

本文引用: 谷欣宇, 张育康, 史兆杰, 程露露, 金祥雨, 李冬静, 陈朝晖. 理筋正骨手法联合本体感觉神经肌肉促进技术治疗膝骨关节炎的随机对照试验[J]. 湖南中医药大学学报, 2026, 46(4): 745–751.

理筋正骨手法联合本体感觉神经肌肉促进技术治疗 膝骨关节炎的随机对照试验

谷欣宇¹, 张育康¹, 史兆杰¹, 程露露², 金祥雨², 李冬静³, 陈朝晖^{2*}

1. 安徽中医药大学第一临床医学院, 安徽 合肥 230038; 2. 安徽中医药大学针灸推拿学院, 安徽 合肥 230038

3. 安徽省中医院针灸康复一科, 安徽 合肥 230031

[摘要] **目的** 探讨理筋正骨手法联合本体感觉神经肌肉促进技术(PNF)治疗膝骨关节炎(KOA)的临床疗效。**方法** 采用单中心、随机、平行对照试验, 将 74 例患者随机分为试验组和对照组(各 37 例)。试验组接受理筋正骨手法联合 PNF 治疗, 对照组仅接受 PNF 治疗, 干预 8 周。主要结局指标为视觉模拟评分(VAS)、膝关节损伤与骨关节炎结局评分(KOOS)及下肢肌肉共激活指数(CCI); 次要结局指标为“起立-行走”测试(TUGT)和步态参数。**结果** 试验组总有效率显著高于对照组($P<0.001$)。干预 8 周后, 时间主效应方面两组患者的 VAS 评分、CCI、TUGT 时间均较治疗前显著降低, KOOS 各维度评分及步频、步长均较治疗前显著升高($P<0.001$), 步速较治疗前升高, 但差异无统计学意义($P=0.220$)。组别效应方面试验组 VAS 评分、CCI、KOOS 疼痛、症状、运动及娱乐、生活质量维度评分、步速、步频、步长及 TUGT 时间整体水平优于对照组($P<0.05$), KOOS 日常生活活动维度两组整体水平差异无统计学意义($P=0.096$)。在交互效应方面, 与对照组相比, 试验组 VAS 评分、CCI 呈更显著降低趋势, KOOS 疼痛、症状、运动及娱乐、生活质量维度评分与步频呈更显著升高趋势($P<0.05$)。在 TUGT 时间、步速、KOOS 日常生活活动维度及步长方面, 两组的改善差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 理筋正骨手法联合 PNF 治疗可进一步缓解 KOA 患者疼痛、改善膝关节功能、提升生活质量、优化下肢肌肉协同状态及步频。

[关键词] 膝骨关节炎; 理筋正骨手法; 本体感觉神经肌肉促进技术; 肌肉共激活; 随机对照试验

[中图分类号] R274.9

[文献标志码] A

[文章编号] doi:10.3969/j.issn.1674-070X.2026.04.012

Randomized controlled trial of sinew-regulating and bone-aligning manipulation combined with proprioceptive neuromuscular facilitation in treating knee osteoarthritis

GU Xinyu¹, ZHANG Yukang¹, SHI Zhaojie¹, CHENG Lulu², JIN Xiangyu², LI Dongjing³, CHEN Zhaohui^{2*}

1. The First Clinical Medical College, Anhui University of Chinese Medicine, Hefei, Anhui 230038, China; 2. College of Acupuncture and Tuina, Anhui University of Chinese Medicine, Hefei, Anhui 230038, China; 3. The First Department of Acupuncture and Rehabilitation, Anhui Provincial Hospital of Chinese Medicine, Hefei, Anhui 230031, China

[Abstract] **Objective** To investigate the clinical efficacy of sinew-regulating and bone-aligning manipulation combined with proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) in treating knee osteoarthritis (KOA). **Methods** A single-center, randomized, and parallel-controlled trial was conducted. A total of 74 patients were randomly divided into experimental group and control group (37 cases in each group). The experimental group received sinew-regulating and bone-aligning manipulation combined with PNF, while the control group only received PNF, both for eight consecutive weeks. The primary outcome indicators included Visual Analogue Scale (VAS), Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), and co-contraction index (CCI) of lower limb muscles. The secondary outcome indicators included Timed Up and Go Test (TUGT) as well as gait parameters. The total effective rate in the experimental group was significantly higher than that in the control group ($P<0.001$). **Results** After 8 weeks of intervention, in terms

[收稿日期] 2025-12-02

[基金项目] 2024 年度安徽省高等学校科学研究项目(2024AH051004)。

[通信作者] * 陈朝晖, 男, 博士, E-mail: czhn007@163.com。

of time main effect, VAS scores, CCI, and TUGT time in both groups were significantly decreased compared with baseline, while all dimensions of KOOS scores, cadence, and step length were significantly increased ($P<0.001$). The increase in gait speed compared to baseline showed no statistically significant difference ($P=0.220$). In terms of group main effect, the overall levels of VAS score, CCI, KOOS pain, symptoms, sport and recreation, quality of life scores, gait speed, cadence, step length, and TUGT time in the experimental group were superior to those in the control group ($P<0.05$), and there was no statistically significant difference in the overall level of KOOS activities of daily living (ADL) dimension between the two groups ($P=0.096$). In terms of interaction effect, compared with the control group, the experimental group showed a more significant decreasing trend in VAS score and CCI, and a more significant increasing trend in KOOS pain, symptoms, sport and recreation, quality of life scores, and cadence ($P<0.05$). No statistically significant differences in improvement were observed between the two groups in TUGT time, gait speed, KOOS ADL dimension, and step length ($P>0.05$). **Conclusion** Sinew-regulating and bone-aligning manipulation combined with PNF can further alleviate pain, improve knee joint function, enhance quality of life, optimize lower limb muscle synergy as well as cadence in patients with KOA.

[**Keywords**] knee osteoarthritis; sinew-regulating and bone-aligning manipulation; proprioceptive neuromuscular facilitation; muscle co-contraction; randomized controlled trial

膝骨关节炎(knee osteoarthritis, KOA)是我国中老年人常见的疾病,患病率约 14.6%且呈上升趋势^[1-2]。长期疼痛与功能障碍严重影响患者生活质量,并增加社会医疗负担^[3]。美国风湿病学会及国际骨关节炎研究学会均推荐非药物综合干预治疗 KOA^[4-5]。本体感觉神经肌肉促进技术(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)作为常用的神经肌肉训练方法,在改善关节活动度和肌肉协调性方面具有循证基础^[6],但单纯 PNF 在缓解疼痛及改善局部力学环境方面存在局限性,部分患者因疼痛诱发活动恐惧而影响训练效果^[7]。

理筋正骨手法基于“筋出槽、骨错缝”理论,通过松解软组织粘连、调整微小错位改善局部力学环境,可短期缓解疼痛、改善关节功能^[8-11]。从康复角度,将理筋正骨手法作为前期干预,可能为后续 PNF 训练提供更稳定的基础。目前,关于理筋正骨手法在规范康复训练基础上的增效作用尚缺乏高质量随机对照研究证据。本研究采用随机对照试验设计,探讨 PNF 联合理筋正骨手法是否在疼痛缓解、膝关节功能及神经肌肉协同方面优于单纯 PNF,为 KOA 中西医结合康复治疗提供临床依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究为一项在安徽中医药大学第一附属医院筋伤科开展的单中心、随机、平行对照试验。方案经安徽中医药大学第一附属医院伦理委员会批准(批号:2024AH-36),并已在中国临床试验注册中心注册(注册号:ChiCTR2400090977),所有患者均签署知情同意书。

样本量依据预试验的视觉模拟评分法(visual

analogue scale, VAS)结果估算。预试验纳入 20 例 KOA 患者,按 1:1 随机分为试验组与对照组,干预 4 周后观察 VAS 评分变化。结果显示,试验组 VAS 评分由(6.21±1.30)分降至(3.63±1.17)分,对照组由(6.10±1.44)分降至(5.13±1.25)分。本研究设定预期效应值为 2.0 分,标准差为 2.5,检验水准 $\alpha=0.05$,检验效能 $(1-\beta)=0.80$,样本量计算公式为:

$$n = \frac{2(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 \sigma^2}{\delta^2}$$

考虑约 10% 的失访率,每组计划

纳入 28 例,共 56 例;该估算为伦理审查及研究可行性提供了必要依据。在实际招募过程中共筛选膝骨关节炎患者 94 例,其中 20 例因不符合纳入标准或拒绝参与被排除,最终纳入 KOA 患者 74 例。

采用随机数字表法,以 Kellgren-Lawrence(K-L)分级为分层因素,将 74 例患者按 1:1 比例随机分为试验组与对照组,各 37 例。随机分配方案由独立人员生成,通过不透明密封信封由不参与研究实施与评估的人员执行分配隐藏。由于干预措施特性,患者及治疗师无法设盲,但结局评估者与数据分析人员对分组保持盲法,以确保结果客观性。

对两组患者年龄、性别、患膝、病程、K-L 分级等基线资料进行比较,组间差异均无统计学意义($P>0.05$),表明两组基线特征均衡,具有可比性。详见表 1。

1.2 诊断标准

1.2.1 西医诊断标准^[12] (1)近 1 个月内反复的膝关节疼痛;(2)X 线片(站立位或负重位)示关节间隙变窄、软骨下骨硬化和(或)囊性变、关节边缘骨赘形成;(3)年龄 ≥ 50 岁;(4)晨僵时间 ≤ 30 min;(5)活动时有关节摩擦音(感)。满足 1+2 或 1+4+5 或 1+3+4+5 可诊断为膝骨关节炎。

表 1 两组患者基线资料比较

Table 1 Comparison of baseline data between the two groups of patients

项目	对照组(n=37)	试验组(n=37)	t 值/ χ^2 值/Z 值	P 值
年龄($\bar{x}\pm s$, 岁)	61.20 $\pm$ 5.90	62.0 $\pm$ 6.10	$t=-0.573$	0.570
性别			$\chi^2=0.058$	0.809
男性	14(37.8%)	13(35.1%)		
女性	23(62.2%)	24(64.9%)		
患膝(左/右/双)	16/15/6	17/14/6	$\chi^2=0.120$	0.942
病程($\bar{x}\pm s$, 月)	24.60 $\pm$ 18.30	25.80 $\pm$ 19.10	$t=-0.281$	0.779
K-L 分级			$Z=-0.315$	0.753
I 级	17(45.9%)	19(51.4%)		
II 级	16(43.2%)	15(40.5%)		
III 级	4(10.8%)	3(8.1%)		

注:连续变量采用独立样本 t 检验;患膝(左/右/双)、性别采用 χ^2 检验;K-L 分级为有序分类变量,采用 Mann-Whitney U 检验。

1.2.2 中医诊断标准^[13] 本病属中医学“膝痹”范畴,主症为膝关节疼痛、肿胀、僵硬及活动受限。本次研究纳入病例辨证为风寒湿痹证。主症:膝关节酸楚冷痛,遇寒加重,得温痛减,关节重着或肿胀;次症:畏风怕冷,肢体困重;舌脉:舌质淡,苔白腻,脉沉紧或濡缓。

1.3 纳入与排除标准

1.3.1 纳入标准 (1)符合膝骨关节炎西医诊断标准、K-L 分级 I~III 级及中医辨证标准;(2)年龄 50~70 岁,病程 ≥ 3 个月;(3)单膝或双膝受累,若双膝患病以症状较重侧为研究侧;(4)基线 VAS 评分 ≥ 4 分;(5)近 1 个月内未接受相关药物治疗或其他康复干预;(6)无严重关节畸形,可配合完成评估;(7)知情同意,能坚持 8 周治疗与随访,依从性良好。

1.3.2 排除标准 (1)合并类风湿性关节炎、痛风性关节炎、强直性脊柱炎等其他关节疾病;(2)伴有骨折、软组织损伤、严重骨质疏松、感染或肿瘤病史;(3)存在严重心、肝、血液系统疾病;(4)处于妊娠或哺乳期;(5)患严重传染性疾病;(6)有精神类疾病或认知功能障碍。

1.4 治疗方法

1.4.1 对照组 对照组仅接受 PNF 训练。PNF 操作根据患者当次治疗时的疼痛程度进行分级调整^[14],分级依据为当日疼痛评估结果,与基线 VAS 评分不完全等同。训练过程中主要采用以下 PNF 形式:以膝关节屈伸相关的下肢功能性运动模式为主,结合节律性起始(rhythmic initiation)、重复收缩(repeated contraction)等常用 PNF 技术,根据患者耐受情况选

择主动、辅助或被动训练方式。针对疼痛较轻者,辅

以低至中等强度抗阻练习;疼痛较明显者,则在无痛范围内进行被动活动或辅助运动,以保证训练的安全性和依从性。

1.4.2 试验组 试验组在对照组的干预基础上联合理筋正骨手法。理筋手法:患者卧位,术者以揉法、揉法放松膝周肌群,再以拳拨法松解大腿前后肌群;于髌骨内外上方、髌韧带、腓肌、鹅足等处寻找筋结与条索,施以点按、揉拨手法。操作范围可沿足三阳、足太阴经筋延伸,以松解远处关联肌群。操作时间约 15 min。重点针对股内侧肌、半膜肌、缝匠肌及内侧腓肠肌等膝周软组织,沿其走向施以揉按、推顺等手法,以降低肌张力、改善软组织弹性。正骨手法:在无痛范围内进行小幅关节滑动与推移,具体包括:(1)髌骨上、下滑动及推移;(2)在屈伸膝关节过程中配合髌骨定向推移;(3)屈膝位双拇指抵压膝眼并随伸膝持续施力。操作轻柔连贯,以改善关节对合状态,操作 6~7 次。

理筋正骨手法与 PNF 治疗同步进行,治疗频率为每周 3 次,每次操作时长约 30 min,两种治疗均持续 8 周。

1.5 观察指标

1.5.1 VAS 评分 采用 0~10 分制视觉模拟评分量表^[15]评估膝关节疼痛程度;0 分代表无痛,10 分代表最剧烈的疼痛。记录患者疼痛程度,记录 3 次取均值。

1.5.2 膝关节损伤与骨关节炎结局评分(knee injury and osteoarthritis outcome score, KOOS) 包含疼痛、症状、日常活动、运动和娱乐功能、膝关节相关的生活质量 5 个维度,共 42 个条目。每个维度的得分范围为 0~100 分,100 分表示受影响的膝盖完全没有限制,0 分表示存在极端问题或限制^[16]。

1.5.3 表面肌电(surface electromyography, sEMG)

通过表面肌电仪(上海诺城医疗器械有限公司,型号 MyoMove-EOW)采集股内侧肌与内侧腓肠肌在最大自主伸膝动作中的积分肌电值(integrated electromyogram, iEMG),计算共激活指数(co-activation index, CCI),重复 3 次取平均值。CCI 可用于量化股内侧肌与内侧腓肠肌的协同激活状态,作为反映下肢神经肌肉协同功能及干预效果的功能性指标^[17]。一般情况下,CCI 越高,共同收缩程度越大^[18-19]。sEMG 电极片贴放位置为股内侧肌:髌骨内

上缘 4 cm,肌腹隆起处;内侧腓肠肌:内踝上 12 cm,肌腹中点。75%乙醇脱脂,电极片间距 2 cm,避开肌腱;参考电极置于同侧胫骨结节,贴牢防上移位。CCI 计算公式如下:

$$CCI = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\text{lowerEMGi}}{\text{higherEMGi}} \times (\text{lowerEMGi} + \text{higherEMGi})}{n}$$

(注:股内侧肌与内侧腓肠肌互为主动肌和拮抗肌。式中:lowerEMGi 表示第 i 个采样点积分肌电值较低侧肌肉的 iEMG 值;higherEMGi 表示第 i 个采样点积分肌电值较高侧肌肉的 iEMG 值;n 为采样点总数。)

1.5.4 定时起立-行走测试(timed up and go test, TUGT) TUGT 是评估中老年人平衡能力与整体运动功能的核心指标^[20]。测试时嘱患者穿着宽松舒适衣物,计时开始时患者从座椅上站起(不用扶手),步行至 3 m 标线转身,返回坐下并完全靠椅。重复 3 次取均值。

1.5.5 步态分析 步态分析技术能够精准捕捉行走过程中步态动态分布特征,为解析膝关节负荷异常的机制提供直接依据^[21]。本实验通过步态分析仪(Sensor Medica,足底压力测试系统)采集包括步长、步速和步频等数据;患者测试时赤足,以自然步态在测试板上往返 6 次,选取最优测试值。

1.5.6 基于 VAS 评分的总体疗效评价 采用尼莫地平法计算治疗后 8 周的疼痛改善率:改善率=[(治疗前 VAS 评分-治疗后 8 周 VAS 评分)/治疗前 VAS 评分]×100%。参照《中药新药临床研究指导原则》(2002 年版),将疗效划分为:(1)临床痊愈:症状积分改善率≥95%;(2)显效:症状积分改善率≥70%且<95%;(3)有效:症状积分改善率≥30%且<70%;(4)无效:症状积分改善率<30%。总有效率=(临床痊愈+显效+有效)例数/总观察例数×100%。

1.6 统计学分析

采用 SPSS 25.0 软件进行统计分析。计量资料以“ $\bar{x} \pm s$ ”表示。基线组间比较根据数据分布特征,采用独立样本 *t* 检验或 Mann-Whitney *U* 检验;疗效

评价使用 Mann-Whitney *U* 检验。各结局指标在不同时间点的变化采用重复测量方差分析,先进行 Mauchly 球形性检验,若检验结果 $P < 0.05$,则报告 Greenhouse-Geisser 校正后的结果。当重复测量方差分析前提条件不满足时,辅以线性混合模型进行验证。本研究所有随机化后的受试者均完成既定干预方案,无脱落病例,意向性治疗(intention-to-treat, ITT)分析集与符合方案(per-protocol, PP)分析集一致,所有统计分析均基于 ITT 原则完成。所有统计检验均为双侧检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者 VAS 比较

时间主效应($P < 0.001$)、组别效应($P < 0.001$)及交互效应($P < 0.001$)均显著,表明两组 VAS 评分随时间显著降低,且试验组改善幅度优于对照组。详见表 2。

2.2 两组患者 KOOS 比较

KOOS 疼痛、症状、运动及娱乐、生活质量维度的时间主效应、组别效应与交互效应均具有统计学意义(均 $P < 0.05$),表明两组评分随时间显著升高,且试验组改善幅度优于对照组;KOOS 日常生活活动维度的时间主效应显著($P < 0.001$),但组别效应($P = 0.096$)与交互效应($P = 0.095$)均不显著,说明两组该维度评分随时间升高,但组间差异及改善幅度差异均未达统计学意义。详见表 3。

2.3 两组患者 CCI 比较

CCI 的时间主效应($P < 0.001$)、组别效应($P < 0.001$)和交互效应均具有统计学意义($P < 0.001$);表明两组患者 CCI 随时间降低,且试验组改善幅度优于对照组。详见表 4。

2.4 两组患者 TUGT 比较

重复测量方差分析显示,TUGT 的时间主效应($P < 0.001$)与组别效应($P = 0.041$)均具有统计学意义,表明两组 TUGT 时间均随干预显著降低,且试验组整体优于对照组;然而交互效应不显著($P = 0.052$),提示两组在改善幅度上无统计学差异。详见表 5。

表 2 两组患者治疗前后 VAS 评分比较($\bar{x} \pm s$, 分, $n = 37$)

Table 2 Comparison of VAS scores between the two groups of patients before and after treatment ($\bar{x} \pm s$, points, $n = 37$)

组别	治疗前	治疗后 4 周	治疗后 8 周	时间主效应 <i>F</i>	组别效应 <i>F</i>	交互效应 <i>F</i>
试验组	6.49±1.26	3.68±0.94	1.89±0.57	$F = 212.92, P < 0.001$	$F = 84.01, P < 0.001$	$F = 27.07, P < 0.001$
对照组	6.24±1.26	5.19±1.10	4.00±1.03			

注:Mauchly 球形检验数据满足球形假设($P > 0.05$),故采用假设球形度结果。

表 3 两组患者治疗前后 KOOS 各维度得分比较($\bar{x}\pm s$,分, $n=37$)

Table 3 Comparison of KOOS subscale scores between the two groups of patients before and after treatment ($\bar{x}\pm s$, points, $n=37$)

组别	维度	治疗前	治疗后 4 周	治疗后 8 周	时间主效应 F	组别效应 F	交互效应 F
试验组	疼痛	63.90 $\pm$ 7.80	69.40 $\pm$ 5.90	75.00 $\pm$ 5.20	$F=38.291, P<0.001^*$	$F=7.89, P=0.006$	$F=7.156, P=0.002^*$
	症状	75.00 $\pm$ 6.30	78.60 $\pm$ 5.40	82.10 $\pm$ 4.80	$F=32.739, P<0.001^*$	$F=4.59, P=0.036$	$F=5.098, P=0.011^*$
	日常生活活动	67.70 $\pm$ 7.50	70.60 $\pm$ 6.20	73.50 $\pm$ 5.80	$F=13.369, P<0.001^*$	$F=2.84, P=0.096$	$F=2.508, P=0.095^*$
	运动及娱乐	60.00 $\pm$ 7.20	70.00 $\pm$ 6.30	75.00 $\pm$ 5.80	$F=89.266, P<0.001^\Delta$	$F=18.51, P<0.001$	$F=15.059, P<0.001^\Delta$
	生活质量	56.30 $\pm$ 8.60	62.50 $\pm$ 7.70	68.80 $\pm$ 6.90	$F=46.217, P<0.001^\Delta$	$F=6.234, P<0.015$	$F=10.233, P<0.001^\Delta$
对照组	疼痛	64.10 $\pm$ 7.50	66.20 $\pm$ 6.10	68.50 $\pm$ 6.40			
	症状	74.80 $\pm$ 6.00	76.00 $\pm$ 5.50	77.90 $\pm$ 5.70			
	日常生活活动	67.50 $\pm$ 7.30	68.40 $\pm$ 6.00	69.80 $\pm$ 5.90			
	运动及娱乐	59.80 $\pm$ 7.00	63.50 $\pm$ 6.60	66.20 $\pm$ 6.30			
	生活质量	56.50 $\pm$ 8.30	58.80 $\pm$ 7.90	61.00 $\pm$ 7.50			

注:组别效应属于组间效应,不受球形性假设影响。*表示该数据违反球形假设,必须使用校正后结果。 Δ 表示该数据满足球形假设,采用假设球形度结果。

表 4 两组患者治疗前后 CCI 比较($\bar{x}\pm s$, $n=37$)

Table 4 Comparison of CCI between the two groups of patients before and after treatment ($\bar{x}\pm s$, $n=37$)

组别	治疗前	治疗后 4 周	治疗后 8 周	时间主效应 F	组别效应 F	交互效应 F
试验组	45.68 $\pm$ 6.58	36.93 $\pm$ 5.26	29.99 $\pm$ 5.21	$F=58.311, P<0.001$	$F=39.15, P<0.001$	$F=14.576, P<0.001$
对照组	44.59 $\pm$ 5.73	42.79 $\pm$ 6.93	39.23 $\pm$ 4.86			

注:Mauchly 球形检验数据满足球形假设($P>0.05$),故采用假设球形度结果。

表 5 两组患者治疗前后 TUGT 比较($\bar{x}\pm s$, s , $n=37$)

Table 5 Comparison of TUGT duration between the two groups of patients before and after treatment ($\bar{x}\pm s$, s , $n=37$)

组别	治疗前	治疗后 4 周	治疗后 8 周	时间主效应 F	组别效应 F	交互效应 F
试验组	12.48 $\pm$ 1.56	10.54 $\pm$ 1.88	10.36 $\pm$ 1.74	$F=21.175, P<0.001$	$F=4.35, P=0.041$	$F=3.015, P=0.052$
对照组	12.35 $\pm$ 2.31	11.72 $\pm$ 2.01	10.50 $\pm$ 1.32			

注:Mauchly 球形检验数据满足球形假设($P>0.05$),故采用假设球形度结果。

2.5 两组患者步态参数比较

重复测量方差分析显示步速方面仅组别效应显著($P=0.001$),时间主效应($P=0.220$)与交互效应($P=0.709$)均不显著,提示试验组整体步速高于对照组,但随时间变化及两组改善幅度无统计学差异。步频方面时间主效应($P<0.001$)、组别效应($P=0.001$)及交互效应($P<0.001$)均显著,表明两组步频均随时间升高,且试验组整体及改善幅度均优于对照组。步长方面时间主效应($P<0.001$)与组别效应($P=0.003$)显著,交互效应($P=0.377$)不显著,说明两组步长随时间显著增长,试验组整体优于对照组,但改善幅度组间无差异。详见表 6。

2.6 两组患者 VAS 评分的总体疗效评价

试验组总有效率为 89.18%,显著高于对照组的 54.10%,差异有统计学意义($P<0.001$)。详见表 7。

2.7 两组患者安全性评价

两组均未发生严重不良事件,试验组 1 例出现皮肤轻微瘀斑,对照组 2 例出现肌肉酸痛,均自行缓解,未服用止痛药。

3 讨论

本研究为单中心、随机、平行对照临床试验,共纳入 74 例 KOA 患者,按 1:1 分为试验组与对照组,每组 37 例。试验组采用理筋正骨手法联合 PNF 治疗,对照组仅采用 PNF 治疗,干预周期为 8 周。以 VAS、KOOS、CCI、TUGT、步态参数及基于 VAS 的临床总有效率为评价指标,评价两种方案的疗效差异。结果表明,理筋正骨手法联合 PNF 在 8 周内,可进一步改善 KOA 患者的 VAS 评分、CCI、KOOS(疼痛、症状、运动及娱乐、生活质量维度)得分以及步频。交

表 6 两组患者治疗前后步态数据比较($\bar{x}\pm s, n=37$)Table 6 Comparison of gait parameters between the two groups of patients before and after treatment ($\bar{x}\pm s, n=37$)

组别	指标	治疗前	治疗后 4 周	治疗后 8 周	时间主效应 F	组别效应 F	交互效应 F
试验组	步速/(cm/s)	57.44±4.74	58.96±4.49	59.26±4.45	$F=1.532, P=0.220$	$F=13.15, P=0.001$	$F=0.345, P=0.709$
	步频/(步/min)	87.23±12.34	98.06±10.31	107.29±8.23	$F=15.077, P<0.001$	$F=13.69, P=0.001$	$F=13.775, P<0.001$
	步长/cm	46.57±5.33	52.14±5.10	54.61±5.01	$F=44.462, P<0.001$	$F=9.37, P=0.003$	$F=0.982, P=0.377$
对照组	步速/(cm/s)	55.51±3.74	55.88±5.53	56.28±6.11			
	步频/(步/min)	91.93±9.90	92.44±10.68	92.37±14.34			
	步长/cm	45.55±5.45	48.99±3.13	52.09±5.27			

注:Mauchly 球形检验数据满足球形假设($P>0.05$),故采用假设球形度结果。

表 7 两组患者临床疗效比较[例(%), $n=37$]Table 7 Comparison of clinical efficacy between the two groups of patients (cases, %, $n=37$)

组别	痊愈	显效	有效	无效	总有效	Z 值	P 值
试验组	0	18	15	4	33(89.19%)	-5.03	$P<0.001$
对照组	0	1	19	17	20(54.05%)		

互效应分析显示,试验组在上述指标的改善幅度上显著优于单纯 PNF 治疗;此外,基于 VAS 评分的总体疗效评价也显示,联合治疗组的总有效率显著更高,进一步从临床综合疗效的角度证实了联合干预的优势。本研究结果表明,在规范 PNF 训练基础上联合理筋正骨手法,可在疼痛缓解、下肢神经肌肉协同改善及膝关节功能恢复等方面较单纯 PNF 获得更为明显的疗效。

联合干预优势的形成,可能因为理筋正骨手法为 PNF 训练创造了更好的执行基础。KOA 患者普遍存在软组织紧张、筋膜滑动受限及关节微小活动障碍等结构性问题,这些因素可通过增加疼痛和限制活动范围,降低 PNF 训练的质量^[8-11]。本研究中,理筋正骨手法通过松解高张力的软组织、改善筋膜延展性及小幅度关节滑动调节^[10],使患者在 PNF 训练前获得更佳的无痛活动度和局部组织弹性,从而有利于后续 PNF 的有效实施。

除上述结构层面外,在神经肌肉机制层面,本研究通过表面肌电分析,重点关注股内侧肌与内侧腓肠肌的协同变化。既往研究表明,KOA 患者常表现为保护性共激活增强、肌肉激活紊乱及神经肌肉控制能力下降,进而导致 CCI 升高、关节负荷增加及步态效率下降^[17-19]。本研究中,试验组 CCI 显著下降,说明过度的保护性共激活状态得到改善,下肢神经肌肉协同模式更为合理;同时,步频的显著提升与 CCI 的改善趋势相关联,提示优化肌肉协同可能是

改善步态节奏与运动功能的重要途径之一^[18]。上述发现支持了近年来提出的 KOA 不仅存在关节结构退变,同时伴随神经肌肉控制功能异常的观点^[19]。

与既往单纯采用中医手法或单纯康复训练治疗 KOA 的研究相比,本研究在干预组合模式、评价维度与机制阐释三方面具有一定创新性。既往研究多单独验证理筋正骨手法在缓解疼痛、改善关节活动度方面的作用,或单独探讨 PNF 训练对神经肌肉控制与功能的影响,较少将二者进行规范联合并开展严格随机对照研究。本研究在标准化 PNF 训练基础上联用可量化、小幅度的理筋正骨手法,既通过筋膜松解、关节微调优化膝关节局部力学环境^[8-11],为功能训练创造无痛、稳定的结构条件,又借助 PNF 实现神经肌肉控制的重建,形成先调整结构、再重建功能的一体化干预思路。同时,本研究引入 sEMG、CCI 及步态分析等客观生物力学指标,不仅从临床症状与功能量表层面评价疗效,更从神经肌肉协同、肌肉共收缩模式、步态节律等机制层面揭示联合干预的增效原因,为中医手法联合现代康复技术治疗 KOA 提供了更为客观、量化的循证依据,也为阐释神经肌肉协同调控机制补充了新的研究证据^[19]。

本研究存在一定局限性。首先,TUGT、步速、步长及 KOOS 日常生活活动维度等功能性指标未显示出显著交互效应,提示两组在这些指标的改善幅度上差异有限。可能与干预周期相对较短、基础康复训练已产生明显效果、联合干预的增量效应较小有关。其次,本研究采用 VAS 疼痛改善率(尼莫地平法)进行疗效评价,虽具有简便易行的特点,但 VAS 仅为单维度疼痛指标,难以全面覆盖膝关节功能、肌肉协同及中医证候等多维变化;且疗效分级标准尚未完全统一,试验组总有效率 89.18%的结果仍需审慎解读。此外,受干预方式所限,本研究无法对患者

及治疗师实施双盲,可能存在一定评估偏倚;同时为单中心研究,结果的外推性受到一定限制。8周干预时长亦不足以观察长期疗效与复发情况。未来可开展多中心、长随访周期的随机对照研究,采用多维功能量表与标准化中医证候量表进行综合评价,并结合影像学、生物力学建模等技术,进一步探讨理筋正骨手法联合PNF治疗膝骨关节炎的长期疗效、最佳疗程及作用机制。

本研究通过随机对照试验表明,理筋正骨手法联合PNF训练较单纯PNF训练可更有效缓解膝骨关节炎患者疼痛,改善下肢神经肌肉协同功能,并在膝关节疼痛、症状、运动及娱乐和生活质量等功能维度上表现出一定优势,同时可提高步频水平。该联合干预模式为膝骨关节炎的中西医结合康复提供了循证支持,具有较好的安全性。

参考文献

- [1] LOESER R F, GOLDRING S R, SCANZELLO C R, et al. Osteoarthritis: A disease of the joint as an organ[J]. *Arthritis & Rheumatism*, 2012, 64(6): 1697-1707.
- [2] ALLEN K D, THOMA L M, GOLIGHT Y M. Epidemiology of osteoarthritis[J]. *Osteoarthritis and Cartilage*, 2022, 30(2): 184-195.
- [3] HILIGSMANN M, COOPER C, ARDEN N, et al. Health economics in the field of osteoarthritis: An expert's consensus paper from the european society for clinical and economic aspects of osteoporosis and osteoarthritis (ESCEO)[J]. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, 2013, 43(3): 303-313.
- [4] KOLASINSKI S L, NEOGI T, HOCHBERG M C, et al. 2019 American college of rheumatology/arthritis foundation guideline for the management of osteoarthritis of the hand, hip, and knee[J]. *Arthritis & Rheumatology*, 2020, 72(2): 220-233.
- [5] BANNURU R R, OSANI M C, VAYSBROT E E, et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee, hip, and polyarticular osteoarthritis[J]. *Osteoarthritis and Cartilage*, 2019, 27(11): 1578-1589.
- [6] NAFEEES K, BAIG A A M, ALI S S, et al. Dynamic soft tissue mobilization versus proprioceptive neuromuscular facilitation in reducing hamstring muscle tightness in patients with knee osteoarthritis: A randomized control trial[J]. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2023, 24(1): 447.
- [7] 韩雪,任冰,刘云,等.膝骨关节炎患者自我管理措施及干预模式研究进展[J]. *河北医药*, 2020, 42(8): 1240-1245.
- [8] 程露露,扈盛,陈朝晖,等.理筋正骨手法重建膝关节炎症患者股四头肌-髌韧带生物力学稳态及功能:一项随机对照试验[J]. *南京中医药大学学报*, 2025, 41(10): 1365-1372.
- [9] 李锡,杨立英,张永旺,等.三种中医理筋正骨手法治疗膝骨关节炎随机对照研究[J]. *中国中西医结合杂志*, 2024, 44(11): 1307-1313.
- [10] 程露露,陈朝晖,吴庆港,等.理筋正骨手法联合运动疗法治疗膝骨关节炎30例临床观察[J]. *甘肃中医药大学学报*, 2018, 35(5): 54-58.
- [11] 韩思宇,李多多,蔡美玲,等.中医宫廷理筋术手法与现代关节松动术手法干预膝骨关节炎的比较研究[J]. *中国全科医学*, 2023, 26(2): 210-219.
- [12] 中华医学会骨科学分会关节外科学组.骨关节炎诊疗指南(2018年版)[J]. *中华骨科杂志*, 2018, 38(12): 705-715.
- [13] 中华中医药学会.膝骨关节炎中西医结合诊疗指南(2023年版)[J]. *中医正骨*, 2023, 35(6): 1-10.
- [14] GAO B, LI L, SHEN P X, et al. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching in relieving pain and balancing knee loading during stepping over obstacles among older adults with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial[J]. *PLoS One*, 2023, 18(2): e0280941.
- [15] 倪博然,赵进喜,黄为钧,等.基于视觉模拟评分法探究中医临床疗效评价新方法[J]. *中华中医药杂志*, 2021, 36(1): 288-292.
- [16] ROOS E M. 30 years with the knee injury and osteoarthritis outcome score (KOOS)[J]. *Osteoarthritis and Cartilage*, 2024, 32(4): 421-429.
- [17] 邵云博,郭珈宜,李峰,等.膝骨关节炎患者下肢表面肌电信号特征及其运动康复的研究进展[J]. *医学新知*, 2024, 34(8): 927-935.
- [18] SHIMIZU H, SHIMOURA K, IJIMA H, et al. Functional manifestations of early knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis[J]. *Clinical Rheumatology*, 2022, 41(9): 2625-2634.
- [19] MILLS K, HUNT M A, LEIGH R, et al. A systematic review and meta-analysis of lower limb neuromuscular alterations associated with knee osteoarthritis during level walking[J]. *Clinical Biomechanics*, 2013, 28(7): 713-724.
- [20] PODSIADLO D, RICHARDSON S. The timed "up & go": A test of basic functional mobility for frail elderly persons[J]. *Journal of the American Geriatrics Society*, 1991, 39(2): 142-148.
- [21] 王欣,罗文,黄文泽,等.单侧膝骨关节炎临床分期与双足足底压力的相关性[J]. *中国组织工程研究*, 2021, 25(27): 4312-4317.

(本文编辑 苏维)