

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

李辉萍 宋涛 邓景贵 江妮 张麓

【摘要】 目的 探讨本体感觉神经肌肉促进(PNF)技术训练对膝骨关节炎(KOA)患者膝关节本体感觉及平衡能力的影响。**方法** 选取符合入组标准的 KOA 患者 40 例,按随机数字表法分为实验组和对照组,每组 20 例。实验组接受 PNF 技术锻炼,包括等张组合、节律性稳定和动态逆转技术;对照组接受规范的患侧股四头肌肌力训练。采用膝关节再成角试验评估本体感觉,采用单腿站立测试(OLS)和 5 次坐立试验(FTSST)评估患者的平衡能力。**结果** 实验组治疗前后的膝关节 30°、60°、110° 主动成角误差与被动成角误差差异有统计学意义($P < 0.05$),对照组治疗前后的膝关节各角度主动成角误差与被动成角误差差异无统计学意义($P > 0.05$)。治疗后,实验组的膝关节各角度主动成角误差及被动成角误差明显小于对照组治疗后($P < 0.05$)。实验组治疗后的 OLS 与 FTSST 时间亦明显优于组内治疗前($P < 0.05$);但对照组治疗后的 OLS 时间与治疗前相比,差异无统计学意义($P > 0.05$),而 FTSST 时间明显短于组内治疗前($P < 0.05$)。实验组治疗后的 OLS 与 FTSST 时间明显优于对照组治疗后($P < 0.05$)。**结论** PNF 技术可显著改善 KOA 患者膝关节本体感觉及平衡能力。

【关键词】 骨关节炎,膝; 本体感觉; 平衡功能; 神经肌肉促进技术

Proprioceptive neuromuscular facilitation can improve the proprioception and balance of persons with osteoarthritis of the knee Li Huiping, Song Tao, Deng Jinggui, Jiang Ni, Zhang Chi. Department of Rehabilitation, Hunan Provincial People's Hospital, Changsha 410016, China

Corresponding author: Song Tao, Email: songtaorehab@163.com

【Abstract】 Objective To explore any effect of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) on the proprioception and balance of patients with knee osteoarthritis (KOA). **Methods** Forty patients with KOA were randomly divided into an experimental group (EG) and a control group (CG), each of 20. The PNF techniques of isotonic combined contraction, and rhythmic stable and dynamic reversal were applied in the EG, while the CG received quadriceps muscle strength training. Knee proprioception was evaluated using knee angle reconstruction experiments, and balance ability was measured using the one leg standing test (OLS) and the five times sit to stand test (FTSST). **Results** The errors in active and passive knee angle reconstruction at 30°, 60° and 110° all improved significantly in the EG, but not in the CG. After the treatment, the OLS and FTSST results improved significantly in the EG, but only the OLS results improved significantly in the CG, not the FTSST times. Even so, the average OLS time in the EG was significantly longer than that of the CG after the training. **Conclusion** Proprioceptive neuromuscular facilitation can improve the proprioception and balance of persons with knee osteoarthritis.

【Key words】 Osteoarthritis; Knees; Proprioception; Balance; Neuromuscular facilitation

膝骨关节炎(knee osteoarthritis, KOA)是康复科常见的骨关节系统疾病之一,调查显示老年人膝痛和 KOA 的患病率分别为 23.1% 和 21.7%^[1]。KOA 的主要临床表现为膝关节肿胀、疼痛、膝关节周围肌力下降、关节活动障碍等,对患者步行、上下楼梯等下肢关节功能也会产生不同程度的影响。KOA 的非手术治疗方法主要包括物理因子治疗、中药熏蒸、针

灸、玻璃酸钠关节腔注射等,这些方法可在一定程度上缓解相关症状,但对患者关节功能改善方面无明显作用。近年来以下肢肌力训练为代表的运动疗法在改善 KOA 患者的关节功能方面得到应用并取得满意的效果^[2],本体感觉神经肌肉促进技术(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)是常用的 KOA 患者运动疗法技术之一^[3]。KOA 患者由于关节软骨退变、关节软骨内的本体感受器及神经受到破坏,对维持机体平衡的本体感觉传入能力亦受到不良影响,从而导致患者平衡能力下降^[4]。关于 PNF 技术

对 KOA 患者本体感觉及下肢平衡能力方面的研究目前尚少见报道。本研究旨在比较 PNF 技术与股四头肌肌力训练对 KOA 患者膝关节本体感觉与平衡能力的影响。

资料与方法

一、研究对象及分组

入选标准:①符合中华医学会骨科学分会制订的《骨关节炎诊治指南》(2007 版)中的 KOA 诊断标准^[5];②年龄 50~80 岁;③单侧患病,患侧膝关节可屈曲 120°以上;④膝关节正侧位平片示 Kellgren-Lawrence 分级^[6]为 II~III 级;⑤未接受过膝关节手术治疗或膝关节腔内注射治疗;⑥签署知情同意书。

排除标准:①严重心、肺、脑疾病,或肝肾功能不全者;②有神经肌肉系统疾病病史可能影响本体感觉者,如脑卒中、帕金森病、糖尿病性周围神经病等;③有下肢或躯干运动系统疾病病史可能影响本体感觉者,如骨折、肌腱断裂、腰椎间盘突出等;④膝关节严重肿胀、疼痛;⑤认知障碍不能配合测试。

选取 2015 年 8 月至 2016 年 7 月在湖南省人民医院康复医学科就诊符合上述标准的 KOA 患者 40 例,按随机数字表法分为实验组和对照组,每组 20 例,其中男 23 例,女 17 例;平均年龄(58.2±7.4)岁,平均体重(69.5±8.4)Kg,平均身高(165.7±7.1)cm,左侧 KOA 患者 19 例,右侧 KOA 患者 21 例。2 组患者的性别、平均年龄、平均体重、平均身高及病变侧别等一般临床资料经统计学分析比较,差异无统计学意义,具有可比性。详见表 1。

表 1 2 组患者一般情况

| 组别 | 例数 | 性别(例) | | 平均年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$) | 平均体重 (kg, $\bar{x}\pm s$) |
|-----|----|-------|---|------------------------------|-------------------------------|
| | | 男 | 女 | | |
| 实验组 | 20 | 11 | 9 | 57.3±8.5 | 67.3±9.1 |
| 对照组 | 20 | 12 | 8 | 59.7±7.9 | 70.2±7.1 |

| 组别 | 例数 | 平均身高 (cm, $\bar{x}\pm s$) | 侧别(例) | |
|-----|----|-------------------------------|-------|----|
| | | | 左 | 右 |
| 实验组 | 20 | 167.3±10.1 | 9 | 11 |
| 对照组 | 20 | 163.3±8.1 | 10 | 10 |

二、研究方法

实验组患者接受患侧下肢的 PNF 技术训练,对照组患者接受正规的患侧股四头肌肌力训练。2 组方法训练治疗均为每日 1 次,每次 1 h,每周 6 d,共训练 4 周。具体训练方法如下。

1. PNF 训练方法:由一位受过专业 PNF 技术培训并取得认证的治疗师实施 PNF 训练^[3]。PNF 训练时,治疗师根据患者的体力及训练反应调整每组训练量及组间休息时间,并根据患者实际情况及治疗反应进行不同的组合。PNF 技术主要采用以下 3 种方法。①等

张组合——患者取坐位,膝关节起始位,可根据患者下肢膝关节肌力情况从不同的角度开始;开始时要求患者主动抗阻伸膝(或屈膝),在关节运动末端让患者抗阻保持稳定(稳定性收缩),患者达到稳定后治疗师加大力量缓慢将膝关节移回起始位(离心性收缩);②节律稳定——开始时治疗师抵抗患者的等长收缩(伸膝或屈膝肌群),此时膝关节维持原位,不产生运动;治疗师施加的阻力逐渐增加时,患者也相应增加力量,当达到患者所能承受的最大阻力时,治疗师用另一只手在患者同一部位的背面施加阻力;整个过程中主动肌和拮抗肌交替收缩,不产生膝关节运动,可在膝关节不同角度应用此技术;③动态逆转——要求患者主动伸膝(或屈膝),治疗师施加阻力,在接近关节活动范围末端时,治疗师接触患者的手变换为近端抵触,此时给患者一个信号并要求患者做相反方向的运动,整个运动过程中无停顿或放松。

2. 股四头肌肌力训练:由另一位康复治疗师指导患者进行常规肌力训练^[7]。①股四头肌等长收缩——患者仰卧膝关节伸展位,要求患者主动收缩股四头肌将腘窝努力向下压床面,可在患者膝下垫薄毛巾卷方便患者发力;开始时缓慢收缩,逐渐增加到的最大力量,保持 5 s 后放松,中间休息 1~2 min,反复训练 5~10 次;②股四头肌渐进抗阻训练——患者端坐,在患侧踝关节施加阻力,嘱患者抗阻伸膝至膝关节完全伸直,能够维持 10 s 所能承受的最大阻力称为 1 次最大重复值(1 repetition maximum, 1RM)^[7];训练时先以 1/2 的 1RM 进行抗阻伸膝锻炼,要求患者从膝关节屈曲 90°开始至完全伸直位,并维持 10 s,休息 10 s 后,以 3/4 的 1RM 重复上述动作,最后以 1RM 抗阻伸膝,此为 1 组训练。根据患者情况重复进行 3~5 组,每组间休息 5~10 s。每周应再次测量患者 1RM 值。

三、评价方法

所有评价测试由同一位具有 5 年以上康复临床诊疗经验且不了解患者分组情况的的医师负责,在肌力训练开始前和训练 4 周后进行评定。

1. 膝关节本体感觉测试:采用膝关节主动与被动成角误差^[8]反映患者膝关节本体感觉功能。开始测试前,向患者充分解释测试步骤。患者仰卧,蒙住双眼,充分暴露患侧下肢,将下肢置于持续关节被动活动机上(杭州正大医疗器械有限公司产,型号 YTK-E 型)。从膝关节完全伸直位开始以恒定的角速度进行膝关节被动屈曲运动,分别在 30°、60°、110°停留 10 s,让患者充分感知。①被动成角误差——回到膝关节伸直位再次开始膝关节被动屈曲,当患者认为运动到目标角度时按下停止按钮,记录实际角度与目标角度的

表 2 2 组患者治疗前、后膝关节再成角试验误差比较(°, $\bar{x} \pm s$)

| 组别 | 例数 | 30° | | 60° | | 110° | |
|-----|----|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | 主动成角误差 | 被动成角误差 | 主动成角误差 | 被动成角误差 | 主动成角误差 | 被动成角误差 |
| 实验组 | | | | | | | |
| 治疗前 | 20 | 6.37±1.23 | 6.71±0.95 | 6.41±2.11 | 6.78±1.98 | 5.98±1.37 | 6.42±1.54 |
| 治疗后 | 20 | 5.13±1.73 ^{ab} | 5.36±1.43 ^{ab} | 5.09±1.92 ^{ab} | 5.24±1.87 ^{ab} | 4.48±1.77 ^{ab} | 5.02±1.75 ^{ab} |
| 对照组 | | | | | | | |
| 治疗前 | 20 | 6.41±1.33 | 6.75±1.75 | 6.54±1.76 | 6.93±1.88 | 5.88±1.57 | 6.35±1.66 |
| 治疗后 | 20 | 6.25±1.54 | 6.56±1.36 | 6.27±1.62 | 6.37±1.65 | 5.54±1.39 | 6.38±2.31 |

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.05$;与对照组治疗后比较,^b $P < 0.05$

差值,重复测量 3 次,取平均值;②主动成角误差——回到膝关节伸直位后,患者主动进行膝关节屈曲运动,当患者认为达到目标角度时停止运动,测量实际角度与目标角度的差值,重复 3 次,取平均值。

2.平衡能力测试:①单腿站立测试(one leg standing test, OLS)——要求受试者闭眼用患侧单腿站立,测量受试者保持平衡的时间,共测量 3 次,取平均值;②5 次坐立试验(five times sit to stand test, FTSST)^[9]——受试者坐在 43 cm 高无扶手的椅子上,双脚着地,背部不贴靠椅背,双手交叉于胸前,在听到测试开始命令后,以尽可能快的速度完成 5 次起立和坐下动作(测试过程中要求受试者双手必须交叉于胸前不能分开,不能用手辅助站立,站立时要求膝关节完全伸直再进行坐下动作),记录受试者完成 5 次动作的时间,测试进行 3 次,取平均值。

四、统计学方法

使用 SPSS 19.0 版统计软件对所得数据进行统计学分析处理。计量资料符合正态分布的均以($\bar{x} \pm s$)表示。采用 T 检验比较 2 组患者治疗前后成角误差与平衡控制之间的差异。 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

结 果

一、膝关节本体感觉

治疗前,实验组的膝关节 30°、60°、110°主动成角误差及被动成角误差与对照组比较,组间差异均无统计学意义($P > 0.05$)。治疗后,实验组的膝关节各角度主动成角误差及被动成角误差较治疗前明显减小($P < 0.05$);对照组治疗后的膝关节各角度主动成角误差及被动成角误差与治疗前比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);实验组治疗后的膝关节各角度主动成角误差及被动成角误差明显小于对照组,组间差异有统计学意义($P < 0.05$)。详见表 2。

二、平衡能力

治疗前,实验组的 OLS 与 FTSST 时间与对照组同时间点比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。治疗后,实验组的 OLS 时间显著长于治疗前($P < 0.05$),FTSST 时间明显短于治疗前($P < 0.05$);对照组治疗

后的 OLS 时间与治疗前比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),而 FTSST 时间明显短于治疗前($P < 0.05$)。治疗后,实验组的 OLS 时间明显长于对照组,FTSST 时间明显短于对照组,组间差异有统计学意义($P < 0.05$)。详见表 3。

表 3 2 组患者治疗前、后 OLS 与 FTSST 时间比较($s, \bar{x} \pm s$)

| 组别 | 例数 | OLS 时间 | FTSST 时间 |
|-----|----|-------------------------|-------------------------|
| 实验组 | | | |
| 治疗前 | 20 | 6.43±1.12 | 11.54±2.45 |
| 治疗后 | 20 | 8.41±1.32 ^{ab} | 9.04±1.64 ^{ab} |
| 对照组 | | | |
| 治疗前 | 20 | 6.56±1.34 | 11.64±2.39 |
| 治疗后 | 20 | 7.49±1.53 | 10.44±2.54 ^a |

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.05$;与对照组治疗后比较,^b $P < 0.05$

讨 论

KOA 是以膝关节软骨退化损伤、关节边缘和软骨下骨反应性增生等为主要病理改变的老年慢性退行性疾病,其中下肢肌力和本体感觉能力下降在 KOA 发展过程中具有重要意义。KOA 患者由于疼痛制动等原因,造成股四头肌肌肉萎缩^[10],股四头肌力量下降又会进一步使膝关节稳定性降低、应力关系发生改变,进一步加重关节软骨的磨损。PNF 技术是康复科常用的神经肌肉促进技术,本研究显示,采用 PNF 技术治疗的患者其膝关节主动成角误差与被动成角误差都显著降低,而经常规股四头肌训练治疗的患者治疗前后膝关节成角误差无显著改善,差异无统计学意义($P > 0.05$),说明 PNF 训练可以显著改善 KOA 患者膝关节本体感觉。

PNF 技术的特点即通过刺激本体感受器,达到增强肌力、调节异常的张力和改善运动模式等作用。有研究显示 KOA 患者膝关节屈伸肌群肌力均显著下降^[11],提示 KOA 患者肌力训练应同时针对膝关节伸肌与屈肌。本研究使用的 PNF 技术包括等张组合、节律性稳定、动态逆转,通过膝关节屈伸肌群的等长收缩、离心收缩和向心收缩等不同收缩模式的组合最大

限度地刺激股四头肌及其拮抗肌群。国外有研究证实,PNF技术可显著改善膝关节活动范围和提高屈膝肌群肌电活动^[12],而常规股四头肌肌力训练,训练动作单一,尤其对腓肠肌等屈膝肌群刺激效果差。这可能是对照组膝关节成角误差没有显著变化的原因。

OLS和FTSST均是临床常用的姿势控制能力评价量表,常用于老年人跌倒风险测试^[13]、脑卒中患者平衡功能评估。本研究结果显示,实验组患者治疗后的OLS与FTSST均显著优于治疗前,而对照组只有FTSST治疗后较组内治疗前有显著改善($P<0.05$),而OLS无明显改善($P>0.05$)。OLS与受试者下肢整体功能相关,涉及踝关节、膝关节、髌关节、骨盆、躯干等全身多个节段,小腿三头肌、股四头肌、臀大肌、臀中肌、躯干肌等肌肉均参与维持身体平衡^[14]。PNF技术训练除针对局部肌肉外,还具有扩散效应^[15],在对肌力较强的肌肉进行抗阻时,兴奋可以扩散到周围肌肉;如对股四头肌进行PNF技术训练,兴奋可能扩展至骨盆、躯干等处肌肉,这可能是实验组患者单腿站立时间得到提高的原因,但尚需要采用表面肌电图测试进一步研究证实。FTSST与受试者下肢肌力,尤其是股四头肌肌力有显著相关性^[16],而PNF训练与常规股四头肌肌力训练均能有效改善股四头肌肌力,这可能是本研究中2组患者治疗后FTSST测试均明显改善的原因,但治疗后实验组的FTSST测试仍显著优于对照组,提示PNF技术对平衡能力的提高程度仍优于常规肌力训练。

综上所述,PNF技术通过多种肌肉收缩模式,有效刺激膝关节屈伸肌群,可显著改善KOA患者膝关节本体感觉与平衡能力。此外,关于PNF技术的临床机制研究和PNF技术的长期疗效研究尚有待于进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 孔纯玉.天津市老年人膝关节骨关节炎流行病学调查[J].中华老年医学杂志,2012,31(5):438-440. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-9026.2012.05.026.
- [2] 李毅,姚建锋,武亮,等.膝骨性关节炎周围肌肉功能改善的治疗评价[J].中国组织工程研究,2013,17(46):8128-8133. DOI:10.3969/j.issn.2095-4344.2013.46.024.
- [3] 吴华,顾旭东,董力微,等.本体感觉神经肌肉促进技术结合中药

熏蒸对膝骨性关节炎患者膝关节功能恢复的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2011,33(9):705-707. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2011.09.020.

- [4] 郭燕梅,瓮长水,陈蔚,等.膝骨性关节炎患者下肢静态位置觉与功能状况和平衡的相关性分析[J].中国康复理论与实践,2013,19(11):1064-1068. DOI:10.3969/j.issn.1006-9771.2013.11.019.
- [5] 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.0255-2352.2007.10.016.
- [6] An BC, Fang K, Wang Y, et al. New variables for measuring joint space width to evaluate knee osteoarthritis[J]. Chin Med J, 2011, 124(23): 3886-3890. DOI:10.3760/cma.j.issn.0366-6999.2011.23.010.
- [7] 玄勇,鲁艳莉,李晶,等.膝骨性关节炎的运动疗法[J].中国康复医学杂志,2003,18(9):523-525. DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2003.09.004.
- [8] 黄臻,闵瑜,陈佩顺,等.渐进式抗阻训练对脑卒中偏瘫患者下肢功能的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2009,31(11):760-762. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2009.11.013.
- [9] 瓮长水,王娜,刘立明,等.5次坐立试验用于预测老年人跌倒危险的有效性[J].中国康复医学杂志,2012,27(10):908-912. DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2012.10.004.
- [10] Alnahdi AH, Zeni JA, Snyder-Mackler L. Muscle impairments in patients with knee osteoarthritis[J]. Sports Health, 2012, 4(4): 284-292. DOI:10.1177/1941738112445726.
- [11] 徐国会,郑洁皎,陈秀恩.老年双膝骨性关节炎患者膝关节屈伸肌力与静态平衡的变化特征[J].中国康复理论与实践,2009,15(12):1153-1155.
- [12] Ferber R, Osternig L, Gravelle D. Effect of PNF stretch techniques on knee flexor muscle EMG activity in older adults[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2002, 12(5):391-397.
- [13] Michikawa T, Nishiwaki Y, Takebayashi T, et al. One-leg standing test for elderly populations[J]. J Orthop Sci, 2009, 14(5):675-685. DOI:10.1007/s00776-009-1371-6.
- [14] Kristensen MT, Nielsen AØ, Topp UM, et al. Number of test trials needed for performance stability and interrater reliability of the one leg stand test in patients with a major non-traumatic lower limb amputation [J]. Gait Posture, 2014, 39(1):424-429. DOI:10.1016/j.gaitpost.2013.08.017.
- [15] 谭同才,叶祥明,林坚,等.应用扩散效应改善偏瘫患者足跖屈内翻的疗效观察[J].全科医学临床与教育,2009,7(6):637-639.
- [16] 陈奕,钮美娥,钱红英,等.五次坐立试验在慢性阻塞性肺疾病患者下肢功能评估中的初步应用[J].中国实用护理杂志,2016,32(8):566-570. DOI:10.3760/cma.j.issn.1672-7088.2016.08.002.

(修回日期:2017-04-03)

(本文编辑:汪玲)