

淺談脊髓電刺激療法

新光吳火獅紀念醫院 麻醉科 陳瑞源 陳威廷 葉昱伶

慢性神經痛是個非常惱人的問題，不但影響生理機能造成工作力流失，也常常會伴隨著心理層面的嚴重問題，連帶使得經濟力下降，對國家社會的生產力影響甚鉅，所以歐美國家早已在慢性疼痛的治療上花費大筆醫療資源了。若以2022年美國的慢性神經痛盛行率百分之七¹來推估：目前台灣約有一百六十多萬病人深受慢性神經性疼痛所苦！慢性神經痛的治療方法有許多種：從藥物、復健、介入性疼痛治療到手術早已為大家所熟知，然而脊髓電刺激療法(spinal cord stimulation, SCS)可以算是一種相當有效的神經調控(Neuromodulation)的治療方法，但是在台灣醫界大家對此種治療比較陌生。

什麼是脊髓電刺激療法？

其實從1960年代起，醫師就開始嘗試使用電刺激來治療疼痛²。到1970年代，脊髓電刺激療法(SCS)已被廣泛應用於各種不同的慢性疼痛疾病，它是一種以微量的電來刺激脊髓神經特定的區域，以改善疼痛的治療方法。醫師通常會在病人背部靠近脊髓神經束(dorsal column)的硬脊膜外植入一條細小的電極導線並連接埋於下腹部的神經刺激器，透過電極發送微量電刺激，抑制從患處傳送至腦部的疼痛訊息，達到減輕疼痛感覺的效果，近十年來醫療科技的進展讓脊髓電刺激療法在應用範圍及減痛效果上都有更顯著的提升。³

簡介脊髓電刺激療法

脊髓電刺激療法是一個完全植入於體內的系統。植入體內部分包括：電極、刺激器；體

外調控部分包括：病人程控器和醫用程控器，用於手術後程控植入體內的裝置。

脊髓電刺激療法手術分為兩階段：SCS trial 和SCS implant。

第一階段SCS trial：病人在局部麻醉及X光影像導引之下，麻醉科醫師或神經外科醫師會在背部適當位置做穿刺，接著把電極的一端置入硬脊膜外空間適當的位置，然後測試電極的另一端則連接上暫時性電刺激器，以傳送微電流至背部脊髓神經束區域，進行電刺激測試。此時，醫生會詢問病人患處的感覺，並重覆測試，以準確判斷此位置是否與病人疼痛位置相符。接下來的3至7天的測試，醫生會程控各種不同的電刺激組成：包含了電極位置、電流強度、脈波寬度(pulse width)及頻率(frequency)，藉由調整各種電流參數來達到最佳減痛效果。如果病人的疼痛在測試期間能得到50%以上的改善，接下來病人便可考慮進行第二階段的永久性脊髓神經刺激器植入手術⁴。

第二階段SCS Implant：一般在國內由神經外科醫生執行，而國外大多是由疼痛次專科醫師來執行此一手術，病人在全身麻醉及X光影像導引之下，根據先前測試階段的最佳減痛資料，在脊椎適當的位置上做微創椎板切開術(minimal laminectomy)，將SCS implant leads 植入脊髓，接著將永久的刺激器(stimulator)植入體內。體內的電極和刺激器整個系統接合後，術中程控無誤後即可縫合手術傷口⁴。

手術後追蹤：病人必須定期回院覆診，以

確保系統操作正常。醫生會根據病人疼痛的強度及部位而調節刺激參數，以達到減輕疼痛的最佳效果。

因為此一手術費用高昂，在歐美先進國家醫療保險公司多有給付，所以被視為慢性神經痛的終極武器⁵。而台灣在2021年6月之前健保是沒有給付這個手術的，病人使用所有相關醫療材料時須連住院等費用都全自費！慶幸的是健保署在2021年6月通過了脊髓電刺激療法的手術碼，開始給付此療法手術術式及住院費用，但是病人仍需支付相關醫材的費用，其規範如下：

1. 適應症：下列疾病之慢性疼痛病人並經專科醫師以藥物及非藥物治療（復健等非侵入性處置及微創疼痛介入性治療，例如：脊椎注射止痛藥物、高頻熱凝療法、脈衝式射頻等）六個月仍未改善，且經臨床心理師或精神科醫師完成心理評估者：

- (1) 脊椎手術後疼痛症候群(Failed back surgery syndrome)。
- (2) 因外傷導致的複雜性局部疼痛症候群 (Complex regional pain syndrome)。
- (3) 脊神經蜘蛛膜炎(Arachnoiditis)。
- (4) 神經根病變(Radiculopathy)。
- (5) 周邊神經病變(Peripheral neuropathy)。
- (6) 無法執行血管重建或血管重建無效之頑固型缺血性疼痛。

2. 申報應檢附術前心理衡鑑或精神科醫師評估報告。

3. 須事前審查。

4. 不得同時申報項目：83002C、83003C、32026C。

5. 經台灣麻醉醫學會及社團法人台灣神經外科醫學會核發認證之神經外科、麻醉科專科醫師執行。

6. 含一般材料費，得另加計百分之五。⁶

其中需注意的是此手術需要事先申請審查，其中需檢附精神科醫師評估報告。在國外SCS主要是由疼痛次專科醫師來執行，但在台灣只有神經外科和麻醉科醫師經過學會認證才能執行SCS手術。

脊髓電刺激療法適應症

接下來針對脊髓電刺激療法(SCS)適應症做說明：

1. 脊椎手術後疼痛症候群(Failed back surgery syndrome)

此一適應症佔台灣中重度下背痛病人的大宗，發生的原因多是以脊椎內因為開刀後產生疤痕組織或沾黏現象壓迫脊椎神經來解釋，或許也因續發性椎間盤突出或椎間盤退化或脊椎不穩定及脊椎融合後癒合不良等造成的疼痛有關。在2019年PROMISE⁷是一項多中心、前瞻性、隨機、開放標籤、平行組對照試驗，在歐美的28個研究中心進行。其研究顯示在接受治療的SCS組報告有臨床意義的下背痛降低 $\geq 30\%$ 的比例為39.2%，SCS組的平均背部和腿部疼痛分數視覺類比量表(Visual Analogue Scale, VAS)強度分別降低了2.0分。在6個月時

評估82.1%的脊髓電刺激療法(SCS)患者表示他們對治療“有些”或“非常滿意”，而對照組OMM(optimal medical management)組的此一比例為53.9%。

2. 因外傷導致的複雜性局部疼痛症候群 (Complex regional pain syndrome)

在2021年Tomas Hoikkanen, MD⁸的脊髓電刺激療法(SCS)治療複雜區域疼痛綜合症的長期結果上儘管病人無法停止或減少強效鴉片類藥物或神經性止痛藥的使用，但在平均6年的追蹤期間，70%的患者繼續使用他們的脊髓電刺激療法(SCS)裝置，顯示脊髓電刺激療法(SCS)能舒緩CRPS病患的不適。

3. 脊神經蜘蛛膜炎(Arachnoiditis)

在中樞神經系統中，神經膠質細胞包括小膠質細胞(glial cell)、星形膠質細胞(astrocyte)及寡突膠質細胞(oligodendrocyte)，與神經元的緊密聯繫對神經元興奮性的影響。在慢性疾病中，小膠質細胞和星形膠質細胞會被「激活」並導致慢性疼痛的發生。在2009年Milligan ED，就指出脊髓電刺激療法(SCS)利用電刺激刺激小膠質細胞⁹，抑制小膠質細胞和星形膠質細胞會的激活，減少疼痛。後續也有更多的文獻報告都顯示抑制小膠質細胞對疼痛是有幫助的。¹⁰⁻¹¹

4. 神經根病變(Radiculopathy)

是指一或多處神經受到影響而無法正常工作，這可能會導致疼痛，無力，麻木或難以控制特定肌肉。這類疾病很難定義，以目前發病率高的帶狀疱疹後神經痛就有部分屬於這類適

應症。

在2002年Henning Harke的研究中指出4名患有急性帶狀疱疹疼痛的病人中，植入脊髓電刺激療法(SCS)後立即有效，並在2.5個月後疼痛消退。大部分的病人在3~66個月刺激期後疼痛完全緩解而永久停止脊髓電刺激療法(SCS)，透過疼痛量表客觀化數據顯示病人的疼痛也得得到顯著改善($p < 0.001$)¹²。另外在2023年Emil Isagulyan也分析了12篇報告134名PHN患者治療情況的文章，實現了長期疼痛緩解。平均VAS評分改善為61.4%，平均追蹤時間為12.85個月。儘管替代脊髓電刺激療法(SCS)研究的患者數量非常有限，但幾乎所有患者都對治療表現出良好的反應，疼痛分數(VAS)改善超過50%，且鎮痛劑量減少。¹³

5. 周邊神經病變(Peripheral neuropathy)

在現代飲食習慣過於精緻下很容易造成糖尿病的產生，易造成的足部周邊動脈阻塞(peripheral arterial disease, PAD)，或是其他感覺神經疾病。伴隨著嚴重的周邊神經病變(糖尿病周邊神經病變)，患者感覺痛的能力會減弱，因此會長期沒注意到腿部的小傷口，最後變成糖尿病足潰瘍。

此類傷口的治療方法很多，一般採取保守治療。在2003年Amann等學者¹⁴的研究指出脊髓電刺激療法(SCS)與保守治療相比，脊髓電刺激療法(SCS)治療不可重建的嚴重腿部缺血可顯著提高肢體存活率。2017年歐洲心臟學會的治療準則已將脊髓電刺激療法納入缺血性疼痛的治療準則之一。

6. 無法執行血管重建或血管重建無效之頑固型缺血性疼痛。

脊髓電刺激療法(SCS)應用在血管硬化阻塞造成的缺血性疼痛的作用機制以往尚未完全清楚，然而在歐洲已是脊髓電刺激療法(SCS)植入佔最多的病人族群，病人常常因為腎功能欠佳，無法使用顯影劑做血管介入手術，或是洗腎的病人本身血管就狹窄無法執行血管重建手術，這時脊髓電刺激療法(SCS)就是一個治療的選項。在2013年Joseph J. Naoum¹⁵試著解釋脊髓電刺激療法(SCS)的機轉提到：將帶有電極的裝置植入硬膜外腔以刺激感覺纖維。這會活化細胞訊號分子，進而導致血管舒張分子的釋放、血管阻力的降低、平滑肌細胞的鬆弛。脊髓電刺激療法(SCS)也同時可以抑制交感血管收縮和疼痛傳遞。當根據微循環參數選擇患者時，脊髓電刺激療法(SCS)治療可以顯著改善疼痛緩解，阻止潰瘍進展，並有可能實現保肢¹⁶⁻¹⁸。Spincemaille等人亦指出，當仰臥位和坐位時經皮血氧測試(TcpO₂)基線差異≥15 mm Hg 時，脊髓電刺激療法(SCS)的保肢率為88%¹⁹。在2021年Anna E. Cyrek也提出對於不適合血管重建的病人，脊髓電刺激療法(SCS)是一種有效的替代方案。保肢的結果取決於血管專家對病人的嚴格選擇以及術後程控的頻率，對於 Fontaine III 期的病人可能更為有益²⁰。

「免除疼痛，是基本的醫療人權問題」，綜合以上所述，脊髓電刺激療法(SCS)早已應用在各種不同原因的中重度慢性神經痛，而且

能有效地減輕病人的疼痛。台灣在2021年6月健保署納入此項給付後，加上相關醫學會的推廣及教育，已造福不少長年為慢性疼痛所苦的病人，然而仍有許多中重度慢性神經痛病人，因經濟條件無法負擔自費醫材的費用而對此項治療望之卻步，筆者衷心冀盼健保署能早日更進一步給付相關醫材費用以造福更多為疼痛所苦的人民。

參考文獻

1. Duca LM, Helmick CG, Barbour KE, et al: A review of potential national chronic pain surveillance systems in the United States. *J Pain* 2022; 23(9): 1492–509.
2. Gildenberg PL: History of electrical neuromodulation for chronic pain. *Pain Medicine* 2006; 7(suppl_1): S7-13.
3. Verrills P, Sinclair C, Barnard A: A review of spinal cord stimulation systems for chronic pain. *J Pain Res* 2016; 9: 481–92.
4. North RB, Linderoth B: Spinal cord stimulation. In Ballantyne JC, Fishman SM, Rathmell JP, eds. *Bonica's Management of Pain*. 5th ed, 2019. Wolters Kluwer, Philadelphia, US. P.1579-82.
5. Isagulyan E, Slavin K, Kononov N, et al: Spinal cord stimulation in chronic pain: technical advances. *Korean J Pain* 2020; 33(2): 99–107.
6. 衛生福利部中央健康保險署：全民健康保險醫療服務給付項目及支付標準（113年

- 版) 。第二部第二章第七節 P.130 -31.
- Rigoard P, Basu S, Desai M, et al: Multicolumn spinal cord stimulation for predominant back pain in failed back surgery syndrome patients: a multicenter randomized controlled trial. *Pain* 2019; 160(6): 1410–20.
 - Hoikkanen T, Nissen M, Ikäheimo TM, et al: Long-term outcome of spinal cord stimulation in complex regional pain syndrome. *Neurosurgery* 2021; 89(4): 597–609.
 - Milligan ED, Watkins LR: Pathological and protective roles of glia in chronic pain. *Nat Rev Neurosci* 2009 ;10(1): 23-36.
 - Donnelly CR, Andriessen AS, Chen G, et al: Central nervous system targets: glial cell mechanisms in chronic pain. *Neurotherapeutics* 2020; 17(3): 846–60.
 - Ji RR, Donnelly CR, Nedergaard M: Astrocytes in chronic pain and itch. *Nat Rev Neurosci* 2019; 20(11): 667–85.
 - Harke H, Gretenkort P, Ladleif HU, et al: Spinal cord stimulation in postherpetic neuralgia and in acute herpes zoster pain. *Anesth Analg* 2002; 94(3): 694-700.
 - Isagulyan E, Tkachenko V, Semenov D, et al: The effectiveness of various types of electrical stimulation of the spinal cord for chronic pain in patients with postherpetic neuralgia: a literature review. *Pain Res Manag* 2023; 2023: 6015680.
 - W Amann, P Berg, P Gersbach, J Gamain, et al: Spinal cord stimulation in the treatment of non-reconstructable stable critical leg ischaemia: results of the European Peripheral Vascular Disease Outcome Study (SCS-EPOS). *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2003; 26(3): 280-6.
 - Joseph J Naoum, Elias J: Arbid. Spinal cord stimulation for chronic limb ischemia. *Methodist Debaquey Cardiovasc J* 2013; 9(2): 99-102.
 - Brümmer U, Condini V, Cappelli P, et al: Spinal cord stimulation in hemodialysis patients with critical lower-limb ischemia. *Am J Kidney Dis* 2006; 47(5): 842–7.
 - Pedrini L, Magnoni F: Spinal cord stimulation for lower limb ischemic pain treatment. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2007; 6(4): 495–500.
 - Deer TR, Raso LJ: Spinal cord stimulation for refractory angina pectoris and peripheral vascular disease. *Pain Physician* 2006; 9(4): 347–52.
 - Spincemaille GH, de Vet HC, Ubbink DT, et al: The results of spinal cord stimulation in critical limb ischemia: a review. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2001; 21(2): 99–105.
 - Cyrek AE, Henn N, Meinhardt F, et al: Improving limb salvage for chronic limb-threatening ischemia with spinal cord stimulation: A retrospective analysis. *Vasc Endovascular Surg* 2021; 55(4):367-73. 