

## 認識對側第七頸神經轉位手術 (Contralateral Seventh Cervical Nerve Transference)

骨科部住院醫師 陳冠融

對側第七頸神經轉位手術的世界第一例於 1986 在上海復旦大學附設華山醫院執行，1992 由手外科的顧玉東教授向世界發表<sup>1</sup>。自此以來，一直是全臂神經叢撕裂損傷(Brachial plexus injury(BPI), total avulsion type)後重建手部神經支配最好的解答。經過三十多年世界各地的討論，第七條頸神經的基礎研究、臨床經驗不斷累積，手術方式也不斷衍進。近年上海復旦大學開始將適應症擴及中風(stroke)、腦部創傷(traumatic brain injury, TBI)、以及腦性麻痺(cerebral palsy, CP)的單側上肢偏癱，做出成果令人興奮的成果，也引發全世界的密切討論<sup>2-4</sup>。臺北榮總骨科部手外科、復健部亦有多數 BPI 患者對側第七頸神經轉位手術及復健的經驗。未來希望透過更密切的合作，造福更多因為中風、TBI 及 CP 而失能的患者。在此簡單回顧目前對側第七頸神經轉位手術的發展，從傳統適應症到最新的研究成果，希望能對有興趣的臺北榮總同仁帶來幫助。

**臂神經叢撕裂損傷(Brachial plexus avulsion injury, BPAI)：對側第七頸神經轉位手術的傳統適應症**

臂神經叢損傷(Brachial plexus injury, BPI)大致可以分為分娩過程

肩難產引發者(obstetric BPI)、運動傷害引發者(Burners and stingers, 較常見於橄欖球等拉扯衝撞劇烈的運動, 症狀為短暫的手臂刺痛灼熱感)、以及創傷導致者(Traumatic avulsion injury)。統計發現 Traumatic BPI 有 62-83% 是由摩托車車禍造成<sup>5-7</sup>。某種程度上這也可以說明為何臂神經叢神經重建手術, 總是由中國、臺灣、泰國等摩托車盛行的國家引領發展。

臂神經叢並非總是同時整體受傷; 例如手臂被下扯的傷害機轉可能造成臂神經叢上段(C5、C6)的損傷, 稱為 Erb 氏麻痺(Erb's palsy), 佔 BPI 中的 20%-25%。手臂被上扯的傷害機轉極為少見(例如從高處墜落時手臂抓住物體), 但可能造成臂從神經下段(C8、T1)的損傷, 稱為 Klumpke 氏麻痺(Klumpke's palsy), 佔 BPI 中的 0.6%-3.0%。而全臂神經叢損傷最常見, 佔 75%-80%。

除非是尖銳的穿刺傷及神經的狀況, 建議立即手術探查接合之外, 大多數的 BPI 應先觀察、保守治療三到六個月。若是高能量創傷、全臂神經叢傷害等等幾乎確定不可回復的情況, 介入手術治療的時機可以較提早。創傷能量較低的臂神經叢損傷則有可能慢慢復原好轉。除了神經檢查(neurological examination, NE)之外, 可以每間隔一個月利用神經傳導速度(nerve conduction velocity, NCV)及肌電圖(electromyography, EMG)做客觀量化的測量記錄。由於神經轉位接合

後還需要以每日 1mm 的速度再生、延長，而神經損傷超過 18-24 個月，其支配的肌肉會因纖維化、運動終板(motor end plate)退化而失去功能。因此超過六個月以上的 BPI 以神經轉位手術治療的成效並不可靠(即使神經終於再生到肌肉上，肌肉也已經退化無用了)。這一類的病人較建議以肌腱轉位(tendon transfer 治療)，其相關討論超越了本文可以容納的篇幅，建議搜尋其他資料。

臂神經叢上段損傷(upper brachial plexus injuries, Erb's palsy)造成的失能導致無法肩外展、肘彎曲。這類病人的神經重建手術可以從臂神經叢下段找尋仍健康、且功能相對不重要/可以被代償的神經做轉位。最有名的例子是以支配三頭肌外頭或內頭(lateral/medial head of triceps brachii)的神經，重建腋神經(axillary nerve)的肩外展功能，稱為 Somsak's procedure<sup>8</sup>。另一是以支配尺側曲腕肌(flexor carpi ulnaris muscle, FCU) 的神經，重建肌皮神經(musculocutaneous nerve)的肘彎曲功能，稱為 Oberlin's procedure<sup>9</sup>。兩者成功<sup>†</sup>的比例皆高達 80% 以上。(†手術的成功，一般定義為 British Medical Research Council's scale (BMRC) 評比達三分(M3)以上，即肢體肌力回復到可以對抗重力的程度)

然而全臂神經叢損傷已經沒有堪用的 intraplexal 神經可以做轉位重建，因此要從臂神經叢外面(extraplexal)找適合的神經。比較常用的

選擇包括：第十一腦神經(即副神經 accessory nerve, CN XI)、第十二腦神經(即舌下神經 hypoglossal nerve, CN XII)、第四到第七肋間神經(intercostal nerves)、膈神經(phrenic nerve)。選擇的順序，主要取決於肋間神經的可用性。最好的情況下，可使用兩條肋間神經接合肌皮神經，重建肘彎曲功能；再使用副神經接合上肩胛神經(suprascapular nerve)，重建肩外展功能；如果有多餘可用的肋間神經，再將之與腋神經接合，加強肩外展功能。若僅重建一組肩外展功能的神經，成功率為 78.4%；若可以雙神經(即上肩胛神經、腋神經)重建，成功率可高達 94.1%<sup>10-11</sup>。然而病人若合併胸廓創傷或插過胸管，肋間神經大多會損傷不可用。如此一來則副神經必須用來接合接合肌皮神經，重建肘彎曲功能；再利用膈神經接合上肩胛神經(suprascapular nerve)，重建肩外展功能。由於副神經長度不足，中間必須要加上神經移植段(nerve graft，通常使用自體腓腸神經 sural nerve)。如此延長嫁接的結果，成功率只有 40-73%，顯著低於肋間神經重建肌皮神經的 97.1% 成功率<sup>10</sup>。而取用膈神經還會導致該側橫膈膜的併發症，包括橫膈膜上升一兩個肋間(發生率 90%<sup>12</sup>)、呼吸吃力(短期發生率 42-80%，長期追蹤則慢慢恢復<sup>13,14</sup>)。雖然一般年輕人單側橫膈失能還能代償，但是若術前未妥善評估對側膈神經是否健全，引發雙側膈神經麻痺則必定後果慘重，不可不慎<sup>15</sup>。由於肋間神經原本功能也可以幫助呼吸，

但一般不建議同時取用一側的肋間神經和膈神經。雖然沒有臨床證據證明，分階段取用兩者似乎也不會造成太大的併發症<sup>13</sup>。

雖然肩、肘的神經轉位已經有上述的手術方式可以得到穩定而良好的結果，但手、腕部的神經重建，不論是臂神經叢下段損傷(Klumpke's palsy)或全臂神經叢下段損傷，一直以來的成功率都非常低落。這個情況直到1992年顧玉東教授發表取用對側第七頸神經的轉位重建正中神經(median nerve)手法，才暫時有了比較好的解決方式。

### **對側第七頸神經轉位手術對手、腕功能的重建**

第七頸神經轉位的手術方式，經過世界許多名家的改進和發表，衍生出許多不同的變化，但大致包含幾個既定的步驟。首先是雙側的臂神經叢探查：先確認傷側的神經叢確實符合術前診斷的，是無法接受單純修補的全神經叢撕裂(avulsion type)；再分出健側的神經叢，用神經刺激器正確辨別找到第七頸神經，並截斷之。第二步驟是在傷側剝離出整條尺神經(ulnar nerve)以及供應該神經的上尺側副動脈(superior ulnar collateral vessel)。將尺神經的遠端截斷，將斷端經過胸口前皮下拉到對側，與剛才截斷的健側第七頸神經接合。最後再將尺神經的近端截斷，與正中神經(median nerve)接合。如此一來，原本的尺神經變成了一條帶血液供應的神經植體(pedicle vascularized ulnar nerve grafting (VUNG))，將對側第七頸神經，與傷側的正中神經接

合。

上海復旦大學最早提出的做法是將上述步驟分成兩段進行；先接合 VUNG 和對側第七頸神經，經過八到十二個月後再接合 VUNG 和正中神經。<sup>1,6,16</sup> 長庚大學的改良作法是一階段進行所有手術，並同時接合神經植體與血液供應，稱為”supercharge CC7”<sup>17</sup>。而義大醫院則認為上尺側副動脈足以供應整條神經，不需要另外接合血液供應。義大醫院一年平均執行 20 台以上的全臂叢神經重建手術，他們的一階段重建手術平均仍需要 12.5 小時，其過程之辛苦可見一斑<sup>10</sup>。

### 對側第七頸神經轉位手術的預後與併發症

有一則系統性回顧整理全世界 1986 到 2014 總計 25 篇英文文獻的對側第七頸神經轉位到正中神經手術成果。有報導曲腕肌力的文章共計 281 個病人，有 30 人(11%)回復到可以對抗阻力的程度 (BMRC M4)，有 106 人(38%)回復到可以對抗重力(BMRC M3)；屈指肌力則有 429 個病人有相關數據，總計 32 人(7%)回復到可以對抗阻力的程度 (BMRC M4)，有 156 人(36%)回復到可以對抗重力(BMRC M3)<sup>18</sup>。這些病人幾乎只有手指勾握(hook grip)的功能回復，而手部內在肌肉群(intrinsic muscles 如魚際肌 thenar muscle)回復者只有極少數的案例報告<sup>19</sup>。感覺功能的回復成功率較高，大約 56%的病人可以回復痛覺與觸覺。

至於併發症方面，同一團隊的作者也整理了同時期的研究總計 27 篇英文文獻。總計 897 位病人中有 668 人(74%)術後發生 C7 感覺區域的知覺缺損(最常見是正中神經的支配區如拇指、食指、中指)，其中 98%在平均三個月內回復正常。而有報導肌力相關資料的 592 位病人當中，有 118 人(20%)術後有 C7 支配肌肉力量弱化的問題(最常見的是橈神經的支配肌肉，以三頭肌最多；伸指、伸腕、屈指肌肉無力也很常見)，其中 91%在平均六個月內回復正常<sup>20</sup>。值得注意的是，不同研究發表的數字差距不小。再者，不論是運動還是感覺方面的併發症，都有患者無法回復、不能承受、或需要進一步手術做補救的案例。

普遍認為轉位手術失敗的原因有兩大類：其一為對側第七頸神經距離目標的正中神經支配區太遠，當再生的神經終於生長到正中神經支配的肌肉群時，該肌群可能已經纖維化失能了。對此，甚至有中國團隊嘗試同時做肱骨縮短手術，期望減短神經再生所需要的距離<sup>21</sup>。第二個可能原因是神經元數量不足；第七頸神經內含 14000-25000 支神經束，比起肋間神經的 1,300 支神經束、副神經的 1,700 支神經束來說已經是很優秀的選擇了。曾有許多團隊嘗試取用半支第七頸神經做重建，試圖減少併發症率。結果是併發症發生率略為減低，但肌力回復的成功率也顯著下降，只剩 0-30%<sup>6,10,22,23</sup>。所以目前全第七頸神

經轉位是主流觀念，以期望能有夠高的手術成功率。

對側第七頸神經轉位目前的手術成果雖非完美，但卻是臂叢神經損傷病人的希望。手術要能成功，除了手術的精準進行之外，相當程度上仰賴著病人、家屬、和復健科醫師的努力、決心和堅持。在此分享淺薄的知識，希望各位前輩多多指教。

(本文源於 2018 年 10 月骨科復健科聯合會議報告)

### 參考文獻

1. Gu YD, Zhang GM, Chen DS, Yan JG, Cheng XM, Chen L. Seventh cervical nerve root transfer from the contralateral healthy side for treatment of brachial plexus root avulsion. *J Hand Surg Br* 1992;17:518-521.
2. Xu WD, Hua XY, Zheng MX, Xu JG, Gu YD. Contralateral C7 nerve root transfer in treatment of cerebral palsy in a child: case report. *Microsurgery* 2011; 31: 404-8.
3. Hua XY, Qiu YQ, Li T, et al. Contralateral peripheral neurotization for hemiplegic upper extremity after central neurologic injury. *Neurosurgery* 2015; 76: 187-95.
4. Zheng MX, Hua XY, Feng JT, Li T, Lu YC, Shen YD, Cao XH, Zhao NQ, Lyu JY, Xu JG, Gu YD, Xu WD. Trial of Contralateral Seventh Cervical Nerve Transfer for Spastic Arm Paralysis. *N Engl J Med*. 2018 Jan 4;378(1):22-34.)
5. Tu YK, Chung KC. Surgical procedures for recovery of hand function. In: Chung KC, Yang LJS, McGillicuddy JE, editors. *Practical management of pediatric and adult brachial plexus palsies*. Saunders Elsevier, New York, 2012. p 271-300.
6. Songcharoen P, Wongtrakul S, Mahaisavariya B, Spinner RJ. Hemicentral C7 transfer to median nerve in the treatment of root avulsion brachial plexus injury. *J Hand Surg Am* 2001;26: 1058-1064.

7. Thomeer RT, Malessy MJ. Surgical repair of brachial plexus injury. *Clin Neurol Neurosurg* 1993;95(Suppl.):S65-S72.)
8. Leechavengvongs S, Witoonchart K, Uerpaiojkit C, Thuvasethakul P. *J Hand Surg Am*. 2003 Jul;28(4):633-8. Nerve transfer to deltoid muscle using the nerve to the long head of the triceps, part II: a report of 7 cases.
9. Oberlin C, Béal D, Leechavengvongs S, Salon A, Dauge MC, Sarcy JJ. Nerve transfer to biceps muscle using a part of ulnar nerve for C5-C6 avulsion of the brachial plexus: anatomical study and report of four cases. *J Hand Surg Am*. 1994; 19(2):232-237.
10. Yuan-Kun Tu, Yi-Jung Tsai, Chih-Han Chang, Fong-Chin Su, Chih-Kun Hsiao, Jacqueline Siau-Woon Tan. Surgical treatment for total root avulsion type brachial plexus injuries by neurotization: A prospective comparison study between total and hemicontralateral C7 nerve root transfer. *Microsurgery*. 2014 Feb; 34(2): 91–101.
11. Songcharoen P, Mahaisavariya B, Chotigavanich C. Spinal accessory neurotization for restoration of elbow flexion in avulsion injuries of brachial plexus. *J Hand Surg Am* 1996;21:387-390.
12. Zheng MX, Qiu YQ, Xu WD, Xu JG (2012) Long-term observation of respiratory function after unilateral phrenic nerve and multiple intercostal nerve transfer for avulsed brachial plexus injury. *Neurosurgery* 70(4):796–801
13. Chuang ML, Chuang DC, Lin IF, Vintch JR, Ker JJ, Tsao TC (2005) Ventilation and exercise performance after phrenic nerve and multiple intercostal nerve transfers for avulsed brachial plexus injury. *Chest* 128(5):3434–3439
14. Siqueira M, Martins RS (2009) Phrenic nerve transfer in the restoration of elbow flexion in brachial plexus avulsion injuries: how effective and safe is it? *Neurosurgery* 65(4 Suppl):A125–A131
15. De Troyer A, Kelly S (1982) Chest wall mechanics in dogs with acute diaphragmatic paralysis. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 53(2):373–379
16. Tu YK, Chung KC. Surgical procedures for recovery of hand function. In: Chung KC, Yang LJS, McGillicuddy JE, editors. *Practical management of pediatric and adult brachial plexus palsies*. Saunders Elsevier, New York, 2012. p 271-300.
17. Chuang DC. Neurotization procedures for brachial plexus injuries. *Hand Clin* 1995;4:633-645.

18. Yang G, Chang KW, Chung KC. A Systematic Review of Contralateral C7 Transfer for the Treatment of Traumatic Brachial Plexus Injury: Part 1. Overall Outcomes. *Plast Reconstr Surg*. 2015 Oct;136(4):794-809.
19. Wang L, Zhao X, Gao K, Lao J, Gu YD. Reinnervation of thenar muscle after repair of total brachial plexus avulsion injury with contralateral C7 root transfer: Report of five cases. *Microsurgery* 2011;31:323–326.
20. Yang G, Chang KW, Chung KC. A Systematic Review of Outcomes of Contralateral C7 for the Treatment of Traumatic Brachial Plexus Injury: Part 2-Donor-site morbidity of contralateral C7 transfer for traumatic brachial plexus injury. *Plast Reconstr Surg*. 2015 Oct;136(4):480e-9e.
21. Yu ZJ, Sui S, YU S, Huang Y, Sheng JG. Contralateral normal C7 nerve transfer after upper arm shortening for the treatment of total root avulsion of the brachial plexus: A preliminary report. *Plast Reconstr Surg* 2003;111:1465-1469.
22. Sammer DM, Kircher MF, Bishop AT, Spinner RJ, Shin AY. Hemicontrolateral C7 transfer in traumatic brachial plexus injuries: Outcome and complications. *J Bone Joint Surg Am* 2012;94:131-137.
23. Waikukul S, Orapin S, Vanadurongwan V. Clinical results of contralateral C7 root neurotization to the median nerve in brachial plexus injuries with total root avulsions. *J Hand Surg Br* 1999;24:556-560.