



[DOI]10.3969/j.issn.1001-9057.2025.03.009

<http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2025.03.009>

· 论著 ·

有限小切口减压治疗对不同严重程度腕管综合征患者神经电生理参数的影响

叶明 黄宇旻 李威 张惠

【摘要】 目的 探究有限小切口减压治疗对于不同严重程度腕管综合征(CTS)患者神经电生理参数的影响。**方法** 根据治疗方式的不同将 178 例 CTS 患者分为对照组(66 例)和观察组(112 例)。采用倾向性评分匹配法进行两组间 1:1 匹配,最终成功匹配 36 对患者数据。收集所有患者治疗前后基线资料并分组进行比较。采用广义估计方程(GEE)模型分析患者治疗前后视觉模拟评分法(VAS)评分及 Levine 评分的差异。采用主效应分析和单独效应分析探讨不同严重程度 CTS 患者间神经电生理参数的差异。**结果** 治疗后两组患者 VAS 评分及 Levine 评分均低于同组治疗前,观察组 VAS 与 Levine 评分均低于同期对照组($P < 0.001$)。GEE 模型分析结果显示,观察组患者治疗下降幅度大于对照组($P < 0.05$)。主效应分析结果显示,两组患者神经生理参数在时间效应、组间效应、交互效应方面均具有统计学意义($P < 0.05$)。单独效应检验结果显示,两组患者治疗前、治疗后 3 个月和治疗后 6 个月 DML 水平均依次升高,SCV、SNAP 水平均依次降低;观察组患者治疗前、治疗后 3 个月和治疗后 6 个月 DML 水平均于同期对照,SCV、SNAP 水平均高于同期对照组($P < 0.05$)。**结论** 相较于传统开放手术,有限小切口对于改善不同严重程度患者疼痛 VAS 评分、Levine 评分、神经电生理参数的效果更明显。

【关键词】 有限小切口治疗; 腕管综合征; 神经电生理参数**【中图分类号】** R445.1;R688**【文献标识码】** A

The impact of limited small incision decompression on neuroelectrophysiological parameters of patients with different severity of carpal tunnel syndrome Ye Ming, Huang Yumin, Li Wei, Zhang Hui. Department of Orthopaedics, Jiangsu Provincial Hospital (the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University), Nanjing 210029, China

【Abstract】 Objective To investigate the effect of limited small incision decompression on neurophysiological parameters in patients with carpal tunnel syndrome (CTS) of different severities. **Methods** According to the different treatment methods, 178 CTS patients were divided into control group (66 cases) and observation group (112 cases). Propensity score matching method was used to perform 1:1 matching between the two groups, and 36 pairs of patient data were successfully matched. The baseline data of all patients before and after treatment were collected and compared between groups. The difference of visual analogue scale (VAS) and Levine score before and after treatment was analyzed by generalized estimation equation. Main effect analysis and single effect analysis were used to investigate the difference of neuroelectrophysiological parameters among patients with different severity of CTS. **Results** After treatment, VAS scores and Levine scores of two groups were lower than those before treatment, VAS and Levine scores of observation group were lower than those of control group during the same period ($P < 0.001$). The results of GEE model analysis showed that the reduction of treatment in observation group was greater than that in control group ($P < 0.05$). The results of main effect analysis showed that the neurophysiological parameters of two groups were statistically significant in time effect, inter-group effect and interaction effect ($P < 0.05$). The results of the single effect test showed that the DML levels of two groups increased in turn before treatment, 3 months and 6 months after treatment, and the SCV and SNAP levels decreased in turn. Before treatment, 3 months and 6 months after treatment, the DML levels of observation group were higher than those of control group during the same period, and the SCV and SNAP levels were higher than those of control group during the same period ($P < 0.05$). **Conclusion** Compared to traditional open surgery, limited small incision treatment demonstrated more pronounced effects in improving pain VAS and Levine scores, as well as neurophysiological parameters, in patients with CTS of different severities.

【Key words】 Limited small incision treatment; Carpal tunnel syndrome; Neurophysiological parameters

作者单位:210029 南京,江苏省人民医院(南京医科大学第一附属医院)骨科

通讯作者:张惠, E-mail: zhanghui-nj@163.com

腕管综合征 (CTS) 是一种常见的神经压迫性疾病, 主要影响手腕部位, 导致疼痛、麻木和力量减弱等症状^[1]。CTS 的病理基础在于腕管内压力增高, 导致正中神经受到卡压, 进而引发一系列临床症状^[2]。传统的治疗方法包括支具制动、药物治疗及大切口减压手术等。然而, 这些方法在治疗效果、恢复时间及并发症等方面存在不同程度的局限性^[3]。近年来, 有限小切口减压治疗作为一种新兴的治疗手段, 因其创伤小、恢复快、并发症少等优点^[4], 逐渐受到广泛关注。有限小切口减压治疗通过在腕部做一小切口, 直接对腕横韧带进行切开减压^[5], 从而迅速降低腕管内压力, 解除正中神经的卡压状态。然而, 不同严重程度的 CTS 患者, 其神经受损程度、恢复潜力及治疗反应等方面可能存在差异^[6]。神经电生理参数是评估 CTS 患者神经功能状态的重要指标, 包括神经传导速度、动作电位幅度等^[7]。因此, 研究有限小切口减压治疗对不同严重程度 CTS 患者神经电生理参数的影响, 对于优化治疗方案、提高治疗效果具有重要意义。

对象与方法

1. 对象: 选取 2019 年 2 月 ~ 2023 年 2 月于我院就诊的 CTS 患者 178 例, 其中男 18 例、女 160 例, 年龄 40 ~ 68 岁, 平均年龄 (51.75 ± 5.91) 岁。纳入标准: (1) 均符合有关 CTS 的诊断标准^[8]; (2) 经保守治疗, 效果不佳; (3) 临床资料完整。排除指标: (1) 患有中枢神经系统疾病或其他可能引起类似症状的周围神经卡压性疾病; (2) 患有代谢性疾病、妊娠等可能影响治疗或诊断的疾病; (3) 患侧腕关节炎、腕部骨折史或手术史; (4) 患有其他可能影响治疗效果的全身性疾病。按照治疗方式的不同将所有患者分为对照组 (开放手术治疗, 66 例) 和观察组 (有限小切口治疗, 112 例)。采用倾向性评分匹配法进行两组间 1:1 匹配, 最终成功匹配 36 对患者数据。本研究已获我院伦理委员会审批通过 (152436), 所有患者均知情同意。

2. 方法

(1) 资料收集: 收集所有患者的基线资料, 包括年龄、性别、BMI、CTS 分型、吸烟史、饮酒史、既往病史 (糖尿病、高血压病)。治疗前和治疗后 1 d 采用视觉模拟评分法 (VAS) 记录患者的疼痛评分、Levine 腕管综合征问卷对患者的症状和功能评分, 分数越高代表腕部症状加剧及功能受限程度加深^[9]。记录患者治疗前和治疗后 3 个月、6 个月的神经电生理参数, 包括远端运动潜伏期 (DML)、复合肌肉动作电位 (CMAP)、感觉神经动作电位 (SNAP)、感觉神经传导速度 (SCV)^[10]。双侧患病患者只纳入左侧临床资料。

(2) 治疗方式: 开放手术: 腕关节掌侧中部 S 型切口长约 8 cm, 行腕横韧带切开, 松解正中神经。有限小切口手术: 手掌鱼际纹尺侧 0.5 cm 纵切口长约 2 cm, 行腕横韧带切开, 松解正中神经。

(3) CTS 严重程度评估标准: 分为轻中度和重度两个等级^[11], 轻度: DML < 4.5 ms, 1 ~ 3 指中至少 1 指以上正中神经拇指-腕点 SNAP 异常; 中度: DML ≥ 4.5 ms, 1 ~ 4 指感觉电位尚存, 但 SCV < 40.0 m/s; 重度: DML 明显延长, 1 ~ 4 指中至少有 1 指感觉电位波出现消失。

(4) 神经电生理参数检测方法: 使用四导肌电诱发电位仪对患者神经电生理参数进行检查。运动传导检查: 受检者平卧位, 上肢小幅度外展, 掌面朝上, 在拇短展肌放置记录电极, 腕、肘处放置刺激电极, 测定正中神经 DML、CMAP (腕-肘段) 和 MCV, 地线置于记录电极与刺激电极之间; 感觉传导检查: 体位不变, 采用顺向法, 使用中指中间、远端指骨关节的环状电极刺激, 在腕部正中神经体表投影位置记录波形, 地线位置保持不变, 测定正中神经拇指-腕点的 SNAP 和 SCV; 肌电图检查: 在正中神经支配的拇短展肌部位插入同心圆针电极, 观察静息状态下肌肉的自发电位 (如纤颤波、正尖波), 并记录用力收缩时运动单位的时限、波幅和募集相位^[11]。

3. 统计学处理: 采用 SPSS 27.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用独立样本 t 检验或 F 检验; 计量资料以例数和百分比表示, 组间比较采用 χ^2 检验。采用广义估计方程 (GEE) 模型分析匹配后所有患者治疗前后 VAS 评分及 Levine 评分的差异。采用主效应分析和单独效应分析探讨不同严重程度 CTS 患者间神经电生理参数的差异, 应用 Bonferroni 法进行校正。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

1. 倾向性评分匹配前后两组患者基线资料比较: 倾向性评分匹配前, 观察组患者年龄及 BMI 均低于对照组 ($P < 0.05$), 两组患者其余资料比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。匹配后, 两组患者基线资料比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 1、2。

2. 匹配后两组患者治疗前后 VAS 评分、Levine 评分比较: 两组患者治疗前 VAS 评分及 Levine 评分比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。治疗后两组患者 VAS 评分及 Levine 评分均低于同组治疗前, 观察组 VAS 与 Levine 评分均低于同期对照组 ($P < 0.001$)。见表 3。

3. 基于广义估计方程 (GEE) 模型分析治疗前后 VAS、Levine 评分差异: 调整协变量年龄、性别、BMI、吸

表 1 倾向性评分匹配前两组患者基线资料比较[例,(%)]

组别	例数	性别 (男/女)	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	CTS 分型		BMI ($\text{kg}/\text{m}^2, \bar{x} \pm s$)	吸烟史	饮酒史	既往病史		
				轻中度	重度				糖尿病	高血压病	
匹配前	对照组	66	6/60	53.47 \pm 4.25	51 (77.27)	15 (22.73)	22.89 \pm 3.16	8 (12.12)	11 (16.67)	5 (7.58)	6 (9.09)
	观察组	112	12/100	50.13 \pm 5.07	80 (71.43)	32 (28.57)	21.64 \pm 2.78	13 (11.61)	16 (14.29)	12 (10.71)	17 (15.18)
χ^2/t 值			0.120	4.500	0.730	2.753	0.011	0.183	0.474	1.368	
P 值			0.729	<0.001	0.393	0.007	0.918	0.669	0.491	0.242	

表 2 倾向性评分匹配后两组患者基线资料比较[例,(%)]

组别	例数	性别 (男/女)	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	CTS 分型		BMI ($\text{kg}/\text{m}^2, \bar{x} \pm s$)	吸烟史	饮酒史	既往病史		
				轻中度	重度				糖尿病	高血压病	
匹配后	对照组	36	4/32	52.24 \pm 5.11	27(75.00)	9(25.00)	22.14 \pm 2.79	5(13.89)	5(13.89)	2(5.56)	3(8.33)
	观察组	36	11/97	51.96 \pm 5.01	24(66.67)	12(33.33)	22.12 \pm 2.85	10(27.78)	15(41.67)	10(27.78)	14(38.89)
χ^2/t 值			0.025	0.289	0.605	0.037	0.620	0.000	0.485	0.556	
P 值			0.875	0.773	0.437	0.971	0.431	1.000	0.486	0.456	

表 4 基于 GEE 模型分析治疗前后 VAS、Levine 评分差异

参数	VAS 评分				Levins 评分			
	OR 值	S. E.	95% CI	P 值	OR 值	S. E.	95% CI	P 值
截距	1.121	2.573	0.113~3.171	0.706	1.260	2.509	0.167~4.787	0.597
组别								
对照组	Ref	Ref	Ref	Ref	Ref	Ref	Ref	Ref
观察组	0.357	1.157	0.131~0.417	0.014	0.051	0.867	0.015~0.232	0.006
时间 1								
治疗前	Ref	Ref	Ref	Ref	Ref	Ref	Ref	Ref
治疗后	0.009	0.592	0.002~0.042	<0.001	0.007	2.702	0.002~0.041	<0.001
时间 2								
对照组	Ref	Ref	Ref	Ref	Ref	Ref	Ref	Ref
观察组	9.699	0.673	6.153~51.522	0.025	136.592	1.256	14.469~752.198	0.029
年龄	1.143	0.102	0.276~1.772	0.072	1.138	0.114	0.356~1.255	0.654
女性	0.358	0.974	0.052~2.578	0.141	3.300	0.937	0.598~7.478	0.334
BMI	1.138	0.102	0.173~2.798	0.092	1.164	0.116	0.280~3.019	0.609
吸烟史	1.052	1.024	0.788~1.486	0.697	1.129	0.314	0.319~1.740	0.715
饮酒史	1.158	1.012	0.325~1.270	0.506	1.292	0.582	0.457~3.093	0.308
糖尿病史	1.252	1.042	0.377~1.390	0.342	1.415	1.118	0.822~1.774	0.247
高血压病史	14.140	1.213	0.660~20.491	0.059	3.522	0.843	0.871~7.419	0.198
CTS 分型(重度)	13.929	1.121	4.845~21.370	0.016	6.733	1.306	0.467~8.298	0.165

表 3 匹配后两组患者治疗前后 VAS、Levine 评分比较($\bar{x}\pm s$)

组别		例数	VAS 评分(分)	Levine 评分(分)
对照组	治疗前	36	5.14 \pm 0.35	30.24 \pm 5.71
	治疗后	36	1.11 \pm 0.21 ^a	21.27 \pm 4.25 ^a
观察组	治疗前	36	5.12 \pm 0.37	31.16 \pm 5.63
	治疗后	36	0.54 \pm 0.06 ^{ab}	18.12 \pm 4.19 ^{ab}

注:与同组治疗前比较,^a $P<0.05$;与同期对照组比较,^b $P<0.05$

烟史、饮酒史、糖尿病史、高血压病史、CTS 分型后,比较两组患者治疗后 VAS、Levins 评分的下降幅度,GEE 模型分析结果显示,观察组患者治疗下降幅度大于对照组($P<0.05$)。见表 4。

4. 对照组和观察组患者神经生理参数的主效应检验:两组患者神经生理参数的主效应检验结果显示,时间效应具有统计学意义($P<0.05$),提示 CTS 患者的 DML、SCV、SNAP、CMAP 水平在治疗前后的分布存在差异;组间效应具有统计学意义($P<0.05$),提示接受不同治疗方式的 CTS 患者 DML、SCV、SNAP、CMAP 水

平存在差异;交互效应具有统计学意义($P<0.05$),提示不同治疗方式对 CTS 患者在不同治疗时间节点的 DML、SCV、SNAP、CMAP 水平存在差异。见表 5。

表 5 对照组和观察组患者神经生理参数的主效应检验结果

指标	时间效应		组间效应		交互效应	
	F 值	P 值	F 值	P 值	F 值	P 值
DML	524.16	<0.001	139.48	<0.001	105.22	<0.001
SCV	339.75	<0.001	236.47	<0.001	103.22	<0.001
SNAP	369.27	<0.001	324.09	<0.001	87.56	<0.001
CMAP	412.38	<0.001	154.36	<0.001	74.12	<0.001

5. 对照组和观察组患者神经生理参数的单独效应检验:采用 Bonferroni 法进行校正,两组患者神经生理参数的单独效应检验结果显示,两组患者治疗前、治疗后 3 个月和治疗后 6 个月 DML 水平均依次升高,SCV、SNAP 水平均依次降低;观察组患者治疗前、治疗后 3 个月和治疗后 6 个月 DML 水平均低于同期对照组,SCV、SNAP 水平均高于同期对照组($P<0.05$)。见表 6。

表 6 对照组和观察组患者神经生理参数的单独效应检验结果

	组别	例数	DML(ms)	SCV(m/s)	SNAP(μV)	CMAP(μV)
对照组	治疗前	36	8.98 ± 2.37	30.22 ± 3.92	2.20 ± 0.49	8.38 ± 2.95
	治疗后 3 个月	36	6.42 ± 2.13 ^a	40.74 ± 8.06 ^a	5.11 ± 1.36 ^a	11.19 ± 1.97 ^a
	治疗后 6 个月	36	4.10 ± 1.67 ^{ab}	49.64 ± 4.37 ^{ab}	6.84 ± 1.17 ^{ab}	12.75 ± 4.08 ^{ab}
观察组	治疗前	36	4.11 ± 1.15 ^c	38.32 ± 8.68 ^c	6.18 ± 2.05 ^c	9.65 ± 2.58
	治疗后 3 个月	36	3.84 ± 0.79 ^{ac}	50.78 ± 7.94 ^{ac}	8.24 ± 2.63 ^{ac}	10.74 ± 2.61 ^a
	治疗后 6 个月	36	2.42 ± 0.82 ^{abc}	56.61 ± 9.57 ^{abc}	9.07 ± 3.33 ^{abc}	13.27 ± 3.67 ^{ab}

注:与同组治疗前比较,^a*P* < 0.05;与同组治疗后 3 个月比较,^b*P* < 0.05;与同期对照组比较,^c*P* < 0.05

讨 论

有研究发现小切口手术治疗 CTS,相较于传统开放手术,患者术后舒适度更高,康复速度更快^[12]。本研究为验证该结果,比较有限小切口治疗组和开放手术治疗组患者的临床资料,结果显示小切口治疗能够显著降低患者的 VAS 评分、Levine 评分。但仅凭术后 1 天的评分并不能全面反映治疗在 CTS 中的长期有效性。本研究进一步分析两组患者治疗 3 个月后和 6 个月后的神经电生理参数,证实小切口治疗在改善神经传导功能方面具有积极作用,为有限小切口在 CTS 中的应用提供理论支持。

神经电生理参数在 CTS 病情诊断中具有重要作用^[13-14]。不仅能够早期诊断 CTS,通过检测正中神经传导异常来发现潜在的神经损伤,还能精确确定病变部位及评估损伤程度,为医生提供关键的病情信息。其中 DML 是指从神经受到刺激到其远端肌肉产生反应的时间间隔。在 CTS 等神经卡压疾病中,DML 的延长是评估正中神经受损程度的重要指标^[15]。DML 的延长程度与神经损伤严重程度呈正相关,因此可以用于评估 CTS 患者的病情。SCV 是指感觉神经冲动在神经纤维上传导的速度。反映了神经纤维的完整性和功能状态。在 CTS 中,由于正中神经受到压迫,其感觉神经纤维的传导速度会减慢,导致 SCV 降低^[16-17]。SCV 的降低程度与神经损伤的严重程度密切相关,因此也是评估 CTS 患者病情的重要指标之一。SNAP 是指感觉神经纤维在受到电刺激后产生的动作电位。是评估感觉神经功能状态的重要参数之一。在 CTS 中,由于正中神经受到压迫,其感觉神经纤维的功能会受到损害,导致 SNAP 的波幅降低、潜伏期延长等变化^[16-17]。SNAP 的波形特征(如波幅、潜伏期等)可反映感觉神经纤维的兴奋性和传导性能。本研究基于重复测量方差模型分析有限小切口治疗对不同严重程度患者 CTS 病情的治疗效果,结果显示与观察组患者相比,治疗前、治疗后 3 个月和治疗后 6 个月对照组患者的 DML 水平更高、SCV、SNAP 水平更低,提示有限小切口治疗对于改善不同严重程度 CTS 患者的神经生

理参数效果更显著。

综上所述,相较于传统开放手术,有限小切口改善不同程度患者疼痛 VAS 评分、Levine 评分、神经电生理参数的效果更明显。表明有限小切口在治疗不同程度 CTS 时具有更好的效果。但本研究的样本量相对较小,对结果的稳定性和可靠性具有一定影响。未来的研究需要扩大样本量以提高研究的效力。

参 考 文 献

[1] Park D, Kim BH, Lee SE, et al. Machine learning-based approach for disease severity classification of carpal tunnel syndrome[J]. Scientific Reports, 2021, 11(1):17464.

[2] 周泽惠,战杰. 腕管综合征病因学的研究进展[J]. 实用手外科杂志, 2023, 37(1):117-119.

[3] Padua L, Cuccagna C, Giovannini S, et al. Carpal tunnel syndrome: updated evidence and new questions[J]. Lancet Neurol, 2023, 22(3):255-267.

[4] Ma T, Wang D, Hu Y, et al. Mini-transverse incision using a novel bush-hook versus conventional open incision for treatment of carpal tunnel syndrome: a prospective study[J]. J Orthop Surg Res, 2021, 16(1):462.

[5] Wongsiri S, Sarasombath P, Liawrungrueang W. Minimally invasive carpal tunnel release: A clinical case study and surgical technique[J]. Ann Med Surg(Lond), 2022, 84(1):104950.

[6] Pourmokhtari M, Mazrooyi M, Vosoughi AR. Conservative or surgical treatment of carpal tunnel syndrome based on the severity and patient risk factors[J]. Musculoskeletal surgery, 2021, 105(1):315-319.

[7] Sasaki T, Koyama T, Kuroiwa T, et al. Evaluation of the existing electrophysiological severity classifications in carpal tunnel syndrome[J]. J Clin Med, 2022, 11(6):1685.

[8] 朝晖. 2016 AAOS 临床实践循证指南:腕管综合征管理[J]. 中国骨科临床与基础研究杂志, 2017, 9(4):247-250.

[9] 戴敏,李开平,何宁宁. 超声可视化针刀技术治疗腕管综合征的安全性及临床疗效观察[J]. 中华中医药学刊, 2020, 38(6):193-196.

[10] 王寅龙,孙阳园. 黄芪桂枝五物汤内服熏洗对 2 型糖尿病周围神经病变伴腕管综合征患者神经电生理指标、氧化-抗氧化失衡及手功能的影响[J]. 现代中西医结合杂志, 2020, 29(16):1797-1824.

[11] 马淑琴,钟小玲,张凤坤. 不同程度腕管综合征患者应用高频超声与神经肌电图检查的诊断价值对比[J]. 现代医学与健康研究, 2023, 7(19):96-99.

[12] Hu F, Lu L, Zeng J, et al. Comparison of the therapeutic effect of the mini-open incision and conventional open neurolysis of the median nerve for carpal tunnel syndrome[J]. Int J Clin Pract, 2022, 2022:4082618.

[13] Osiak K, Mazurek A, Pękala P, et al. Electrodiagnostic studies in the surgical treatment of carpal tunnel syndrome—A systematic review[J]. J Clin Med, 2021, 10(12):2691.

[14] Chen X, Zhang B, Yuan Y. Study of ultrasound and nerve electromyogram in diagnosis of carpal tunnel syndrome and its severity in the elderly[J]. Biotechnol Genet Eng Rev, 2024, 40(4):4495-4511.

[15] 赵水宁,张稟评,夏瑞琴,等. 超声和肌电图在中度腕管综合征应用富血小板血浆后的疗效对比观察[J]. 中国超声医学杂志, 2021, 37(8):900-904.

[16] 林华雪. 肌电图测定双下肢感觉传导速度与感觉神经动作电位值对糖尿病早期周围神经病的诊断价值[J]. 医疗装备, 2023, 36(6):104-106.

[17] Tigerholm J, Hoberg TN, Brønnum D, et al. Small and large cutaneous fibers display different excitability properties to slowly increasing ramp pulses[J]. J Neurophysiol, 2020, 124(3):883-894.