

体外冲击波联合经皮神经电刺激治疗肩关节挛缩患者的疗效分析

刘靖, 肖晗, 周云*, 张全兵, 阚秀丽

安徽医科大学第二附属医院康复医学科, 安徽 合肥

收稿日期: 2026年4月19日; 录用日期: 2026年5月12日; 发布日期: 2026年5月21日

摘要

目的: 探讨体外冲击波治疗(extracorporeal shock wave therapy, ESWT)联合经皮神经电刺激(transcutaneous electrical nerve stimulation, TENS)治疗肩关节挛缩患者的临床疗效, 并观察治疗前后疼痛、肩关节功能及活动度的改善效果。方法: 回顾性分析2024年1月至2025年8月于安徽医科大学第二附属医院康复医学科接受康复治疗的肩关节挛缩患者90例, 分为TENS组(n = 30)、ESWT组(n = 30)与联合治疗组(n = 30)。三组均接受常规康复治疗与自我功能锻炼, TENS组另外给予经皮神经电刺激治疗, ESWT组另外给予体外冲击波治疗, 联合治疗组给予ESWT联合TENS治疗, 干预周期均为2周。于治疗前后, 分别评估并比较三组患者的肩关节活动度, 疼痛视觉模拟评分(VAS), Constant-Murley评分及巴氏指数等。结果: 三组患者基线资料比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。治疗后各组VAS较治疗前下降, Constant-Murley评分、巴氏指数及各方向ROM均较治疗前改善; 其中联合组在治疗2周时VAS下降幅度、Constant-Murley评分提升幅度及前屈/外展ROM改善幅度均优于ESWT组和TENS组, 差异有统计学意义(均 $P < 0.05$); ESWT组与TENS组比较, 在Constant-Murley评分和部分ROM改善方面优于TENS组($P < 0.05$)。结论: 体外冲击波联合经皮神经电刺激可较单一干预更显著地缓解肩关节挛缩患者的疼痛、改善肩关节功能及活动度。该联合治疗方案安全可行, 对于肩关节挛缩患者的功能康复具有积极的促进作用, 具备临床推广应用价值。

关键词

肩关节挛缩, 体外冲击波治疗, 经皮神经电刺激, 康复治疗

Efficacy of Extracorporeal Shock Wave Therapy Combined with Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation in Patients with Shoulder Contracture

*通讯作者。

文章引用: 刘靖, 肖晗, 周云, 张全兵, 阚秀丽. 体外冲击波联合经皮神经电刺激治疗肩关节挛缩患者的疗效分析[J]. 临床医学进展, 2026, 16(5): 1883-1891. DOI: 10.12677/acm.2026.1651993

Jing Liu, Han Xiao, Yun Zhou*, Quanbing Zhang, Xiuli Kan

Department of Rehabilitation Medicine, The Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei Anhui

Received: April 19, 2026; accepted: May 12, 2026; published: May 21, 2026

Abstract

Objective: This paper aims to investigate the clinical efficacy of extracorporeal shock wave therapy (ESWT) combined with transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) in patients with shoulder contracture, and to evaluate changes in pain, shoulder function, and range of motion before and after treatment. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on 90 patients with shoulder contracture who underwent rehabilitation treatment in the Department of Rehabilitation Medicine, the Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University, between January 2024 and August 2025. The patients were allocated to a TENS group (n = 30), an ESWT group (n = 30), and a combined treatment group (n = 30). All three groups received conventional rehabilitation therapy and self-directed functional exercise. In addition, the TENS group received transcutaneous electrical nerve stimulation, the ESWT group received extracorporeal shock wave therapy, and the combined treatment group received ESWT combined with TENS. The intervention period was 2 weeks in all groups. Before and after treatment, shoulder range of motion (ROM), visual analogue scale (VAS) score for pain, Constant-Murley score, and Barthel Index were assessed and compared among the three groups. **Results:** There were no statistically significant differences in baseline characteristics among the three groups (all $P > 0.05$). After treatment, VAS scores decreased in all groups compared with pretreatment levels, whereas Constant-Murley scores, Barthel Index scores, and ROM in all directions improved relative to baseline. At 2 weeks, the combined treatment group showed greater reductions in VAS scores, greater increases in Constant-Murley scores, and greater improvements in flexion and abduction ROM than both the ESWT group and the TENS group, with statistically significant differences (all $P < 0.05$). Compared with the TENS group, the ESWT group demonstrated superior improvement in Constant-Murley scores and selected ROM parameters ($P < 0.05$). **Conclusion:** ESWT combined with TENS was more effective than either intervention alone in relieving pain and improving shoulder function and ROM in patients with shoulder contracture. This combined treatment is safe and feasible, has a positive effect on functional rehabilitation in patients with shoulder contracture, and may have good potential for clinical application.

Keywords

Shoulder Contracture, Extracorporeal Shock Wave Therapy, Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation, Rehabilitation Therapy

Copyright © 2026 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. 前言

关节挛缩是临床常见的功能障碍，是以疼痛、主动与被动活动范围进行性受限为主要表现的疾病[1][2]。其中，肩关节挛缩的病理基础涉及关节囊及肩袖间隙区域慢性炎症、纤维化增生、囊壁挛缩与滑动受限，临床上常伴疼痛、关节活动受限及日常生活活动能力下降[3]-[5]。现有证据普遍认为，疼痛控制与

活动恢复并非彼此独立,而是相互促进。疼痛减轻可提升患者对牵伸训练和主动活动训练的耐受性,而活动度改善又有助于进一步恢复肩关节功能[6][7]。因此,打破“疼痛-制动-挛缩”的恶性循环,是肩关节挛缩康复治疗的关键。

体外冲击波治疗(extracorporeal shock wave therapy, ESWT)通过机械刺激、神经调节、生物学转导及改善局部微循环等机制发挥作用,在减轻疼痛、改善软组织代谢环境及促进功能恢复方面具有一定潜力[8]。既往研究提示,ESWT可在肩周炎患者中改善疼痛和部分功能结局,但其更侧重于改善关节囊挛缩与活动度[9],且治疗过程中可能引起一过性疼痛加剧,使患者难以配合后续关节活动度训练。经皮神经电刺激(transcutaneous electrical nerve stimulation, TENS)作为非侵入性镇痛技术,通过中枢下行抑制、阿片及非阿片受体介导、降低中枢兴奋性等多重机制产生快速镇痛效应,并可在混合频率下避免耐受,适用于骨骼肌肉疾病的辅助镇痛[10]-[14]。现有证据表明,TENS对纤维肌痛、骨关节炎及部分慢性肌肉骨骼疼痛具有辅助治疗价值,但其对肩关节功能和活动度改善的持续效应仍缺乏充分证据[15][16]。

基于此,在ESWT中联合TENS可能通过快速镇痛与中枢脱敏效应提升患者对冲击波及康复训练的耐受性,从而加速关节活动度和综合功能的恢复。本研究拟采用回顾性分析,比较ESWT、TENS及两者联合治疗肩关节挛缩的短期疗效,分析其对疼痛、肩关节功能及活动度的影响,为临床康复干预提供更具针对性的临床依据。

2. 资料与方法

2.1. 一般资料

回顾性分析安徽医科大学第二附属医院康复医学科门诊及病房收治的90例肩关节挛缩患者的临床资料,根据治疗方式分为3组,每组各30例。**TENS组**:男11例,女19例,年龄(56.97 ± 10.09)岁;**ESWT组**:男8例,女22例,年龄(53.03 ± 12.40)岁。**联合组**:男14例,女16例,年龄(49.20 ± 12.64)岁。三组患者性别、年龄等一般资料比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。

纳入标准:①肩部疼痛持续存在,VAS ≥ 4 分;②肩关节主动及被动活动范围均受限,符合规定的肩关节挛缩;③近期未接受体外冲击波治疗或系统性电刺激治疗。④生命体征平稳且依从性良好,无认知障碍。

排除标准:①近3个月内接受肩关节腔注射或麻醉下手法松解;②存在急性关节感染、深静脉血栓等训练禁忌;③合并严重心、肺或神经系统疾病,影响运动配合;④安装心脏起搏器或存在电刺激禁忌。⑤局部皮肤破损或不能耐受治疗。

2.2. 治疗方法

三组均接受常规康复治疗及自我功能锻炼。常规康复治疗采用物理因子治疗与手法训练相结合的综合方案,每日1次,每周治疗5d,连续2周。具体措施包括:①患肩蜡疗(52°C 蜡块包裹,20min);②超短波治疗(对置电极,微热量,20min);③干扰电治疗(四电极吸附,电流强度以患者耐受为宜,20min);④运动疗法(治疗师按照统一操作规范实施的推拿、牵伸及关节松动等手法,30min)。自我功能锻炼包括指导患者自主进行患肩前后摆动、回旋运动、正身爬墙等训练(患者每日训练2次,每次20~30min)。训练强度以患者可耐受、训练后疼痛无明显持续加重为原则,并根据关节活动度恢复情况逐步增加训练幅度)。

TENS组:①常规康复治疗及自我功能锻炼;②经皮神经电刺激治疗:使用经皮神经电刺激治疗仪(北京耀洋康达医疗仪器有限公司,KD-2A型),患者取坐位,电极片于患侧肩前方(喙突附近)与肩后方(肩胛冈下方)形成跨关节对置,或围绕最大压痛点呈对角放置,频率为150Hz,脉宽为700 μs [17]。治疗

时间维持 20 min, 每天一次, 每周 5 天, 连续治疗 2 周。

ESWT 组: ① 常规康复治疗及自我功能锻炼; ② 体外冲击波治疗: 采用发散式体外冲击波治疗仪 (Dolorclast Smaet FT-203, 瑞士) 进行干预。患者取坐位, 涂抹耦合剂于肩关节周围 (痛点及三角肌区域), 探头直径为 15 mm 紧密接触皮肤, 保持频率为 6 Hz, 压强 1.5~3.0 bar (随患者耐受程度适当调节), 每次 1500 下[18], 每周两次 (周二和周五), 连续治疗 2 周。

联合组: 对患者进行常规康复治疗的基础上, 当治疗同日时先进行体外冲击波治疗, 休息 20 min 后再进行经皮神经电刺激治疗, 其余时间按照 TENS 组进行经皮神经电刺激治疗。

2.3. 观察指标

于治疗前后对以下指标进行评估:

① **肩关节活动度 (ROM) 评定:** 采用关节测量尺对患者患侧肩关节的前屈、外展及后伸角度进行测量。测量时患者取坐位, 注意避免健侧代偿。指导患者以最大活动范围为目标完成针对性肩关节活动。

② **痛阈评定:** 采用视觉模拟评分法 (Visual analogue scale, VAS) 量化患者的疼痛程度。该评分为 0~10 分, 0 分表示无痛, 10 分表示剧烈疼痛, 分数越高提示疼痛越重。

③ **Constant-Murley 评分:** 采用 Constant-Murley 肩关节功能评分 (Constant-Murley shoulder function score, CMS) 评估两组患者治疗前后的肩关节功能。该量表包含疼痛 (15 分)、肌力 (25 分)、肩关节活动度 (40 分) 及功能活动 (20 分) 四个维度, 总分 100 分。评分越高, 表示肩关节功能越佳。

④ **日常生活质量评估:** 采用巴氏指数 (Barthel index, BI) 评估患者治疗前后的日常生活活动能力。该量表总分为 0~100 分, 评分越高表明患者日常生活活动能力越强、功能独立性越好。

2.4. 统计学处理

采用 SPSS 25.0 软件进行数据分析。计量资料经正态性检验后以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组内治疗前后比较采用配对样本 t 检验, 组间比较采用单因素方差分析, 进一步两两比较采用 Tukey 法。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

3. 结果

3.1. 肩关节活动度变化

结果显示, 三组患者在治疗前主动及被动前屈、外展肩关节活动度无显著性差异 ($P > 0.05$); 经过治疗后, 三组患者的各方向肩关节活动度均有所改善 ($P < 0.05$), 且与单一治疗组相比, 联合组的主动及被动前屈、被动外展肩关节活动度改善明显 ($P < 0.05$); 与 TENS 组相比, ESWT 组主动及被动前屈、被动外展肩关节活动度均增加 ($P < 0.05$), 详见表 1。

Table 1. Comparison of shoulder joint range of motion before and after treatment ($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)

表 1. 治疗前后肩关节活动度比较 ($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)

组别	n	治疗前		治疗后		治疗前		治疗后	
		主动前屈	被动前屈	主动前屈	被动前屈	主动外展	被动外展	主动外展	被动外展
TENS 组	30	84.50 ± 18.49	100.93 ± 18.19	98.10 ± 18.04 ^c	112.97 ± 19.86 ^c	70.30 ± 20.96	78.77 ± 20.12	84.93 ± 19.93 ^c	91.43 ± 20.74 ^c
ESWT 组	30	84.90 ± 24.08	102.77 ± 15.97	112.10 ± 17.81 ^{ac}	126.27 ± 16.69 ^{ac}	79.53 ± 21.17	88.23 ± 19.08	89.73 ± 21.79 ^c	96.27 ± 18.39 ^c

续表

联合组	30	79.63 ± 26.29	101.10 ± 14.53	127.70 ± 17.76 ^{abc}	145.73 ± 17.35 ^{abc}	71.13 ± 21.03	74.57 ± 17.71	101.23 ± 22.01 ^c	111.63 ± 20.32 ^{ac}
<i>F</i>		0.480	0.070	10.277	15.134	1.257	1.249	2.611	4.804
<i>p</i>		0.621	0.933	<0.001	<0.001	0.290	0.292	0.079	0.010

注：与 TENS 组比较，^a*P* < 0.05；与 ESWT 组比较，^b*P* < 0.05；与本组治疗前比较，^c*P* < 0.05。

3.2. 肩关节功能评分比较

结果显示，三组患者在治疗前 Constant-Murley 评分无显著性差异(*P* > 0.05)，具有可比性；经过治疗后，三组患者的 Constant-Murley 评分均较治疗前明显升高(*P* < 0.05)，且与单一治疗组相比，联合组的评分显著升高(*P* < 0.05)；与 TENS 组相比，ESWT 组治疗后评分及评分差值均增加(*P* < 0.05)，详见表 2。

Table 2. Comparison of Constant-Murley scores and score changes before and after treatment (points, $\bar{x} \pm s$)

表 2. 治疗前后 Constant-Murley 评分及差值比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	n	治疗前	治疗后	差值
TENS 组	30	49.80 ± 10.29	71.47 ± 9.08 ^c	21.67 ± 4.48
ESWT 组	30	46.93 ± 11.39	79.67 ± 8.30 ^{ac}	32.73 ± 5.95
联合组	30	45.43 ± 11.08	88.60 ± 8.22 ^{abc}	43.17 ± 8.77
<i>F</i>		1.237	30.387	78.596
<i>p</i>		0.295	<0.001	<0.001

注：与 TENS 组比较，^a*P* < 0.05；与 ESWT 组比较，^b*P* < 0.05；与本组治疗前比较，^c*P* < 0.05。

3.3. 疼痛缓解情况

结果显示，三组患者在治疗前 VAS 评分无显著性差异(*P* > 0.05)，具有可比性；经过治疗后，三组患者的 VAS 评分均较治疗前明显下降(*P* < 0.05)，且与单一治疗组相比，联合组的 VAS 评分降低更为显著(*P* < 0.05)；与 ESWT 组相比，TENS 组治疗后 VAS 评分呈下降趋势但无统计学意义(*P* > 0.05)，详见表 3。

Table 3. Comparison of VAS pain scores before and after treatment (points, $\bar{x} \pm s$)

表 3. 治疗前后 VAS 疼痛评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	n	治疗前	治疗后	差值
TENS 组	30	4.47 ± 0.94	2.40 ± 0.72 ^c	2.07 ± 0.58
ESWT 组	30	4.97 ± 0.85	2.20 ± 0.66 ^c	2.77 ± 0.63
联合组	30	4.67 ± 1.03	1.07 ± 0.87 ^{abc}	3.60 ± 1.00
<i>F</i>		2.144	27.061	30.495
<i>p</i>		0.123	<0.001	<0.001

注：与 TENS 组比较，^a*P* < 0.05；与 ESWT 组比较，^b*P* < 0.05；与本组治疗前比较，^c*P* < 0.05。

3.4. 日常生活质量评估

结果显示，三组患者在治疗前巴氏评分无显著性差异(*P* > 0.05)，具有可比性；经过治疗后，三组患

者的巴氏评分均较治疗前明显升高($P < 0.001$), 且与单一治疗组相比, 联合组及 ESWT 组的评分均高于 TENS 组(均 $P < 0.05$); 而联合组与 ESWT 组相比差异无统计学意义($P > 0.05$), 详见表 4。

Table 4. Comparison of Barthel Index scores and score changes before and after treatment (points, $\bar{x} \pm s$)

表 4. 治疗前后巴氏指数评分及差值比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	n	治疗前	治疗后	差值
TENS 组	30	85.17 \pm 6.09	91.17 \pm 5.33 ^c	6.00 \pm 2.42
ESWT 组	30	83.33 \pm 6.48	95.00 \pm 3.71 ^{ac}	11.67 \pm 3.30
联合组	30	82.67 \pm 7.28	96.33 \pm 3.19 ^{ac}	13.67 \pm 4.34
<i>F</i>		1.143	8.056	39.945
<i>P</i>		0.324	0.001	<0.001

注: 与 TENS 组比较, ^a $P < 0.05$; 与 ESWT 组比较, ^b $P < 0.05$; 与本组治疗前比较, ^c $P < 0.05$ 。

4. 讨论

肩关节挛缩的发生与发展是机械负荷异常、慢性炎症反应与组织纤维化共同作用的复杂病理过程[5]。由于肩关节复杂的软组织结构, 其在制动、损伤或炎症状态下易发生结构重塑, 其中长期关节固定被认为是诱发挛缩的关键危险因素之一[4]。随着现代生活方式与工作模式的转变, 上肢长期悬垂、重复性操作及姿势异常等负荷因素显著增加, 肩部软组织劳损与损伤风险持续上升, 肩关节挛缩的临床负担与防治需求日益突出[19]。目前在临床中, 非手术治疗如物理治疗、皮质类固醇注射及非甾体抗炎药等, 主要通过抗炎镇痛机制改善症状, 但其作用多局限于炎症级联反应的下游环节, 既无法根除炎症源, 也难以逆转已形成的纤维化胶原沉积[20]-[22]。当保守治疗超过 6 个月无效或挛缩严重影响日常生活时, 关节镜下囊膜切开术虽可直接松解挛缩组织[23], 但对于中老年患者而言, 有创性操作可能带来二次创伤, 加重出血与炎症反应, 进而影响整体康复进程[24]。由此可见, 现有治疗手段在“快速镇痛”与“功能重建”之间存在衔接缺口, 需要探索一种既能迅速缓解疼痛、又能持续改善组织挛缩的联合干预策略。

本研究观察比较了体外冲击波治疗、经皮神经电刺激及二者联合治疗对肩关节挛缩患者短期疗效的影响。结果发现, 3 组患者治疗后 VAS 评分均较治疗前下降、Constant-Murley 评分、巴氏指数及各方向的肩关节活动度均治疗前明显改善, 提示无论是 ESWT 还是 TENS, 均可在短期内对肩关节挛缩产生一定治疗作用。且联合治疗组在疼痛缓解、肩关节功能恢复及活动度改善方面整体优于单一治疗组。

值得注意的是, 疼痛缓解不仅是患者最直观的临床获益, 更是影响其治疗依从性与主动训练参与度的关键变量。本研究结果显示, 联合组 VAS 评分下降幅度最大, 这一结果首先提示 TENS 在联合方案中的“先导性镇痛”价值。经皮神经电刺激通过激活外周大直径传入纤维, 进而启动中枢下行抑制系统(涉及导水管周围灰质、前腹内侧延髓等结构), 并调节脊髓及脊髓上阿片受体、血清素、毒蕈碱及大麻素受体等多种神经递质与受体, 产生频率依赖性的镇痛效应[10]-[14]。既往研究表明, 在高强度刺激下可以获得显著且持续的镇痛效果[25]。然而, 单纯镇痛并不等同于关节功能的恢复。本研究中结果显示, 单纯 TENS 组虽然在疼痛指标上有一定改善, 但在 Constant-Murley 评分和 ROM 改善方面总体不及 ESWT 组及联合组, 这提示 TENS 的主要优势更偏向于短期感觉调节, 而对于肩关节囊及周围软组织机械环境的重塑作用相对有限。也就是说, TENS 更适合作为“提高训练耐受性和依从性”的辅助手段, 而非单独承担肩周炎综合功能重建的全部任务。

相比之下, 体外冲击波治疗虽同样具备镇痛效应, 但在本研究中的表现显示出更明显的功能和活动

度改善潜力。体外冲击波是一种具有高正压、上升时间小于 10 纳秒及拉伸波等独特物理特性的声脉冲[26]。有大量研究表明,作为一种非侵入性手段,体外冲击波治疗可促进成纤维细胞增殖及其向肌成纤维细胞的分化,增强软组织修复能力,加速局部血液灌注,调节炎症介导的愈合过程[8],同时可能通过诱导轴突兴奋性和破坏无髓感觉纤维产生反射性镇痛作用[27]。王建斌等[28]在肩关节周围炎的研究中表明,不同能量与频率的 ESWT 疗效存在差异,中等能量在缓解夜间痛方面更具优势,高能量更利于改善内外旋活动度。对于肩关节挛缩患者而言,这种作用并不仅仅局限于“减轻疼痛”,更重要的是可能通过改善关节囊及周围软组织的力学状态,提升肩关节的可活动性和运动耐受性。本研究中联合组单一治疗组,并非源于干预措施的简单叠加,而是先通过 TENS 降低疼痛屏障,继而借助 ESWT 与系统训练实现关节活动度与综合功能的递进式改善。

当然,本研究仍存在一定局限性。首先,本研究干预周期及观察时间为 2 周,因此所得结果主要反映联合治疗对近期疼痛、关节活动度及功能状态的短期影响。对于该治疗方案是否能够带来更持久的结构改善和功能获益,尚需更长时间随访加以验证。其次,本研究主要采用 VAS、Constant-Murley 评分及 ROM 等临床指标进行评价,缺乏对局部软组织形态、滑膜炎性状态或组织力学变化的客观影像学 and 生物学证据支持,因此对于联合治疗的深层机制解释仍需进一步研究验证。未来应设计随访时间更长的前瞻性研究,于治疗结束时及治疗后 3 个月、6 个月,必要时延长至 1 年进行多时间点评估,以更全面地评价疗效的稳定性和长期性。并结合超声、MRI 或炎症因子与纤维化相关指标检测,开展更精细化研究,以明确联合物理因子治疗的适用人群、最佳参数组合及长期获益。

综上所述,体外冲击波联合经皮神经电刺激在肩关节挛缩治疗中较单一治疗具有更明显优势,能够更有效地缓解疼痛、改善肩关节活动度并提升肩关节综合功能。该联合方案为肩关节挛缩的非手术治疗提供了新的临床思路,也为后续进一步优化康复路径提供了依据。

声明

本研究方案经医院伦理委员会审核批准,伦理号为 YX2025-223。

基金项目

安徽省卫生健康科研项目(AHWJ2022b063);安徽医科大学第二附属医院国自然孵育计划项目(2022GMFY05);2022年安徽医科大学高峰学科(临床医学)学科建设项目(2022GFJK-EFY08);2023年度安徽医科大学学科建设项目(2023lcxkEFY010)安徽省卫生健康科研项目(AHWJ2023A30077);安徽省教育厅高校自然科学研究重点项目(2024AH050788)。

参考文献

- [1] Lam, K., Kwan, J.S.K., Kwan, C.W. and Chi, I. (2022) Factors Associated with Development of New Joint Contractures in Long-Term Care Residents. *Journal of the American Medical Directors Association*, **23**, 92-97. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2021.05.036>
- [2] 张全兵, 王锋, 周云, 等. 关节囊纤维化及其分子调控机制在关节挛缩中的作用研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2023, 38(8): 1170-1175.
- [3] Mardani-Kivi, M., Nabi, B.N., Mousavi, M., Shirangi, A., Leili, E.K. and Ghadim-Limudahi, Z.H. (2022) Role of Suprascapular Nerve Block in Idiopathic Frozen Shoulder Treatment: A Clinical Trial Survey. *Clinics in Shoulder and Elbow*, **25**, 129-139. <https://doi.org/10.5397/cise.2021.00661>
- [4] Tomori, Y., Nanno, M. and Takai, S. (2019) Outcomes of Nonsurgical Treatment for Transcondylar Humeral Fractures in Adults: Clinical Results of Nonoperative Management. *Medicine*, **98**, e17973. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000017973>
- [5] Fujiwara, M., Hermawan, N., Suenaga, T., Hagiwara, Y. and Saijo, Y. (2024) Quantitative Evaluation of Adhesion Severity around Subscapularis and Its Relationship with Shoulder Range of Motion in Frozen Shoulder and Rotator Cuff

- Disorder: An Observational Study Using Dynamic Ultrasonography. *JSES International*, **8**, 769-775. <https://doi.org/10.1016/j.jseint.2024.01.016>
- [6] Reichenbach, S., Jüni, P., Hincapié, C.A., Schneider, C., Meli, D.N., Schürch, R., *et al.* (2022) Effect of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) on Knee Pain and Physical Function in Patients with Symptomatic Knee Osteoarthritis: The ETRELKA Randomized Clinical Trial. *Osteoarthritis and Cartilage*, **30**, 426-435. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2021.10.015>
- [7] Page, M.J., Green, S., Kramer, S., Johnston, R.V., McBain, B. and Buchbinder, R. (2014) Electrotherapy Modalities for Adhesive Capsulitis (Frozen Shoulder). *Cochrane Database of Systematic Reviews*, **2014**, CD011324. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd011324>
- [8] Zhang, R., Wang, Z., Liu, R., Zhang, N., Guo, J. and Huang, Y. (2022) Extracorporeal Shockwave Therapy as an Adjunctive Therapy for Frozen Shoulder: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, **10**, No. 2. <https://doi.org/10.1177/23259671211062222>
- [9] 朱得婷, 张全兵, 周云, 等. 体外冲击波联合常规康复治疗肩关节周围炎[J]. 颈腰痛杂志, 2021, 42(6): 772-774.
- [10] Kalra, A., Urban, M.O. and Sluka, K.A. (2001) Blockade of Opioid Receptors in Rostral Ventral Medulla Prevents Antihyperalgesia Produced by Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS). *The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, **298**, 257-263. [https://doi.org/10.1016/s0022-3565\(24\)29376-9](https://doi.org/10.1016/s0022-3565(24)29376-9)
- [11] Dailey, D.L., Rakel, B.A., Vance, C.G.T., Liebano, R.E., Amrit, A.S., Bush, H.M., *et al.* (2013) Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Reduces Pain, Fatigue and Hyperalgesia While Restoring Central Inhibition in Primary Fibromyalgia. *Pain*, **154**, 2554-2562. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.07.043>
- [12] Bi, Y., Wei, Z., Kong, Y. and Hu, L. (2020) Supraspinal Neural Mechanisms of the Analgesic Effect Produced by Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation. *Brain Structure and Function*, **226**, 151-162. <https://doi.org/10.1007/s00429-020-02173-9>
- [13] de Oliveira, H.U., dos Santos, R.S., Malta, I.H.S., Pinho, J.P., Almeida, A.F.S., Sorgi, C.A., *et al.* (2020) Investigation of the Involvement of the Endocannabinoid System in Tens-Induced Antinociception. *The Journal of Pain*, **21**, 820-835. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2019.11.009>
- [14] Radhakrishnan, R. and Sluka, K.A. (2003) Spinal Muscarinic Receptors Are Activated during Low or High Frequency TENS-Induced Antihyperalgesia in Rats. *Neuropharmacology*, **45**, 1111-1119. [https://doi.org/10.1016/s0028-3908\(03\)00280-6](https://doi.org/10.1016/s0028-3908(03)00280-6)
- [15] Johnson, M.I., Claydon, L.S., Herbison, G.P., Jones, G. and Paley, C.A. (2017) Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) for Fibromyalgia in Adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, **2017**, CD012172. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd012172.pub2>
- [16] Johnson, M.I., Paley, C.A., Wittkopf, P.G., Mulvey, M.R. and Jones, G. (2022) Characterising the Features of 381 Clinical Studies Evaluating Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) for Pain Relief: A Secondary Analysis of the Meta-Tens Study to Improve Future Research. *Medicina*, **58**, Article 803. <https://doi.org/10.3390/medicina58060803>
- [17] Lin, M., Chiu, H., Shih, Z., Lee, P., Li, P., Guo, C., *et al.* (2019) Two Transcutaneous Stimulation Techniques in Shoulder Pain: Transcutaneous Pulsed Radiofrequency (TPRF) versus Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS): A Comparative Pilot Study. *Pain Research and Management*, **2019**, Article ID: 2823401. <https://doi.org/10.1155/2019/2823401>
- [18] 周云, 黄鹏鹏, 张全兵. 发散式冲击波治疗老年人肩关节周围炎的疗效[J]. 中华老年医学杂志, 2021, 40(3): 345-350.
- [19] Doiron-Cadrin, P., Lafrance, S., Saulnier, M., Cournoyer, É., Roy, J., Dyer, J., *et al.* (2020) Shoulder Rotator Cuff Disorders: A Systematic Review of Clinical Practice Guidelines and Semantic Analyses of Recommendations. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, **101**, 1233-1242. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.12.017>
- [20] Lubis, A.M.T. and Lubis, V.K. (2013) Matrix Metalloproteinase, Tissue Inhibitor of Metalloproteinase and Transforming Growth Factor-Beta 1 in Frozen Shoulder, and Their Changes as Response to Intensive Stretching and Supervised Neglect Exercise. *Journal of Orthopaedic Science*, **18**, 519-527. <https://doi.org/10.1007/s00776-013-0387-0>
- [21] Dai, Z., Liu, Q., Liu, B., Long, K., Liao, Y., Wu, B., *et al.* (2022) Combined Arthroscopic Release with Corticosteroid Hydrodilution versus Corticosteroid Hydrodilution Only in Treating Freezing-Phase Primary Frozen Shoulder: A Randomized Clinical Trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **23**, Article No. 1102. <https://doi.org/10.1186/s12891-022-06065-3>
- [22] Lho, Y., Ha, E., Cho, C., Song, K., Min, B., Bae, K., *et al.* (2013) Inflammatory Cytokines Are Overexpressed in the Subacromial Bursa of Frozen Shoulder. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, **22**, 666-672. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2012.06.014>
- [23] Gracitelli, M.E.C., Assunção, J.H., Paiva, M.d.M., Andrade e Silva, F.B.d., Ferreira Neto, A.A. and Malavolta, E.A. (2024) Treatment of Adhesive Capsulitis with the Triple Procedure: Intra-Articular Injection with Corticosteroids,

-
- Hydrodilatation and Shoulder Manipulation under Sedation. *Acta Ortopédica Brasileira*, **32**, e281046. <https://doi.org/10.1590/1413-785220243206e281046>
- [24] Wang, Z., Shi, Y., Yang, X., Ni, Q. and Tie, K. (2025) Arthroscopic Adhesiolysis in Elderly Patients with Post-Traumatic Frozen Shoulder. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **20**, Article No. 311. <https://doi.org/10.1186/s13018-025-05734-y>
- [25] DeSantana, J.M., Santana-Filho, V.J. and Sluka, K.A. (2008) Modulation between High- and Low-Frequency Transcutaneous Electric Nerve Stimulation Delays the Development of Analgesic Tolerance in Arthritic Rats. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, **89**, 754-760. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.11.027>
- [26] Chaussy, C., Schmiedt, E., Jocham, D., Brendel, W., Forssmann, B. and Walther, V. (2017) First Clinical Experience with Extracorporeally Induced Destruction of Kidney Stones by Shock Waves. *Journal of Urology*, **197**, S160-S163. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2016.10.104>
- [27] Eslamian, F., Shakouri, S.K., Jahanjoo, F., Hajjaliloo, M. and Notghi, F. (2016) Extra Corporeal Shock Wave Therapy versus Local Corticosteroid Injection in the Treatment of Chronic Plantar Fasciitis, a Single Blinded Randomized Clinical Trial. *Pain Medicine*, **17**, 1722-1731. <https://doi.org/10.1093/pm/pnw113>
- [28] 王建斌, 卓宝珍, 陈香妹. 不同频率冲击波对肩周炎患者即时疼痛的影响[J]. 健康研究, 2021, 41(4): 453-458.