



不同部位电刺激治疗带状疱疹神经痛的疗效分析 *

黄铭杰 黄佳彬 罗裕辉 高 翊 梁豪文 熊东林 廖 翔 张 强 肖礼祖[△]

(广东医科大学附属深圳第六医院 华中科技大学协和深圳医院疼痛科, 深圳 518052)

摘 要 目的: 对治疗带状疱疹神经痛 (zoster-related neuralgia, ZRN) 的短时程背根神经电刺激与脊髓电刺激两种方法的手术时间、放射暴露剂量、疗效及花费进行比较。**方法:** 本文采用回顾性分析方法, 对 202 例在 DSA (digital subtraction angiography) 引导下使用短时程电刺激治疗的带状疱疹神经痛病人 (其中 64 例采用背根神经电刺激, 138 例采用脊髓电刺激), 记录手术操作时间及每一例手术的辐射剂量, 术后病人的程控次数, 术前及术后 1、2、3 月等各时间段病人的疼痛程度, 生活质量以及医疗耗材费等信息, 并进行分析比较。**结果:** 在 3 个月的随访期间, 所有病人在两种方法治疗后疼痛视觉模拟评分法 (visual analogue scale, VAS) 评分和匹兹堡睡眠质量指数 (Pittsburgh sleep quality index, PQSI) 显著下降, 而生活质量 (SF-36 健康调查简表) 评分显著上升 ($P < 0.01$), 且两种方法之间无统计学差异, 然而背根神经电刺激病人的手术时间和术中辐射量明显少于脊髓电刺激组 ($P < 0.05$); 且术后平均程控次数以及医疗耗材费用也明显少于脊髓电刺激组 ($P < 0.05$)。**结论:** 短时程背根神经电刺激和脊髓电刺激都能有效治疗带状疱疹神经痛, 但背根神经电刺激具有程控次数少、覆盖好、花费少等优点。

关键词 带状疱疹神经痛; 短时程脊髓电刺激; 短时程背根神经电刺激; 视觉模拟评分法; 匹兹堡睡眠质量指数; SF-36 健康调查简表

Analysis of outcomes for patients with zoster-related neuralgia in treatment of temporary stimulation dorsal nerve root and the spinal cord *

HUANG Ming-Jie, HUANG Jia-Bin, LUO Yu-Hui, GAO Hong, LIANG Hao-Wen, XIONG Dong-Lin, LIAO Xiang, ZHANG Qiang, XIAO Li-Zu [△]

(Affiliated Shenzhen Sixth Hospital of Guangdong Medical University, Department of Pain Medicine, Huazhong University of Science and Technology Union Shenzhen Hospital, Shenzhen 518052, China)

Abstract Objective: To compare the procedure time, radiation doses, efficacy and the cost for patients with zoster-related neuralgia (ZRN) between treatment of temporary dorsal root stimulation (tDNRS) and temporary spinal cord stimulation (tSCS). **Methods:** In this retrospective analysis, a total of 202 patients with ZRN who were treated with tDNRS ($n = 64$) and tSCS ($n = 138$) under the guidance of digital subtraction angiography (DSA) was enrolled. The procedure time, radiation doses, number of modulation for postoperative patients, visual analogue scale (VAS), quality of life, and the cost of medical equipment were recorded and analyzed before procedure, after stimulation, and 1, 2, and 3 months' follow-up. **Results:** The average score of VAS, Pittsburgh sleep quality index (PSQI) decreased significantly and the life quality (The MOS item short form healthy survey, SF-36) increased significantly after the treatment and at the time of 1, 2 and 3 months' follow-up compared with the baseline for all the ZRN patients ($P < 0.01$), there was no difference between the two groups. However, the procedure time and the radiation doses in patients with tDNRS were significantly less than those with tSCS ($P < 0.05$), and the number of modulation and the cost of medical equipment in patients with tDNRS were significantly less than those with tSCS ($P < 0.05$). **Conclusions:** Both tDNRS and tSCS can effectively relieve pain of ZRN patients, however, ZRN patients with tDNRS had the advantages of less modulations in therapeutic period, more comprehensive coverage, lower cost of medical equipment and so on.

* 基金项目: 深圳市科创委学科布局 (JCYJ20160429181451546)

[△] 通讯作者 肖礼祖 nsyyjoe@live.cn



Key words Zoster-related neuralgia (ZRN); Temporary spinal cord stimulation (tSCS); Temporary dorsal nerve root stimulation (tDNRS); Visual analogue scale (VAS); Pittsburgh sleep quality index (PSQI); The MOS item short form healthy survey, SF-36

带状疱疹神经痛 (zoster-related neuralgia, ZRN) 是带状疱疹病人最常见的症状和并发症, 因疼痛剧烈, 药物治疗疗效欠佳, 病史持续时间较长, 严重影响病人的工作与生活^[1]。临床上除了使用抗抑郁及抗惊厥药物外^[2,3], 还有神经阻滞^[4]、射频^[5]以及臭氧、阿霉素注射等^[6,7]有创治疗方法, 因带状疱疹神经痛病人多为年老体弱, 且常合并有高血压、糖尿病等心脑血管疾病, 增加了有创治疗的风险^[8]。

近年来, 很多医师开始采用短时程脊髓电刺激 (temporary spinal cord stimulation, tSCS) 治疗带状疱疹神经痛^[9], 即将测试电极临时植入到硬膜外腔内, 以特定频率、脉宽的电流刺激脊髓后柱以减轻疼痛。华中科技大学协和深圳医院从 2014 年至 2019 年内共完成 300 余例的 tSCS 治疗, 除周围神经电刺激, tSCS 电极放置的位置分为以下三种, 传统的脊髓电刺激 tSCS (电极放置在硬膜外腔后正中或旁正中), 背根神经电刺激 (dorsal nerve root stimulation, DNRS) (电极放置于硬膜外腔侧间隙近椎弓根内缘) 以及背根神经节电刺激 (dorsal root ganglion stimulation, DRGS) (电极放置于椎间孔)^[10]。由于背根神经节电刺激的病例数非常少, 本文仅收集了 tSCS 及 tDNRS 两种手术方式的病例, 采用回顾性分析方法对这两种术式的手术操作时间、术中产生的辐射剂量以及手术所需的医疗耗材费进行统计, 同时对术前、术后、1 月、2 月及 3 个月随访的疼痛评分和生活质量等指标进行分析, 观察其疗效, 现报道如下。

方 法

1. 一般资料

本研究经由华中科技大学协和深圳医院伦理委员会批准, 所有病人均在药物保守治疗无效或不良反应较大时才考虑微创介入治疗, 根据病人病情、年龄及合并症等情况综合分析, 病人自愿选择脊髓电刺激并签署书面知情同意书。收集我科自 2014 年 8 月至 2019 年 8 月收治的所有采用短时程电刺激治疗的带状疱疹神经痛病人共 319 例。所有的数据均来自住院病历, 病例报告表以及随访不同时间点的调查问卷。排除接受外周神

经电刺激、背根神经节电刺激、电刺激时间不足 7 天或没有随访数据的病例, 最后筛选出成功接受短时程电刺激治疗的病例共计 202 例, 其中接受背根神经电刺激治疗 64 例, 接受脊髓电刺激 138 例。病人基本情况 (见表 1)。

2. 手术方法

(1) tSCS 手术操作: 整个 tSCS 的操作过程均在 DSA (digital subtraction angiography, DSA) 室内进行, 病人取俯卧位, 首先在 DSA 设备引导下定位脊柱棘突间隙, 1% 利多卡因 2 ml 局部麻醉后使用 Tuohy 针行硬膜外穿刺, 在实时 DSA 设备引导下将 8 触点电刺激电极 (Medtronic 3873 型或 Abbott 3189 型) 植入至硬膜外后间隙, 植入电极放置于目标脊

表 1 病人的基本信息 ($\bar{x} \pm SEM$)

Table 1 General characteristics of patients ($\bar{x} \pm SEM$)

	短时程背根神经 电刺激 tDNRS	短时程脊髓 电刺激 tSCS
例数 (例) Patients (n)	64	138
年龄 (岁) Age (Years)	68.9 ± 1.4	67.6 ± 0.7
病程 (天) Pain duration (Days)	136.6 ± 35.3	186.6 ± 41.8
性别 (男/女) Gender (M/F)	37/27	74/64
疱疹部位 (例) Zoster location (n)		
胸 (例) Chest (n)	32	74
腰 (例) Lumber (n)	5	11
上肢 (例) Upper limb (n)	17	39
下肢 (例) Lower limb (n)	8	11
其他部位 (例) Other location (n)	2	3
术前 VAS VAS before procedure	7.0 ± 0.2	7.0 ± 0.1
术前 PSQI PSQI before procedure	16.4 ± 0.3	16.0 ± 0.2
术前 PCS PCS before procedure	39.1 ± 1.4	38.0 ± 1.0
术前 MCS MCS before procedure	38.4 ± 1.4	37.0 ± 1.0

髓节段的中线偏患侧, 并进行测试, 根据测试结果微调电极位置, 直至刺激异感可覆盖疼痛区域, 如一根电极达不到覆盖要求, 则植入第二根电极, 直到电刺激产生的麻刺感能覆盖到疼痛区域的 80% 以上 (见图 1、2)。测试成功后退出穿刺针, 缝线固定电极导线于皮肤上。术后观察 15 分钟, 病人无特殊不适返回病房。

(2) tDNRS 手术操作: tDNRS 术中操作除电极位置外与 tSCS 大致相同, tDNRS 是将 8 触点测试电极植入硬膜外间隙, 植入电极的中间触点位置放置于患侧病变的神经根节段的椎弓根内缘 (见图 3)。

(3) 记录每例手术操作时间及术中产生的放射剂量。

3. 电刺激程控模式及程控次数

常规采用低频电刺激模式, 程控参数范围: 频率 40~60 Hz、脉宽 120~360 μ s、电压/电流强度根据病人的疼痛反应调节, 具体程控参数以病人无明显不适为宜。病人的电刺激疗程一般在 7~14 天之间, 术后镇痛药物按需服用。程控次数是根据术后病人为了尽量覆盖疼痛区域的需求, 需通过调整触点, 脉宽或频率等参数才能达到此目的而进行的操作次数, 如果只是增加或减弱电流或电压的强度, 不计算在内, 把电刺激治疗期间所进行的程控次数进行汇总。

4. 评估方法

采用视觉模拟评分法 (visual analogue scale, VAS) 评定病人的疼痛程度 (0 为无疼痛, 10 为无法忍受的疼痛); 匹兹堡睡眠质量指数 (Pittsburgh sleep quality index, PSQI) 用于评定睡眠质量, 得分范围是 0~21 分, 得分越低表示睡眠质量越好; 采用 SF-36 健康调查简表 (SF-36) 评定病人的生活质量, 分为躯体健康 (PCS) 和心理健康 (MCS), 得分范围是 0~100 分, 得分越高表示生活质量越好。对疼痛病人的术前、电刺激治疗结束后即时以及 1 月、2 月、3 个月随访时上述各指标进行评估。

5. 统计学分析

采用 Kolmogorov-Smirnov 检验评估数据的正态性, 并用均数 $\pm$ 标准误 ($\bar{x} \pm SEM$) 描述连续变量, 分类变量采用卡方检验或 Fisher 检验, 用 t 检验 (两组)/方差分析 (两组以上) 比较各组间统计量的差异, 若样本方差不齐, 则采用 K-W 秩和检验。并采用 Bonferroni 事后检验法进行比较。本研究属于回顾性分析, 所有统计分析和图表均使用 GraphpadPrism 5.0 软件和 Microsoft Excel 2016 软件制作。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

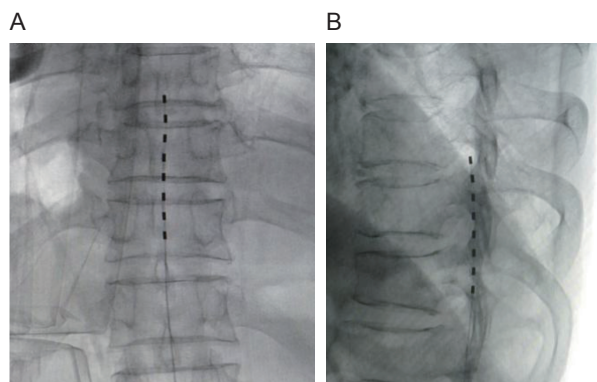


图 1 一根电极的短时程脊髓电刺激
(A) 正位片; (B) 侧位片

Fig. 1 Temporary conventional spinal cord stimulation with one electrode
(A) Anterior posterior view; (B) Lateral view

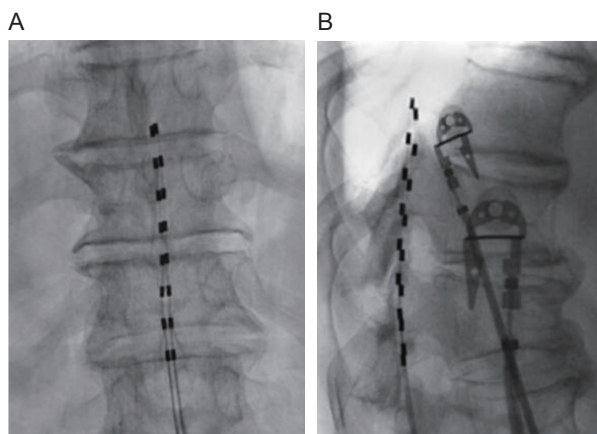


图 2 二根电极的短时程脊髓电刺激
(A) 正位片; (B) 侧位片

Fig. 2 Temporary conventional spinal cord stimulation with two electrodes
(A) Anterior posterior view; (B) Lateral view

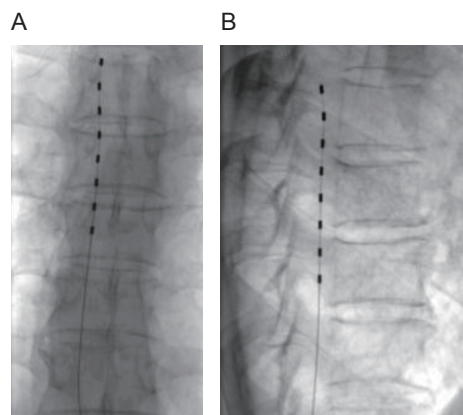


图 3 短时程背根神经电刺激
(A) 正位片; (B) 侧位片

Fig. 3 Temporary dorsal nerve root stimulation with one electrode
(A) Anterior posterior view; (B) Lateral view

结果

1. 两组病人的一般情况

两组病人的年龄、病程、性别、疱疹部位、疼痛评分及生活质量在术前无统计学差异 ($P > 0.05$, 见表 1), 两种术式的电极位置及数量 (见表 2), 两组病人的电极放置部位除腰椎外无显著性差异, 在电极数量的使用上, tDNRS 组使用一根电极的比例要显著大于 tSCS 组 ($P < 0.05$)。

2. 生活质量评分

与术前相比, 两种术式病人在术后、随访 1 月、2 月及 3 个月的疼痛 (VAS)、睡眠 (PSQI) 及生活质量 (PCS 与 MCS) 均明显改善 ($P < 0.01$), 两者之间无显著性差异 (见图 4)。

3. 两种术式的特性比较

tSCS 和 tDNRS 两种手术的手术时间、辐射量、材料费用及程控次数等信息 (见表 3)。

讨论

带状疱疹神经痛是指带状疱疹病人在出疱疹期间及疱疹愈合后出现的神经病理性疼痛, 可以长期影响病人的生活质量, 且对社会医疗系统造成一定负担, 此外, 带状疱疹常见于伴有慢性疾病的老

年人。目前临床上常规治疗方法有药物治疗、神经阻滞及电刺激疗法。由于老年人往往合并高血压、糖尿病或心脑血管疾病, 加上有时疱疹区域较广,

表 2 两种术式的电极位置及电极数量
Table 2 The electrode placement and numbers for tSCS and tDNRS

	短时程背根神经 电刺激 tDNRS	短时程脊髓 电刺激 tSCS	<i>P</i>
电极部位 例 (%) Electrode Locations <i>n</i> (%)			
颈椎 Cervical	14 (21.9%)	40 (29.0%)	$P > 0.05$
胸椎 Thoracic	47 (73.4%)	98 (71.0%)	$P > 0.05$
腰椎 Lumbar	3 (4.7%)	0 (0.0%)	$*P < 0.05$
左侧 Left	25 (39.1%)	59 (42.7%)	$P > 0.05$
右侧 Right	39 (60.9%)	79 (57.3%)	$P > 0.05$
使用电极数量 例 (%) The number of electrode used <i>n</i> (%)			
1 根 One	60 (93.7%)	92 (66.7%)	$*P < 0.05$
2 根 Two	4 (6.3%)	46 (33.3%)	$*P < 0.05$

* $P < 0.05$, 两组间比较; * $P < 0.05$, compared between the two groups.

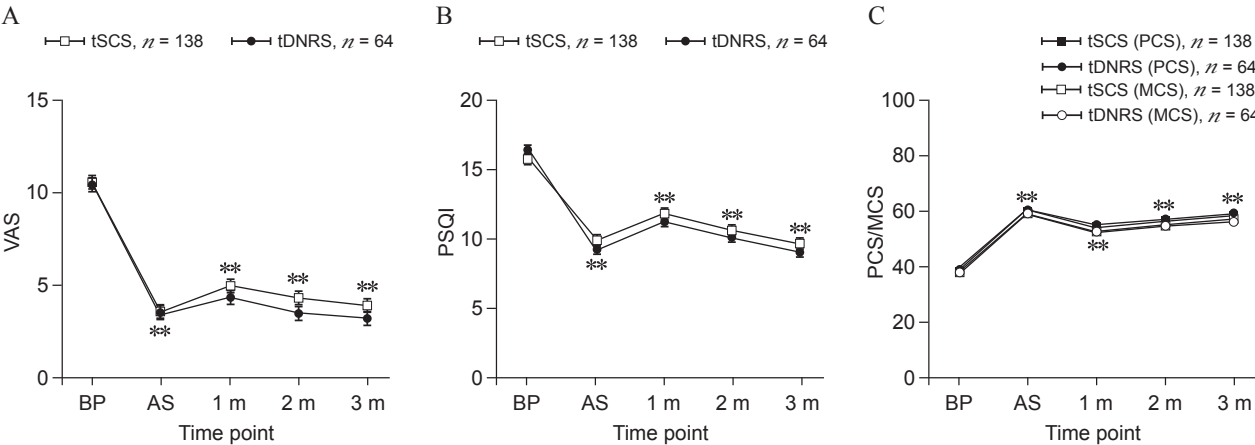


图 4 tSCS 和 tDNRS 两组病人在术后各时间点疼痛程度、睡眠及生活质量的改善 ($\bar{x} \pm SEM$)
VAS (A)、PSQI (B) 评分在接受电刺激治疗后及随访 1、2、3 月较术前均显著性下降 (** $P < 0.01$), PCS/MCS (C) 评分在接受电刺激治疗后及随访 1、2、3 月较术前均显著性升高 (** $P < 0.01$); 两组四项评分趋势基本趋于一致, 各时间点两组间评分无统计学意义 (BP: 术前; AS: 术后)
** $P < 0.01$, 与治疗前相比

Fig. 4 The improvement of VAS, PSQI, and the quality of life at each time point after operation in patients with tSCS and tSCS ($\bar{x} \pm SEM$)
The average VAS (A), PSQI (B) scores decreased significantly and PCS/MCS (C) increased significantly after the treatment and at the time of 1, 2 and 3 months' follow-up compared with the scores before procedure (** $P < 0.01$) for all the ZRN patients; In general, the changes of all four evaluated items for the two groups were almost the same, and there was no significant difference between the two groups at each time point. (BP: before procedure; AS: after stimulation)
** $P < 0.01$, compared with before procedure.

表 3 tSCS 和 tDNRS 的手术时间、辐射量、医用耗材费及程控次数 ($\bar{x} \pm SEM$)

Table 3 The procedure time, radiation doses, cost of medical equipment and numbers of modulation for tSCS and tDNRS ($\bar{x} \pm SEM$)

	短时程背根神经电刺激 tDNRS	短时程脊髓电刺激 tSCS
手术时间 (分钟) Procedure time (min)	42.9±2.9	51.3±2.2
辐射量 (mGy) Radiation doses (mGy)	74.9±13.9	115.6±12.5
医疗耗材费用 (元) Cost of medical equipment (yuan)	1 2764±360.2	1 7657±519.4
程控次数 (次) Numbers of modulation (time)	6.2±0.4	12.6±0.3

* $P < 0.05$, 两组间比较; * $P < 0.05$, compared between the two groups.

往往超过单一神经节段,因此临床中使用神经阻滞具有一定的局限性,首先神经阻滞需要多次多部位注射^[11],其次神经阻滞还需注射糖皮质激素^[12],除可能会导致药物误入血管、损伤脊髓、气胸外,还会加大术后感染及血糖波动风险。因此在常规治疗无效时,应尽早选用电刺激疗法。电刺激疗法在缓解慢性神经病理性疼痛、改善功能和总体生活质量方面是一种公认的、安全的、可逆的、有效的技术^[13]。对于病人来说,不需植入脉冲发生器而进行短时程电刺激治疗,是一种既安全又简单的微创治疗方法。目前国内已开始使用短时程脊髓电刺激来治疗急性或亚急性带状疱疹神经痛^[14-18]。在采用 tSCS 治疗以后,疼痛明显缓解,大大降低了带状疱疹后神经痛发生率^[18]。传统的脊髓电刺激常规是把电极放置于脊髓背柱,然而,硬膜外间隙中间宽,两边窄,电极在中间容易移位且电刺激覆盖面广,对于单根神经病变产生的疼痛难以精准覆盖^[19]。SCS 治疗带状疱疹神经痛的有效性之前已有随机对照试验、系统评价和长期回顾性研究报道^[14-16,20,21]。Levine 等^[22]报道了 DNRS 在治疗上肢疼痛、间质性膀胱炎^[23]和糖尿病神经病变^[24]中的成功应用,说明了脊髓电刺激除了传统的电极放置在脊髓背柱外,电极也可放置在背根神经上,然而,目前没有关于短时程背根神经电刺激的相关文献报道。本研究从本院过去 5 年 319 例接受电刺激治疗的带状疱疹神经痛病人中筛选出 202 例病人进行回顾性研究,并根据手术方式把这些病人分为两组,其中 tDNRS 组 64 例, tSCS 组 138 例。研究发现 tSCS 组和 tDNRS 组病人在术后及随访 3 个月期间所观察到的

VAS、PSQI、PCS 和 MCS 评分都是相似的, tSCS 组的 VAS 评分由术前平均 7.0 降至术后平均 2.4, tDNRS 组的 VAS 评分由术前平均 7.0 降至术后平均 2.3,并维持到术后 3 月; tSCS 组的 PSQI 评分也由术前平均 16.0 降低至术后平均 9.8, tDNRS 组的 PSQI 评分也由术前平均 16.4 降低至术后平均 9.3;而生活质量 PCS/MCS 的评分在 tSCS 组则由术前平均 38.0/37.0 上升至术后平均 60.5/58.8, tDNRS 组由术前平均 39.1/38.4 上升至术后平均 60.5/59.4,这意味着两种手术治疗效果都很好, tDNRS 可以和 tSCS 一样缓解带状疱疹神经痛,改善病人的生活质量和睡眠质量。2017 年加拿大的一个研究中心也报道过一篇比较永久植入的 DNRS 和 SCS 治疗慢性疼痛病人的研究^[21],他们对病人进行了 12 个月的随访,两种手术方法的病人预后都很好,最终得出了 DNRS 可以作为 SCS 的辅助疗法的结论,这与本研究的结论相似。

然而,我们也观察到两种手术方法有不一致的地方。首先, tDNRS 组使用一根电极的比例要大于 tSCS 组,说明对于大部分使用 tDNRS 治疗的病人使用一根电极就已经足够覆盖疼痛范围。这是因为 tDNRS 可以更精确定位到单根神经^[25,26],对于非常明确的根性神经痛^[27,28]的带状疱疹病人来说,这种电刺激可能更易覆盖疼痛区域,只要电极位置正确,采用单根八触点的电极就能完全覆盖所有疱疹及疼痛区域。而 tSCS 难以精确覆盖带状疱疹这种单一神经根病变,术后往往表现出电刺激范围超出疼痛区域或部分疼痛区域没有被覆盖到的现象。为了避免这种情况,只有再增加一根电极即采用双电极植入的方法。对于病人来说,在经济上, tDNRS 将大大地减轻了他们的经济负担;对于医师来说, tDNRS 也大大减少了手术时间和受辐射量,本研究统计的结果说明了这一点。其次,本研究结果还发现,采用 tDNRS 电刺激期间,病人的平均程控次数要少于 tSCS。2014 年的一篇脊髓电刺激的解剖学研究^[19]发现,由于 DNRS 的电极位于硬膜外间隙即椎弓根的内缘,解剖空间较小;而 SCS 的电极位于硬膜外腔的正后方,硬膜外间隙中间宽,两边窄,电极在中间容易移位。因此 DNRS 因体位的变动而出现电极位移的可能性要小于 SCS,从而减少了病人术后程控的次数,病人的术后体验也更佳。既往研究^[25]发现, DNRS 比 SCS 所需要的刺激阈值要低,这可以减少刺激产生不必要的运动或感官不良反应的机会。DNRS 在理论上可以更好地弥补 SCS 的局限性,同时该项技术也保持了 SCS 与 PNS

可持续刺激以及精准覆盖疼痛区域的优点。由于本研究中 tSCS 手术操作是由不同的医师完成的,其熟练程度可能对手术时间及疗效产生一定的影响,这是本研究的缺陷。将来可以通过固定手术人员并进行前瞻性的研究来进一步验证结论。

综上所述,短时程脊髓电刺激或背根神经电刺激两种方法治疗带状疱疹神经痛都有很好的疗效,但背根神经电刺激(tDNRS)具有覆盖更精准,手术时间更短,射线暴露量少,程控次数少,花费少等优点。

参 考 文 献

- [1] Dworkin RH, Portenoy RK. Pain and its persistence in herpes zoster[J]. *Pain*, 1996, 67(2-3):241-251.
- [2] Huffman CL, Goldenberg JN, Weintraub J, *et al.* Efficacy and safety of once-Daily controlled-release pregabalin for the treatment of patients with postherpetic neuralgia: A double-blind, enriched enrollment randomized withdrawal, placebo-controlled trial[J]. *Clin J Pain*, 2017, 33(7):569-578.
- [3] Moore A, Derry S, Wiffen P. Gabapentin for chronic neuropathic pain[J]. *JAMA*, 2018, 319(8):818-819.
- [4] 申海燕,袁燕,孙灿林,等.神经阻滞疗法治疗带状疱疹后神经痛的研究进展[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2017, 23(1):59-63.
- [5] Chang MC. Efficacy of pulsed radiofrequency stimulation in patients with peripheral neuropathic pain: A narrative review[J]. *Pain Physician*, 2018, 21(3):E225-E234.
- [6] 张绍波,杨小龙,黄恒,等.医用臭氧自体血回输疗法治疗带状疱疹后神经痛 40 例临床报道[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2016, 22(9): 716-718.
- [7] 孙臣琛,刘金锋.背根神经节介入治疗带状疱疹后神经痛研究进展[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2017, 23(2):130-134.
- [8] Kawai K, Gebremeskel BG, Acosta CJ. Systematic review of incidence and complications of herpes zoster: Towards a global perspective[J]. *BMJ Open*, 2014, 4: 004833.
- [9] 黄佳彬,肖礼祖.带状疱疹相关性神经痛的微创介入治疗进展[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2018, 24(11):806-812.
- [10] 肖礼祖,金毅.经皮神经电刺激植入术[M].北京:清华大学出版社,2019.
- [11] Ji G, Niu J, Shi Y, *et al.* The effectiveness of repetitive paravertebral injections with local anesthetics and steroids for the prevention of postherpetic neuralgia in patients with acute herpes zoster[J]. *Anesth Analg*, 2009, 109(5):1651-1655.
- [12] 马柯.糖皮质激素在疼痛微创介入治疗中的应用——中国专家共识[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2017, 23(6):401-404.
- [13] Harke H, Gretenkort P, Ladleif HU, *et al.* Spinal cord stimulation in postherpetic neuralgia and in acute herpes zoster pain[J]. *Anesth Analg*, 2002, 94(3):694-700.
- [14] Moriyama K. Effect of temporary spinal cord stimulation on postherpetic neuralgia in the thoracic nerve area[J]. *Neuromodulation*, 2009, 12(1):39-43.
- [15] Yanamoto F, Murakawa K. The effects of temporary spinal cord stimulation (or spinal nerve root stimulation) on the management of early postherpetic neuralgia from one to six months of its onset[J]. *Neuromodulation*, 2012, 15(2):151-154.
- [16] 罗裕辉,熊东林,蒋劲,等.短时程脊髓电刺激治疗带状疱疹性神经痛的疗效观察[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2016, 22(2):118-122.
- [17] Dong DS, Yu X, Wan CF, *et al.* Efficacy of short-term spinal cord stimulation in acute/subacute zoster-related pain: A retrospective study[J]. *Pain Physician*, 2017, 20(5):E633-E645.
- [18] 黄佳彬,杨少敏,孙武平,等.短时程脊髓电刺激对不同病程带状疱疹性神经痛的疗效分析[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2019, 25(10):749-757.
- [19] Levy RM. Anatomic considerations for spinal cord stimulation[J]. *Neuromodulation*, 2014, 17(Suppl 1):2-11.
- [20] Iseki M, Morita Y, Nakamura Y, *et al.* Efficacy of limited-duration spinal cord stimulation for subacute postherpetic neuralgia[J]. *Ann Acad Med Singapore*, 2009, 38(11):1004-1006.
- [21] Levine AB, Steven DA, Parrent AG, *et al.* Successful long-term nerve root stimulation for chronic neuropathic pain: A real world, single center canadian experience[J]. *Pain Physician*, 2017, 20(2):95-106.
- [22] Levine AB, Parrent AG, MacDougall KW. Cervical spinal cord and dorsal nerve root stimulation for neuropathic upper limb pain[J]. *Can J Neurol Sci*, 2017, 44(1):83-89.
- [23] Alo KM, McKay E. Selective nerve root stimulation (SNRS) for the treatment of intractable pelvic pain and motor dysfunction: A case report[J]. *Neuromodulation*, 2001, 4(1):19-23.
- [24] Alo KM, Zidan AM. Selective nerve root stimulation (SNRS) in the treatment of end-stage, diabetic, peripheral neuropathy: A case report[J]. *Neuromodulation*, 2000, 3(4):201-208.
- [25] Struijk JJ, Holsheimer J, Boom HB. Excitation of dorsal root fibers in spinal cord stimulation: A theoretical study[J]. *IEEE Trans Biomed Eng*, 1993, 40(7):632-639.
- [26] Haque R, Winfree CJ. Spinal nerve root stimulation[J]. *Neurosurg Focus*, 2006, 21(6):E4.
- [27] Reichelt M, Zerboni L, Arvin AM. Mechanisms of varicella-zoster virus neuropathogenesis in human dorsal root ganglia[J]. *J Virol*, 2008, 82(8):3971-3983.
- [28] Oaklander AL. Mechanisms of pain and itch caused by herpes zoster (shingles)[J]. *J Pain*, 2008, 9(Suppl 1): S10-S18.