

神经传导速度测定技术对腕管综合征预后评价的研究

刘吉凯^{1,2}, 鲜航², 梁卓文², 张云霞¹, 刘一博¹, 韩瑾熙¹, 王凯娟^{1*}

¹郑州大学公共卫生学院, 河南 郑州

²空军军医大学附属西京医院骨科, 陕西 西安

收稿日期: 2024年11月27日; 录用日期: 2024年12月21日; 发布日期: 2024年12月27日

摘要

目的: 探讨神经传导速度测定技术对中、重度腕管综合征患者预后的评价作用。方法: 收集2020年12月至2024年3月在我院经手术治疗的腕管综合征患者77例(单侧53例, 双侧24例, 共101例手术), 根据临床分型标准分为中度和重度。于术前、术后3个月及术后1年分别测定并记录患者患侧正中神经传导速度检查(nerve conduction study, NCS)各参数值和波士顿腕管量表(Boston carpal tunnel questionnaire, BCTQ)评分。结果: 根据腕管综合征临床分型标准中度腕管综合征组患者55例, 重度腕管综合征组患者46例; 通过对正中神经传导速度检查各参数值及波士顿腕管量表评分分析得出的数据表明, 中度和重度患者在手术治疗后均得到显著改善($P < 0.05$), 在术后随访各时间点2组正中神经传导各参数值及波士顿腕管量表评分均好转, 但仅中度组感觉神经电位波幅、感觉传导速度在术后3个月与术后1年比较时差异有统计学意义($P < 0.05$); 中度组正中神经传导各参数值及波士顿腕管量表评分基线比较时均好于重度组($P < 0.05$); 但在术后随访各时间点, 虽然中度组正中神经传导各参数值及波士顿腕管量表评分仍然好于重度组, 但在术后3个月随访时感觉传导末端感觉潜伏期、感觉传导速度及波士顿腕管量表评分2组比较时差异无统计学意义($P > 0.05$), 术后1年随访时感觉传导末端感觉潜伏期(distal sensory latency, DSL)及波士顿腕管量表评分2组比较时差异无统计学意义($P > 0.05$)。结论: 腕管松解术可显著改善腕管综合征神经功能, 中度好于重度, 术后早期恢复至关重要。感觉传导末端潜伏期(DSL)可以作为评估CTS患者术后恢复的客观指标。

关键词

腕管综合征, 腕管松解术, 波士顿腕管量表, 神经传导检查

Study on the Prognostic Evaluation of Carpal Tunnel Syndrome Using Nerve Conduction Velocity Measurement Technology

Jikai Liu^{1,2}, Hang Xian², Zhuowen Liang², Yunxia Zhang¹, Yibo Liu¹, Jinxi Han¹, Kaijuan Wang^{1*}

*通讯作者。

文章引用: 刘吉凯, 鲜航, 梁卓文, 张云霞, 刘一博, 韩瑾熙, 王凯娟. 神经传导速度测定技术对腕管综合征预后评价的研究[J]. 临床医学进展, 2024, 14(12): 1294-1302. DOI: 10.12677/acm.2024.14123218

¹College of Public Health, Zhengzhou University, Zhengzhou Henan²Department of Orthopedics, Xijing Hospital, Air Force Medical University, Xi'an ShaanxiReceived: Nov. 27th, 2024; accepted: Dec. 21st, 2024; published: Dec. 27th, 2024

Abstract

Objective: To investigate the prognostic value of nerve conduction velocity measurement in patients with moderate to severe carpal tunnel syndrome. **Methods:** From December 2020 to March 2024, 77 patients with carpal tunnel syndrome (53 unilateral cases, 24 bilateral cases, a total of 101 operations) who underwent surgical treatment in our hospital were collected and divided into moderate and severe according to the clinical classification criteria. The parameters of nerve conduction study (NCS) and the score of Boston carpal tunnel questionnaire (BCTQ) were measured and recorded before operation, 3 months and 1 year after operation. **Results:** According to the clinical classification criteria of carpal tunnel syndrome, there were 55 patients in the moderate carpal tunnel syndrome group and 46 patients in the severe carpal tunnel syndrome group; the data obtained from the analysis of the parameters of median nerve conduction velocity examination and BCTQ score showed that the moderate and severe patients were significantly improved after surgical treatment ($P < 0.05$). At each time point of postoperative follow-up, the parameters of median nerve conduction and the score of BCTQ in the two groups were improved, but only the amplitude of sensory nerve potential and sensory conduction velocity in the moderate group were significantly different from those in the first year after surgery ($P < 0.05$); the median nerve conduction parameters and BCTQ scores in the moderate group were better than those in the severe group at baseline ($P < 0.05$); however, at each time point of postoperative follow-up, although the parameters of median nerve conduction and BCTQ score in the moderate group were still better than those in the severe group, there was no significant difference in sensory latency, sensory conduction velocity and BCTQ score between the two groups at 3-month follow-up ($P > 0.05$), and there was no significant difference in sensory latency (DSL) and BCTQ score between the two groups at 1-year follow-up ($P > 0.05$). **Conclusion:** Carpal tunnel release can significantly improve the nerve function of carpal tunnel syndrome, which is better in moderate than in severe. Early postoperative recovery is essential. Sensory conduction terminal latency (DSL) can be used as an objective index to evaluate the postoperative recovery of patients with CTS.

Keywords

Carpal Tunnel Syndrome, Carpal Tunnel Release, Boston Carpal Tunnel Questionnaire, Nerve Conduction Study

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Open Access

1. 引言

腕管综合征(carpal tunnel syndrome, CTS)是临床上最常见的外周神经卡压综合征之一, 患者早期可出现桡侧手指麻木、疼痛等感觉神经功能障碍, 但随着病情进展, 可致使运动神经纤维受累, 表现为拇短展肌肌力减退、对掌无力及大鱼际肌萎缩等临床症状, 严重影响患者工作和生活[1]。目前, 对于 CTS 患者, 在保守治疗无效的基础上, 通常建议腕管松解手术(carpal tunnel release, CTR)治疗, 其可解除正中神

经压迫，减轻麻木等临床症状，并促进患者手功能的恢复[2]。虽然 CTR 的效果令人满意，但仍有患者术后效果较差且容易复发[3] [4]，因此 CTS 患者术后定期复查很有必要。

目前，CTS 术后患者主要依靠患者主诉、神经超声诊断、既往腕管功能量表等主观资料进行病情随访，缺乏客观指标依据，而作为诊断 CTS 金标准的神经电生理检查，其中的神经传导速度检查操作简单、客观参数较多，且有研究[5] [6]表明其与 CTS 的发生、发展及预后明显相关，可有效反映正中神经功能。但其相关特点鲜有人研究，基于此，本文旨在研究正中神经传导各参数指标与 CTS 患者术后临床症状相关性特点，探寻 CTS 患者术后客观指标，为 CTS 患者的术后恢复情况提供客观真实的依据。

2. 资料与方法

2.1. 临床资料

本研究收集 2020 年 12 月至 2024 年 3 月于空军军医大学附属西京医院手外科手术治疗的腕管综合征患者 77 例(单侧 53 例，双侧 24，共 101 例手术)，根据 CTS 临床分型标准[7] (见表 1)，将患者分为中度组和重度组。本研究经空军军医大学附属西京医院伦理委员会审核通过，入选者经充分告知后同意入组并且签署知情同意书。

Table 1. Classification and therapeutic regimens for carpal tunnel syndrome

表 1. 腕管综合征的临床分型与治疗方案

分级	麻木	感觉	肌萎缩	对掌受限	两点辨别觉	大鱼际潜伏期	治疗
轻	+	—	—	—	<4 mm	<4.5 ms	保守
中	++	痛觉减退	+	—	>4 mm	>4.5 ms	手术
重	+++	痛觉消失	++	+	>10 mm	>10 ms	手术

纳入排除标准：本研究评估接受手术治疗的 87 名患者(132 个手腕)的资格。中度和重度组 CTS 患者术前和术后(3 个月、1 年)接受完整的神经传导检查和波士顿腕管问卷(Boston Questionnaire, BQ)的 CTS 患者被纳入本研究；创伤、骨折导致神经损伤、合并其他周围神经疾病、感染性疾病、糖尿病、颈椎病、免疫系统疾病及术前正中神经传导检查波形未引出的 CTS 病例被排除在本研究之外，排除之后，77 例(101 个手腕)特发性 CTS 患者纳入本研究。

2.2. 治疗方法

患者仰卧，所有手术均在局麻下进行，于患者患侧腕横纹正中做一约 2 cm 的切口，将其远近端切开，充分松解所压迫的正中神经，随后常规引流，关闭切口后，加压包扎，进行常规的抗炎、镇痛、营养神经等治疗。在双侧 CTS 病例中，两侧手术至少间隔 3 个月，因此，每次手术只治疗 1 只手，并分别对这些病例的两侧肢体安排随访研究。

2.3. 观察指标

2.3.1. 神经传导速度检查

应用美国 Nicolet 公司的 Vi-king Quest 肌电图/诱发电位仪测定两组受试者神经传导功能。受试者取平卧位，掌心向上，自然放松手指；保持室温 28℃~30℃、肢体温度 32℃ 以上。参照相关研究[8]方法，检测正中神经运动/感觉传导情况。正中神经运动传导参数测定中，将双极电极置于患者的腕部及肘部正中神经处进行刺激，在拇短展肌处进行记录。正中神经感觉传导参数测定中，将双极电极放置在患者的

腕部，指环电极放置在患者食指近掌指关节处进行刺激。检测并记录指标包括：运动传导末端运动潜伏期(DML)、复合肌肉动作电位波幅(CMAP)、运动传导速度(MCV)；感觉传导末端感觉潜伏期(DSL)、感觉神经动作电位波幅(SNAP)、感觉传导速度(SCV)。

2.3.2. 波士顿腕管量表

波士顿腕管量表可评估腕管综合征患者症状的严重程度和功能状态[9]。每个问题分为 1 到 5 分，其中 1 分表示没有症状，5 分表示症状严重。症状程度量表共 11 项，主要是麻木与疼痛的特点程度、频率、持续时间、无力及功能障碍。功能状态量表共 8 项，全部为日常活动(写字、扣纽扣、握书、开瓶、家务等)。波士顿腕管量表已被翻译成汉语，并在初步研究中得到验证[10]。

2.4. 统计方法

应用 SPSS 22.0 统计软件进行统计分析；正态性检验采用 Shapiro-Wilk 检验，数据以连续变量的中位数(四分位数范围)和分类变量的频率(百分比)给出；非正态分布变量采用 Mann-Whitney U 检验(组间比较)和 Friedman 检验(重复测量)进行分析，采用 Bonferroni 校正法调整统计显著性阈值；分类变量分布采用卡方检验评估； $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 一般结果

中度组 CTS 患者 44 例(单侧 33，双侧 11，共 55 例手术)，重度组 CTS 患者 33 例(单侧 20，双侧 13，共 46 例手术)。病例的年龄中位数为 55 岁(四分位数范围为 49~61 岁)。两组在性别、年龄和 CTS 偏侧性方面相似。见表 2。

Table 2. Summary of characteristics of the CTS patients between two groups*

表 2. 两组 CTS 患者一般情况比较*

特征	CTS 组别		
	中度组(n = 55)	重度组(n = 46)	总计(n = 101)
性别			
女性	43 (78.2%)	37 (80.4%)	80 (79.2%)
男性	12 (21.8%)	9 (19.6%)	21 (20.8%)
年龄(岁)	55 (51~63)	53 (47~61)	55 (49.5~61.5)
患侧			
右侧	33 (60%)	26 (56.5%)	59 (58.4%)
左侧	22 (40%)	20 (43.5%)	42 (41.6%)

*数据以连续变量的中位数(四分位数范围)和分类变量的频率(百分比)表示。

3.2. 电生理结果

中度组和重度组 NCS 参数在手术治疗后均得到显著改善($P < 0.05$)，在术后随访各时间点两组 NCS 参数均好转，但仅中度组 SNAP、SCV 在术后 3 个月与术后 1 年比较时差异有统计学意义($P < 0.05$)；中度组 NCS 参数基线比较时均好于重度组($P < 0.05$)；在术后随访各时间点，虽然中度组 NCS 参数仍然好于重度组，但在术后 3 个月随访时 DSL、SCV 两组比较时差异无统计学意义($P > 0.05$)，术后 1 年随访时 DSL 两组比较时差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 3。

Table 3. Summary of clinical results of the CTS patients between two groups*
表 3. 两组 CTS 患者临床结果*

CTS 组别			
参数/评分	中度组(n = 55)	重度组(n = 46)	P 值 [†]
DML (ms)			
术前	4.8 (4.1~5.4)	5.5 (4.1~7.1)	<0.05
术后 3 个月	4.0 (3.4~4.5) [‡]	4.2 (3.8~5.1) [‡]	<0.05
术后 1 年	3.6 (3.3~4.1) [‡]	4.1 (3.5~5.0) [‡]	<0.05
CMAP (mV)			
术前	6.3 (5.5~7.5)	3.8 (2.8~4.3)	<0.05
术后 3 个月	7.0 (6.0~8.1)	4.4 (3.4~5.0) [‡]	<0.05
术后 1 年	7.8 (6.0~9.0) [‡]	4.5 (3.9~5.4) [‡]	<0.05
MCV (m/s)			
术前	51.0 (47.0~54.9)	47.0 (43.0~51.0)	<0.05
术后 3 个月	53.0 (49.0~55.0) [‡]	49.5 (45.0~54.3) [‡]	<0.05
术后 1 年	53.0 (49.9~57.0) [‡]	51.0 (45.7~54.4) [‡]	<0.05
DSL (ms)			
术前	3.7 (3.2~4.2)	4.4 (3.4~5.9)	<0.05
术后 3 个月	3.1 (2.5~3.6) [‡]	3.3 (2.8~3.7) [‡]	0.235
术后 1 年	2.9 (2.5~3.4) [‡]	3.0 (2.5~3.4) [‡]	0.321
SNAP (μV)			
术前	17.0 (9.0~21.0)	12.7 (8.0~17.3)	<0.05
术后 3 个月	24.0 (19.0~29.0) [‡]	19.2 (15.0~24.3) [‡]	<0.05
术后 1 年	25.0 (20.0~31.5) [‡]	22.0 (17.8~26.0) [‡]	<0.05
SCV (m/s)			
术前	37.0 (30.8~40.0)	32.0 (25.0~39.0)	<0.05
术后 3 个月	45.0 (40.0~49.0)	44.0 (38.0~49.0) [‡]	0.442
术后 1 年	49.0 (48.0~54.0)	47.0 (40.9~50.0) [‡]	<0.05
BQ 评分			
术前	52.0 (49.0~56.0)	60.0 (57.0~67.0)	<0.05
术后 3 个月	32.0 (26.0~39.0) [‡]	33.0 (28.0~37.3) [‡]	0.471
术后 1 年	29.0 (27.0~33.0) [‡]	31.0 (28.7~34.2) [‡]	0.107

DML: 运动传导末端运动潜伏期; CMAP: 复合肌肉动作电位波幅; MCV: 运动传导速度; DSL: 感觉传导末端感觉潜伏期; SNAP: 感觉神经动作电位波幅; SCV: 感觉传导速度; BQ: 波士顿腕管量表。*数据以连续变量的中位数(四分位数范围)表示。[†]组间比较。[‡]带有此脚注符号的组内重复测量值(术后 3 个月和术后 1 年)之间无显著差异。显著性阈值是根据 Bonferroni 校正和两两检验的数量计算的(在所有情况下, 3 个检验); 因此, 这些两两检验的显著性阈值为 $0.05 \div 3 = 0.01667$ 。[‖]带有此脚注符号的组内重复测量值(术前和术后 3 个月)之间无显著差异。显著性阈值是根据 Bonferroni 校正和两两检验的数量计算的(在所有情况下, 3 个检验); 因此, 这些两两检验的显著性阈值为 $0.05 \div 3 = 0.01667$ 。

3.3. 波士顿腕管量表

两组术后随访 BQ 评分均有显著改善, 但术后测量值组间比较无统计学意义($P > 0.05$)。此外, 尽管中度 CTS 组的 BQ 评分在基线时显著高于重度 CTS 组($P < 0.05$), 但中度 CTS 组与重度 CTS 组之间在术后 3 个月、1 年随访时评分没有统计学意义($P > 0.05$)。见表 3。同时可见 2 组 DSL 值及 BQ 评分在术后 3 个月内恢复程度明显优于术后 3 个月与术后 1 年之间。见图 1 和图 2。

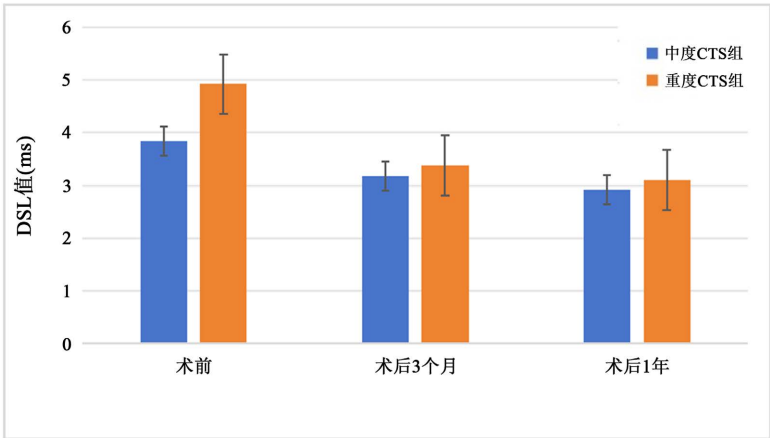


Figure 1. DLS values in two groups with regard to follow-up time (error bars represent the standard deviation of means)
图 1. 不同随访时间点两组 CTR 患者 DSL 值(误差条表示均值的标准差)

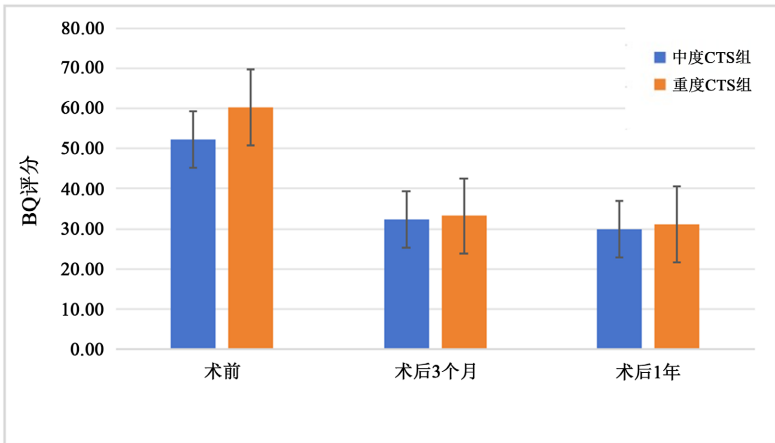


Figure 2. Boston questionnaire scores in two groups with regard to follow-up time (error bars represent the standard deviation of means)
图 2. 不同随访时间点两组 CTR 患者 BQ 评分值(误差条表示均值的标准差)

4. 讨论

多种原因[11]可导致管内压力升高并造成正中神经直接压迫或间接缺血而损伤, 从而出现相对对应症状。对于损伤严重的腕管综合征患者, 腕管切开正中神经松解术是首选的治疗方法, 并且其有效性已经在研究[1]中得到证实。与此同时, 研究[5][6][12]表明 NCS 与 CTS 的发生、发展及预后明显相关, 但中、重度 CTS 患者术后功能改善程度与术后神经传导结果之间相关特点的研究较少, 分析原因可能是很多临床大夫认为术后神经传导没有必要并且缺乏意义[13][14]。然而, 本研究显示 CTR 后, 尽管根据标准[15] NCS 部分测量值并未恢复正常, 但两组 NCS 值及 BQ 评分在统计学上均有显著的改善。这表明 NCS 在

CTR 的评估中提供了额外的、独立的客观证据。

关于 NCS 与 CTR 后的临床症状之间的相关性,既往研究中仍存在争议。研究[16]表明 NCS 结果与 CTR 后观察到的临床改善在很大程度上无关,术后 SNAP 和 CMAP 值不能作为中重度 CTS 患者治疗成功的衡量标准。而研究[17]表明复合肌肉动作电位和感觉神经电位的波幅可以预测手术后神经传导研究评分和临床表现的改善。与此同时,文献[18]表明 NCS 具有较高的敏感性,且在术后随访中作用明显。这与我们的结果相类似,我们的研究发现,在术后随访各时间点两组正中神经 NCS 参数均好转,但仅中度组 SNAP、SCV 在术后 3 个月与术后 1 年比较时差异有统计学意义($P < 0.05$);表明 CTR 后正中神经感觉传导参数较运动传导参数得到更好恢复,分析原因可能是感觉传导主要反映患者正中神经的感觉功能,正中神经对压力较为敏感,通过手术可明显减轻正中神经卡压情况,减轻患者麻木等临床体征,进而使感觉参数明显好转[19]。与此同时,Werner 等[20]研究比较了正中神经感觉传导和正中神经运动传导,也发现前者的异常比后者更有效和一致地记录 CTS。

而在术后随访各时间点,我们发现,虽然中度组正中神经 NCS 参数仍然好于重度组,但在术后 3 个月随访时 DSL、SCV 两组比较时差异无统计学意义($P > 0.05$),术后 1 年随访时 DSL 两组比较时差异无统计学意义($P > 0.05$)。这表明虽然重度组患者正中神经长期缺氧、缺血,神经脱髓鞘等病理性改变较中度组患者明显更为严重,但经过及时有效的手术治疗,重度组患者的感觉功能和中度组患者一样也得到较大的改善,这是由于感觉纤维中有较大比例的大髓鞘纤维具有较高的能量需求,因此更容易受到缺血性损伤,通过 CTR 后其功能会得到较大改善和恢复。Aksekili 等[21]报道表明,无论术前电诊断分期如何,CTR 在中度和重度 CTS 组的临床功能改善是相似的,尽管在重度 CTS 病例中 NCS 个别参数改善有限。

BQ 被广泛用于测试 CTS 的临床症状及功能变化,具有较高的有效性和敏感性,它通过与麻木和刺痛感、疼痛和功能状态相关的问题来确定 CTS 患者的功能和症状,提供了 CTS 患者症状严重程度和功能状态的标准化测量[22]。本研究发现,虽然中度和重度 CTS 组的基线 BQ 评分有统计学意义,两组术后随访 BQ 评分均有显著改善,但 CTR 术后无论组间及组内各随访时间点 BQ 评分均没有统计学意义,我们研究结果发现正中神经 DSL 值的变化特点与之较为相符,表明 DSL 与 CTS 患者术后临床症状之间高度相关。Kasiyus 等[23]研究也表明在 CTR 的电生理检查中,感觉神经传导检查中 DSL 值具有较高的敏感性,这与我们研究结果相似。与此同时,我们发现两组组内比较时,虽然术后 3 个月和术后 1 年 2 组 DSL 值及 BQ 评分均无统计学意义,但我们发现无论是 DSL 值及 BQ 评分术后 3 个月内的恢复趋势均明显优于术后 3 月至术后 1 年内。研究[24]亦表明 CTR 早期的疼痛缓解、功能恢复等效果显著,而这种效果会随着时间的推移而减弱。以上研究结果表明 CTS 患者术后早期恢复至关重要,需引起临床医生及患者足够重视。

由于本研究为回顾性研究,无法对可能影响结果的各种变量进行检验,如术后患者不同的功能恢复治疗可能影响 CTS 术后预后等[25]。还必须指出的是,所有的正中神经传导检测都是标准化的,但在 CTS 的情况下 NCS 值存在差异是难以避免的[26]。最后,对纳入研究对象观察指标的合理性、临床资料的完整性等方面存在偏倚,且样本量较少,可能影响研究结果的准确性,设计多变量、大样本量的研究将是下一步需要完善的工作重点。

基于此,我们认为 CTR 可显著改善 CTS 神经功能恢复,且中度好于重度,但无论其术前严重程度,术后早期恢复至关重要。DSL 对腕管综合征预后评价具有较高的临床应用价值,其参数可以作为评估 CTS 患者术后恢复的客观指标。

基金项目

国家自然科学基金项目(82302681)。

参考文献

- [1] Padua, L., Coraci, D., Erra, C., Pazzaglia, C., Paolasso, I., Loreti, C., *et al.* (2016) Carpal Tunnel Syndrome: Clinical Features, Diagnosis, and Management. *The Lancet Neurology*, **15**, 1273-1284. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(16\)30231-9](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(16)30231-9)
- [2] Currie, K.B., Tadisina, K.K. and Mackinnon, S.E. (2022) Common Hand Conditions: A Review. *JAMA*, **327**, 2434-2445. <https://doi.org/10.1001/jama.2022.8481>
- [3] Westenberg, R.F., Oflazoglu, K., de Planque, C.A., Jupiter, J.B., Eberlin, K.R. and Chen, N.C. (2020) Revision Carpal Tunnel Release: Risk Factors and Rate of Secondary Surgery. *Plastic & Reconstructive Surgery*, **145**, 1204-1214. <https://doi.org/10.1097/prs.00000000000006742>
- [4] Wessel, L.E., Gu, A., Asadourian, P.A., Stepan, J.G., Fufa, D.T. and Osei, D.A. (2021) The Epidemiology of Carpal Tunnel Revision over a 1-Year Follow-Up Period. *The Journal of Hand Surgery*, **46**, 758-764. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2021.04.003>
- [5] Sasaki, Y., Terao, T., Saito, E., Ohara, K., Michishita, S., Kato, N., *et al.* (2020) Clinical Predictors of Surgical Outcomes of Severe Carpal Tunnel Syndrome Patients: Utility of Palmar Stimulation in a Nerve Conduction Study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **21**, Article No. 725. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03750-z>
- [6] Ise, M., Saito, T., Katayama, Y., Nakahara, R., Shimamura, Y., Hamada, M., *et al.* (2021) Relationship between Clinical Outcomes and Nerve Conduction Studies before and after Surgery in Patients with Carpal Tunnel Syndrome. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **22**, Article No. 882. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04771-y>
- [7] 顾玉东. 腕管综合征与肘管综合征的临床分型现状与建议[J]. 中华骨科杂志, 2011, 31(7): 818-819.
- [8] Witt, J.C., Hentz, J.G. and Stevens, J.C. (2004) Carpal Tunnel Syndrome with Normal Nerve Conduction Studies. *Muscle & Nerve*, **29**, 515-522. <https://doi.org/10.1002/mus.20019>
- [9] Levine, D.W., Simmons, B.P., Koris, M.J., Daltroy, L.H., Hohl, G.G., Fossel, A.H., *et al.* (1993) A Self-Administered Questionnaire for the Assessment of Severity of Symptoms and Functional Status in Carpal Tunnel Syndrome. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, **75**, 1585-1592. <https://doi.org/10.2106/00004623-199311000-00002>
- [10] Lei, W., Qian, X. and Sun, X. (2016) Study of the Reliability and Validity of Chinese Version of the Boston Carpal Tunnel Questionnaire. *Nursing Journal of Chinese People's Liberation Army*, **33**, 39-42.
- [11] Erickson, M., Lawrence, M., Jansen, C.W.S., Coker, D., Amadio, P. and Cleary, C. (2019) Hand Pain and Sensory Deficits: Carpal Tunnel Syndrome. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, **49**, CPG1-CPG85. <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.0301>
- [12] Dy, C.J., Colorado, B.S., Landau, A.J. and Brogan, D.M. (2021) Interpretation of Electrodiagnostic Studies: How to Apply It to the Practice of Orthopaedic Surgery. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, **29**, e646-e654. <https://doi.org/10.5435/jaaos-d-20-00322>
- [13] Heybeli, N., Kutluhan, S., Demirci, S., Kerman, M. and Mumcu, E.F. (2002) Assessment of Outcome of Carpal Tunnel Syndrome: A Comparison of Electrophysiological Findings and a Self-Administered Boston Questionnaire. *Journal of Hand Surgery*, **27**, 259-264. <https://doi.org/10.1054/jhsb.2002.0762>
- [14] Billig, J.I., Kotsis, S.V., Chung, K.C., Adkinson, J., Fowler, J., Gaston, R.G., *et al.* (2021) Variation in Use of Electrodiagnostic Testing: Analysis from the Michigan Collaborative Hand Initiative for Quality in Surgery. *The Journal of Hand Surgery*, **46**, 169-177. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2020.11.017>
- [15] Lee, H.J., Kwon, H.K., Kim, D.H. and Pyun, S.B. (2013) Nerve Conduction Studies of Median Motor Nerve and Median Sensory Branches According to the Severity of Carpal Tunnel Syndrome. *Annals of Rehabilitation Medicine*, **37**, 254-262. <https://doi.org/10.5535/arm.2013.37.2.254>
- [16] Dagtas, M.Z. and Unal, O.K. (2022) Long-Term Outcome of Electrodiagnostic Values and Symptom Improvement after Carpal Tunnel Release: A Retrospective Cohort Study. *The Journal of Hand Surgery*, **47**, 727-735. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2022.04.003>
- [17] Osiak, K., Elnazir, P., Walocha, J.A. and Pasternak, A. (2022) Carpal Tunnel Syndrome: State-of-the-Art Review. *Folia Morphologica*, **81**, 851-862. <https://doi.org/10.5603/fm.a2021.0121>
- [18] Kasius, K.M., Claes, F., Verhagen, W.I.M. and Meulstee, J. (2019) Motor Nerve Conduction Tests in Carpal Tunnel Syndrome. *Frontiers in Neurology*, **10**, Article 149. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00149>
- [19] Kim, J.Y., Yoon, J.S., Kim, S.J., Won, S.J. and Jeong, J.S. (2012) Carpal Tunnel Syndrome: Clinical, Electrophysiological, and Ultrasonographic Ratio after Surgery. *Muscle & Nerve*, **45**, 183-188. <https://doi.org/10.1002/mus.22264>
- [20] Werner, R.A. and Andary, M. (2011) Electrodiagnostic Evaluation of Carpal Tunnel Syndrome. *Muscle & Nerve*, **44**, 597-607. <https://doi.org/10.1002/mus.22208>
- [21] Aksekili, M.A., Biçici, V., Isık, Ç., *et al.* (2015) Comparison of Early Postoperative Period Electrophysiological and Clinical Findings Following Carpal Tunnel Syndrome: Is EMG Necessary? *International Journal of Clinical and*

- Experimental Medicine*, **8**, 6267-6271.
- [22] Yilmaz, E. and Toluk, Ö. (2022) Comparison of Clinical Findings and Electromyography Results in Patients with Preliminary Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, **65**, Article 102688. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2022.102688>
 - [23] Kasiu, K.M., Claes, F., Verhagen, W.I.M. and Meulstee, J. (2019) Motor Nerve Conduction Tests in Carpal Tunnel Syndrome. *Frontiers in Neurology*, **10**, Article 149. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00149>
 - [24] Orhurhu, V., Orman, S., Peck, J., Urits, I., Orhurhu, M.S., Jones, M.R., *et al.* (2020) Carpal Tunnel Release Surgery—A Systematic Review of Open and Endoscopic Approaches. *Anesthesiology and Pain Medicine*, **10**, e112291. <https://doi.org/10.5812/aapm.112291>
 - [25] Peters, S., Page, M.J., Coppieters, M.W., Ross, M. and Johnston, V. (2016) Rehabilitation Following Carpal Tunnel Release. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, No. 6, CD004158. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd004158.pub3>
 - [26] Lee, J., Yoon, B., Cho, J.W., Ryu, H. and Han, S. (2020) Carpal Tunnel Release Despite Normal Nerve Conduction Studies in Carpal Tunnel Syndrome Patients. *Annals of Plastic Surgery*, **86**, 52-57. <https://doi.org/10.1097/sap.0000000000002570>