018). Neurologic music therapy in upper-limb rehabilitation in children with severe bilateral cerebral palsy: A randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, *54*(6), 866-872. https://doi.org/10.23736/S1973-9087.18.04996-1

Pitale, J. T., & Bolte, J. H. 4th. (2018). A heel-strike real-time auditory feedback device to promote motor learning in children who have cerebral palsy: A pilot study to test device accuracy and feasibility to use a music and dance-based learning paradigm. *Pilot and Feasibility Studies*, *4*, 1-7. https://doi.org/10.1186/s40814-018-0229-0

Scholz, D. S., Rohde, S., Nikmaram, N., Brückner, H. P., Großbach, M., Rollnik, J. D., & Altenmüller, E. O. (2016). Sonification of arm movements in stroke rehabilitation : A novel approach in neurologic music therapy. *Frontiers in Neurology*, *7*, 106. https://doi.org/10.3389/fneur.2016.00106

Sihvonen, A. J., Särkämö, T., Leo, V., Tervaniemi, M., Altenmüller, E., & Soinila, S. (2017). Music-based interventions in neurological rehabilitation. *The Lancet Neurology*, *16*(8), 648-660. https://doi.org/10.1016/S1474-4422(17)30168-0

Thaut, M. H., & Hoemberg, V. (2014). *Handbook of neurologic music therapy.* Oxford University.

Thaut, M. H., McIntosh, G. C., Prassas, S. G., & Rice, R. R. (1992). Effect of rhythmic auditory cuing on temporal stride parameters and EMG patterns in normal gait. *Journal of Neurologic Rehabilitation*, *6*(4), 185-190. https://doi.org/10.1177/136140969200600403

The Academy of Neurologic Music Therapy. (2021). *Key elements of the NMT evidence-based model.* https://nmtacademy.co/

United States Department of Education. (2001). *No child left behind act*. https://www2.ed.gov/nclb/landing.jhtml

Wong, C., Odom, S. L., Hume, K. A., Cox, A. W., Fettig, A., Kucharczyk, S., Brock, M. E., Plavnick, J. B., Fleury, V. P., & Schultz, T. R. (2015). Evidence-based practices for children, youth, and young adults with autism spectrum disorder: A comprehensive review. *Journal of Autism and Developmental Disorder*s, *45*(7), 1951-1966. https://doi.org/10.1007/s10803-014-2351-z