

· 临床研究 ·

体外冲击波联合等速肌力训练对膝骨关节炎患者肌力、本体感觉及关节功能的影响

郭凯锋¹ 韩佩洁² 黄臻¹ 杨文¹ 刘超³ 徐颖³ 陈玉玲¹ 赵颖¹ 唐慧娴¹¹广州市番禺区中心医院康复医学科, 广州 511400; ²广州市番禺区第二人民医院口腔科, 广州 511430; ³佛山市南海区中医院康复医学科, 佛山 528200

通信作者: 黄臻, Email: 473969964@qq.com

【摘要】 目的 观察体外冲击波疗法 (ESWT) 联合等速肌力训练对轻中度膝骨关节炎 (KOA) 患者肌力、本体感觉及关节功能的影响。**方法** 采用随机数字表法将 60 例轻中度 KOA 患者分为观察组及对照组, 每组 30 例。2 组患者均给予等速肌力训练, 每次训练 30 min, 每周训练 3 次; 观察组同时辅以 ESWT 治疗, 每周治疗 1 次。于治疗前、治疗 6 周后采用等速训练仪检测患者膝关节屈、伸肌群峰力矩 (PT); 采用 PK254 动静平衡仪评估患者本体感觉功能情况, 具体检测指标包括平均轨迹误差和平均负重力量差; 采用西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎 (WOMAC) 指数、Lequesne 指数评估患者膝关节功能情况。**结果** 治疗 6 周后观察组患者膝关节伸肌 PT 值 [(80.58±16.63) N·m]、屈肌 PT 值 [(58.27±11.25) N·m]、平均轨迹误差 [(20.33±6.72)%]、平均负重力量差 [(0.72±0.26) kg]、WOMAC 指数 [(23.85±7.93) 分] 及 Lequesne 指数 [(6.25±2.31) 分] 均较治疗前、对照组明显改善 ($P<0.05$)。**结论** ESWT 联合等速肌力训练治疗轻中度 KOA 患者疗效显著, 能进一步改善患者膝关节肌力及本体感觉功能, 加速膝关节功能恢复。

【关键词】 体外冲击波; 等速肌力训练; 膝骨关节炎; 肌力; 本体感觉**基金项目:** 广州市中医药和中西医结合科技项目 (20192A010030)**Funding:** Guangzhou Traditional Chinese Medicine and Integrated Chinese and Western Medicine Science and Technology Project (20192A010030)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.11.012

膝骨关节炎 (knee osteoarthritis, KOA) 属于慢性退行性疾病, 患者以关节疼痛、畸形、功能障碍等为主要临床表现^[1]。据统计, 中老年人群 KOA 发病率高达 37%, 且患者多有肌力及本体感觉减弱等问题^[2]。由于肌力、本体感觉与膝关节稳定性、功能密切相关^[2], 故如何改善肌力及本体感觉对 KOA 患者具有重要临床意义。等速肌力训练被认为是有效的肌力训练方法之一, 已被证实能显著改善 KOA 患者肌力^[3]。体外冲击波疗法 (extracorporeal shock wave therapy, ESWT) 是一种无创、安全、有效的治疗手段, 已有研究指出 ESWT 能缓解 KOA 患者疼痛, 改善膝关节活动度^[4-5]。基于此, 本研究联合采用 ESWT 及等速肌力训练治疗 KOA 患者, 并观察治疗后患者膝关节肌力、本体感觉以及功能改善情况, 现报道如下。

对象与方法

一、对象及分组

患者纳入标准包括: ①均符合 2007 年中华医学会骨科学分会制订的 KOA 诊断标准^[6], 患者年龄 45~60 岁; ②单侧膝关节

患病, Kellgren-Lawrence 分级为 II~III 级; 生命体征平稳, 能耐受等速肌力训练; ③对本研究知晓并签署知情同意书。患者排除标准包括: ①过去 6 个月内膝关节有外伤; ②既往有膝关节手术史; ③患有膝关节感染性疾病; ④患有代谢性关节炎; ⑤近期有膝关节腔内注射史; ⑥患有严重心血管病、肺脏疾病或其它重要器官严重疾病等。本研究同时经广州市番禺区中心医院伦理委员会审批 (PYRC-2018-018)。

选取 2020 年 5 月至 2021 年 3 月期间在广州市番禺区中心医院治疗的 60 例 KOA 患者作为研究对象, 采用随机数字表法将其分为观察组及对照组, 每组 30 例。2 组患者一般资料情况 (详见表 1) 经统计学比较, 发现组间差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 具有可比性。

二、治疗方法

观察组患者给予等速肌力训练及 ESWT 治疗。等速肌力训练采用德国产 ISO-MED2000 型等速训练仪, 设置膝关节屈/伸模式, 角速度为 60°/s, 关节活动范围为 0~100°。训练时患者取坐位, 先让患者在无痛活动范围内进行训练, 随着患者肌

表 1 入选时 2 组患者一般资料情况比较

组别	例数	性别 (例)		年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	体重指数 (kg/m ² , $\bar{x}\pm s$)	患病侧别 (例)		K-L 分级 (例)	
		男	女			左侧	右侧	II 级	III 级
对照组	30	13	17	47.3±8.5	26.1±2.9	14	16	24	6
观察组	30	11	19	49.2±7.9	25.5±2.4	15	15	22	8

力及疼痛病情改善,逐步增加关节活动范围;治疗全程中训练仪屏幕能提供视觉反馈信息,同时嘱患者体验关节在不同角度时的用力情况,每次训练 30 min,每周训练 3 次,连续训练 6 周。待等速肌力训练结束后辅以 ESWT 治疗,选用瑞士产 EMS-DOLORCLAST 型分散状冲击波治疗仪,治疗前向患者详细介绍注意事项,治疗时患者保持坐位,标记膝关节在伸直位及屈曲位时的痛点(约 4~5 个)。上述痛点经涂抹耦合剂后,将治疗头以适当压力紧贴疼痛部位,冲击波频率设置为 6 Hz,能量密度逐步提升至 0.25 mJ/mm²,每个痛点冲击 800~1000 次,总冲击次数控制在 4000 次左右,每周治疗 1 次,连续治疗 6 周。

对照组患者等速肌力训练方法及疗程同观察组,但在进行 ESWT 治疗时将能量密度调整为 0,其他治疗参数均与观察组相同。

三、疗效评价分析

于治疗前、治疗 6 周后由同一位医师(对分组不知情)对 2 组患者进行疗效评估,具体评定内容包括以下方面。

1.膝关节屈、伸肌力检测:选用 ISO-MED2000 型等速训练仪,患者体位及训练仪参数设置同上,角速度为 60°/s,嘱患者用最大力量做 10 组屈伸运动,取中间 5 组数据并计算平均值,具体检测指标包括膝关节伸肌、屈肌峰力矩(peak torque,PT),PT 值越大表示肌力越强^[3]。

2.本体感觉评估:采用意大利产 PK254 型动静态平衡仪检测患者本体感觉功能,根据相关标准将平衡板阻力值设置为“5”,负重值设置为 50%,圈数设置为“5”。在正式测试时,嘱患者膝关节发力带动踝关节运动,按照系统所示轨迹图,并尽量在最短时间内,以最优路径通过膝、踝关节控制平衡板倾斜度来描记轨迹,连续测试 3 次取平均值。具体检测指标包括:①平均轨迹误差,指受试者完成轨迹与系统给定轨迹之间的误差,平均轨迹误差反映受试者运动控制能力情况,其数值越小表明受试者本体感觉功能越好;②平均负重力量差,该指标主要反映受试者负重力量控制水平,其数值越小表明受试者本体感觉功能越好^[7]。

3.膝关节功能评估:分别采用西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数(Western Ontario and McMaster Universities osteoarthritis index,WOMAC)及 Lequesne 指数评估患者膝关节功能,WOMAC 评定项目涉及疼痛、僵硬、功能共 24 个条目,满分 96 分,得分越高表示膝关节功能越差^[8];Lequesne 指数评定内容包括日常生活活动、疼痛或不适感、最远步行距离共 3 部分,满分 24 分,得分越高表示膝关节功能越差^[8]。

四、统计学分析

本研究所得计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示,采用 SPSS 18.0 版统计学软件包进行数据分析,符合正态分布的计量资料组内比较采用配对样本 *t* 检验,组间比较采用独立样本 *t* 检验,如不符合正态分布则采用秩和检验进行比较,计数资料比较采用 χ^2 检验, $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

结 果

一、治疗前、后 2 组患者膝关节肌力比较

治疗前 2 组患者膝关节屈、伸肌 PT 值组间差异均无统计学意义($P>0.05$);治疗后 2 组患者膝关节屈、伸肌 PT 值均较治疗前明显提高($P<0.05$),并且观察组屈、伸肌 PT 值亦显著高于

对照组水平,组间差异均具有统计学意义($P<0.05$),具体数据见表 2。

表 2 治疗前、后 2 组患者膝关节屈、伸肌 PT 值比较($N\cdot m,\bar{x}\pm s$)

组别	例数	伸肌 PT 值	屈肌 PT 值
对照组			
治疗前	30	41.16±11.50	26.84±8.03
治疗后	30	71.16±17.63 ^a	48.40±10.62 ^a
观察组			
治疗前	30	42.29±12.38	27.63±9.17
治疗后	30	80.58±16.63 ^{ab}	58.27±11.25 ^{ab}

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$;与对照组相同时间点比较,^b $P<0.05$

二、治疗前、后 2 组患者本体感觉功能比较

治疗前 2 组患者平均轨迹误差、平均负重力量差组间差异均无统计学意义($P>0.05$);治疗后 2 组患者平均轨迹误差、平均负重力量差均较治疗前明显改善($P<0.05$),并且观察组上述指标改善幅度亦显著优于对照组水平,组间差异均具有统计学意义($P<0.05$),具体数据见表 3。

表 3 治疗前、后 2 组患者本体感觉功能情况比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	平均轨迹误差 (%)	平均负重力量差 (kg)
对照组			
治疗前	30	29.02±7.89	1.41±0.32
治疗后	30	25.46±5.81 ^a	1.04±0.33 ^a
观察组			
治疗前	30	29.37±8.13	1.49±0.28
治疗后	30	20.33±6.72 ^{ab}	0.72±0.26 ^{ab}

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$;与对照组相同时间点比较,^b $P<0.05$

三、治疗前、后 2 组患者膝关节功能比较

治疗前 2 组患者 WOMAC、Lequesne 指数评分组间差异均无统计学意义($P>0.05$);治疗后 2 组患者 WOMAC、Lequesne 指数评分均较治疗前明显改善($P<0.05$),并且观察组上述指标改善幅度亦显著优于对照组水平,组间差异均具有统计学意义($P<0.05$),具体数据见表 4。

表 4 治疗前、后 2 组患者膝关节功能改善情况比较(分, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	WOMAC 指数	Lequesne 指数
对照组			
治疗前	30	35.48±8.76	11.01±2.23
治疗后	30	30.56±8.62 ^a	9.41±2.26 ^a
观察组			
治疗前	30	35.66±7.85	11.25±2.30
治疗后	30	23.85±7.93 ^{ab}	6.25±2.31 ^{ab}

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$;与对照组相同时间点比较,^b $P<0.05$

讨 论

本研究结果显示,治疗后 2 组患者膝关节屈、伸肌 PT 值、平均轨迹误差、平均负重力量差、WOMAC 及 Lequesne 指数评分均较治疗前明显改善($P<0.05$),并且观察组上述指标改善幅

度亦显著优于对照组水平 ($P<0.05$), 表明 ESWT 联合等速肌力训练治疗 KOA 患者具有协同作用, 能进一步改善患者膝关节肌力、本体感觉及活动功能, 其疗效优于单纯等速肌力训练。

以肌力训练为主的运动干预是保守治疗 KOA 的首选方法^[9]; 肌力训练在保护关节、预防损伤、自我管理以及延缓功能衰退等方面具有重要意义^[10-11]。本研究选择的等速向心肌力训练兼具等张收缩和等长收缩优点, 患者既可进行全关节范围肌力训练 (类似等张收缩), 又能在全关节活动范围任意一点产生最大力矩 (类似等长收缩)。有文献报道, 等速肌力训练在提高 KOA 患者膝关节周围肌群肌力、平衡及步行能力方面确有显著疗效^[11-12]。本研究对照组患者经 6 周等速肌力训练后, 发现其膝关节屈、伸肌 PT 值、平均轨迹误差、平均负重力量差等指标均较治疗前明显改善 ($P<0.05$), 提示等速肌力训练能改善 KOA 患者膝关节肌力及本体感觉功能, 与卢岩岩等^[13]报道结果基本一致。其治疗机制包括: 等速肌力训练能增强膝关节局部肌肉 (尤其是股四头肌、腘绳肌) 肌力, 改善膝关节稳定性, 延缓软骨组织进一步退变^[14]; 另外在训练过程中通过反复刺激股四头肌、腘绳肌快速收缩, 能提高机体神经-肌肉反射弧的反馈及应激能力, 增强膝关节本体感受器对压力负荷信息传导的敏感性, 提高对关节角度位置的动态感知能力; 再加上视觉反馈以及治疗师言语刺激, 可向中枢神经系统输入大量本体运动及皮肤感觉信息, 从而促进患者膝关节本体感觉功能恢复^[15]。

2019 年有专家共识推荐采用 ESWT 治疗 KOA^[5], 但目前仍缺乏统一的治疗方案。本研究采用的冲击波频率 (6 Hz) 及能量密度 (0.25 mJ/mm^2) 主要参照国内、外相关临床报道^[5]。本研究观察组患者经 6 周等速肌力训练及 ESWT 治疗后, 其膝关节屈、伸肌 PT 值、平均轨迹误差、平均负重力量差等指标均较治疗前及对照组明显改善 ($P<0.05$), 提示 ESWT 能进一步改善 KOA 患者膝关节肌力及本体感觉功能。其治疗机制包括: ESWT 能对神经末梢组织产生超强刺激, 减少疼痛介质 P 物质释放^[16], 具有良好的镇痛作用, 这可能是其改善 KOA 患者本体感觉功能的主要原因^[7]; 另外 ESWT 治疗过程中可产生局部机械振动, 能反复刺激皮肤、关节、韧带及肌肉中的本体感受器, 并持续将关节位置、组织形变等信息传入中枢组织, 能缓解膝关节局部高张力状态, 增加膝周软组织延展性, 改善关节活动度以及神经肌肉控制能力, 从而促进膝关节本体感觉功能恢复^[2,4,17]。

综上所述, 本研究结果表明, ESWT 联合等速肌力训练治疗轻中度 KOA 患者疗效显著, 能进一步增强患者膝关节肌力及本体感觉功能, 促进膝关节功能恢复, 并且该联合疗法还具有操作方便、安全性高、患者依从性好等优点, 值得临床推广、应用。需要指出的是, 本研究还存在诸多不足, 如样本量较小、ESWT 治疗参数有待优化、未考虑心理因素影响、未进行长期随访等, 后续研究将针对上述不足进一步完善。

参 考 文 献

- [1] Roos EM, Arden NK. Strategies for the prevention of knee osteoarthritis [J]. Nat Rev Rheumatol, 2016, 12 (2): 92-101. DOI: 10.1038/nr-rheum.2015.135.
- [2] Holla JF, van der Leeden M, Peter WF, et al. Proprioception, laxity, muscle strength and activity limitations in early symptomatic knee osteoarthritis: results from the CHECK cohort [J]. J Rehabil Med, 2012, 44

(10): 862-868. DOI: 10.2340/16501977-1029.

- [3] Hall M, Hinman RS, Wrigley TV, et al. Knee extensor strength gains mediate symptom improvement in knee osteoarthritis: secondary analysis of a randomised controlled trial [J]. Osteoarthritis Cartilage, 2018, 26 (4): 495-500. DOI: 10.1016/j.joca.2018.01.018.
- [4] Chen TW, Lin CW, Lee CL, et al. The efficacy of shock wave therapy in patients with knee osteoarthritis and popliteal cyst [J]. Kaohsiung J Med Sci, 2014, 30 (7): 362-370. DOI: 10.1016/j.kjms.2014.03.006.
- [5] 中华医学会物理医学与康复学分会, 肌肉骨骼疾病体外冲击波治疗专家共识组. 肌肉骨骼疾病体外冲击波治疗专家共识 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2019, 41 (7): 481-487. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.07.001.
- [6] 中华医学会骨科学分会. 骨关节炎诊治指南 (2007 年版) [J]. 中华骨科杂志, 2007, 27 (10): 793-796. DOI: 10.3760/j.issn.0253-2352.2007.10.016.
- [7] 王晓玲, 王芄斌, 刘巧灵, 等. 老年膝骨关节炎患者膝关节本体感觉与疼痛和功能的相关性 [J]. 中国老年学杂志, 2017, 37 (11): 2761-2763. DOI: CNKI: SUN: ZLXZ.0.2017-11-073.
- [8] Konstantinidis GA, Aletras VH, Kanakari KA, et al. Comparative validation of the WOMAC osteoarthritis and Lequesne algofunctional indices in Greek patients with hip or knee osteoarthritis [J]. Qual Life Res, 2014, 23 (2): 539-548. DOI: 10.1007/s11136-013-0490-x.
- [9] 叶海霞, 谭波涛, 贾功伟, 等. 膝关节骨性关节炎的物理治疗进展 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2020, 42 (9): 853-857. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.09.02.
- [10] Sharma L. Osteoarthritis of the knee [J]. N Engl J Med, 2021, 384 (1): 51-59. DOI: 10.1056/NEJMc1903768.
- [11] 雒晓甜, 梁英, 李鹏, 等. 等速肌力训练联合关节腔内注射及关节松动术治疗膝骨性关节炎的疗效观察 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2014, 36 (6): 440-444. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2014.06.010.
- [12] 何柳, 胡龙, 余航. 等速离心运动对膝骨性关节炎患者平衡与步行能力的影响 [J]. 广东医学, 2016, 37 (21): 3248-3250. DOI: 10.3969/j.issn.1001-9448.2016.21.030.
- [13] 卢岩岩, 许学猛, 刘文刚, 等. 小针刀联合等速肌力训练对膝骨关节炎患者肌力、本体感觉的影响 [J]. 辽宁中医杂志, 2019, 46 (10): 2165-2167. DOI: 10.13192/j.issn.1000-1719.2019.10.045.
- [14] Chang J, Liao Z, Lu M, et al. Systemic and local adipose tissue in knee osteoarthritis [J]. Osteoarthritis Cartilage, 2018, 26 (7): 864-871. DOI: 10.1016/j.joca.2018.03.004.
- [15] 李辉萍, 宋涛, 邓景贵, 等. 本体感觉神经肌肉促进技术对膝骨关节炎患者本体感觉及平衡能力的影响 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2017, 39 (6): 456-459. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2017.06.015.
- [16] Kawcak CE, Frisbie DD, McIlwraith CW. Effects of extracorporeal shock wave therapy and polysulfated glycosaminoglycan treatment on subchondral bone, serum biomarkers, and synovial fluid biomarkers in horses with induced osteoarthritis [J]. Am J Vet Res, 2011, 72 (6): 772-779. DOI: 10.2460/ajvr.72.6.772.
- [17] Trans T, Aaboe J, Henriksen M, et al. Effect of whole body vibration exercise on muscle strength and proprioception in females with knee osteoarthritis [J]. Knee, 2009, 16 (4): 256-261. DOI: 10.1016/j.knee.2008.11.014.

(修回日期: 2021-08-03)

(本文编辑: 易 浩)