

PNF技术在全膝关节置换术后患者功能恢复中的应用

尹正录¹ 金星¹ 黄吉军² 王继兵¹ 王奎¹ 黄灵慧¹ 孟兆祥¹

【摘要】目的 观察神经肌肉本体感觉促进技术(PNF)对全膝关节置换术(TKA)术后患者膝关节功能恢复及步行能力的影响。**方法** 纳入江苏省苏北人民医院择期TKA术后患者50例,随机分为治疗组和对照组,各25例,两组均进行4w康复训练,主要内容包括康复教育、肌力、关节活动度、站立平衡训练、物理因子治疗,治疗组在此基础上应用PNF技术。于治疗前、治疗4w后采用美国特种外科医院(HSS)膝功能评分量表、Berg平衡量表评分(BBS)和6min步行试验(6MWT)评定患者膝关节功能和步行能力。**结果** 治疗4w后,治疗组和对照组患者HSS评分分别为(91.6±5.3)分和(86.8±4.4)分,高于治疗前的(52.7±4.8)分和(53.1±4.9)分,差异有统计学意义($t=4.126, t=2.722, P<0.01$);其中治疗组治疗后膝关节功能和稳定性评分为(19.4±1.3)分和(9.1±0.8)分,优于对照组的(16.2±1.4)分和(8.4±1.4)分,差异均有统计学意义($t=2.049, t=2.029, P<0.05$)。治疗组与对照组患者治疗后BBS评分分别为(54.4±1.9)分和(50.5±2.1)分,均显著高于治疗前的(46.7±3.1)分和(46.5±2.2)分,差异有统计学意义($t=2.523, t=2.169, P<0.05$);且与对照组比较,治疗组治疗后BBS评分更高($t=2.498, P<0.05$)。治疗组与对照组患者6MWT评分分别为(655±51)分和(580±56)分,均显著高于治疗前的(397±35)分和(402±42)分,差异有统计学意义($t=8.256, t=7.649, P<0.01$);与对照组比较,治疗组治疗后6MWT评分更高($t=2.579, P<0.05$)。**结论** TKA术后患者在康复训练中采用PNF技术可以促进膝关节的关节功能恢复,提高患者平衡功能和步行能力。

【关键词】 关节成形术, 置换, 膝; 康复; 本体感觉; 神经肌肉本体感觉促进技术

Application of proprioceptive neuromuscular facilitation on postoperative function recovery in patients after total knee arthroplasty Yin Zhenglu¹, Jin Xing¹, Huang Jijun², Wang Jibing¹, Wang Kui¹, Huang Linghui¹, Meng Zhaoxiang¹. ¹Department of Rehabilitation, ²Department of Orthopedics, Jiangsu Northern People's Hospital (Clinical Medical School of Yangzhou University), Yangzhou 225001, China
Corresponding author: Meng Zhaoxiang, Email: yzmzx001@163.com

【Abstract】 Objective To observe the effect of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) on functional recovery and walking ability of patients with knee joint after total knee arthroplasty (TKA). **Methods** Fifty patients undergoing elective TKA were randomly divided into two groups ($n=25$ each), treatment group and control group. Both groups received conventional rehabilitation mainly including rehabilitation education training, muscle strength, range of motion, standing balance training, physical therapy after TKA. The treatment group also applied PNF techniques. Knee function and walking ability of the patients were assessed by the American College of Surgeons Hospital (HSS), the Berg Balance Scale (BBS) and the 6-minute walking test (6MWT) before treatment and after 4 weeks of treatment. **Results** After 4 weeks of treatment, the HSS scores of the treatment group and the control group were (91.6±5.3) and (86.8±4.4) respectively, which were significantly higher than those before treatment (52.7±4.8 and 53.1±4.9), with statistically significance ($t=4.126, t=2.722, P<0.01$). The scores of functional and stability of the knee after treatment in the treatment group were (19.4±1.3) and (9.1±0.8) points respectively, which were better than those in the control group [(16.2±1.4) and (8.4±1.4)], the differences were statistically significant ($t=2.049, t=2.029, P<0.05$). The BBS scores of the two groups were (54.4±1.9) and (50.5±2.1) respectively, which were significantly higher than

those before treatment [(46.7±3.1) and (46.5±2.2)],with statistically significance ($t=2.523, t=2.169, P<0.05$). Compared with the control group, the improvement of BBS score in the treatment group was significant ($t=2.498, P<0.05$). The 6MWT scores of the two groups were (655±51) and (580±56) respectively, which were significantly higher than those before treatment [(397±35) and (402±42)], with statistically significance ($t=8.256, t=7.649, P<0.01$). Compared with the control group, the 6MWT score of the treatment group improved significantly ($t=2.579, P<0.05$). **Conclusion** Postoperative patients with TKA in rehabilitation training by using PNF technology can promote knee joint function recovery, improve patient balance function and walking ability.

【Key words】 Arthroplasty, replacement, knee; Rehabilitation; Proprioception; Proprioceptive neuromuscular facilitation

随着我国人口老龄化趋势的加剧,膝关节骨关节炎(knee osteoarthritis, KOA)的发病率呈逐年上升趋势。许多膝部疼痛并伴有明显功能缺失的KOA患者,经保守治疗效果较差,最后都不得不接受全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA)。有相关文献报道KOA患者存在关节本体感觉功能下降,间接影响患者术后平衡功能和步行能力^[1-2]。因此临床康复中,在改善患者关节活动度和增强关节周围肌群肌力的同时,还要加强对本体感觉的刺激,但更多的本体感觉的恢复要靠特殊训练才能获得^[3]。据国内外文献报道,早期规范的康复训练能改善TKA术后残留在膝关节囊的本体感受器^[4-5]。神经肌肉本体感觉促进技术(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)是利用牵张、牵引、关节挤压和施加阻力等本体刺激,应用螺旋对角模式,对患者本体感觉的恢复有良好的效果^[6],目前在脑卒中偏瘫患者中应用较为广泛。本研究采用随机对照的研究方法,前瞻性收集2014年06月至2016年12月期间在苏北人民医院择期行TKA的患者50例,在TKA术后早期康复训练中运用PNF技术强化本体感觉训练,目的在于:观察PNF技术对TKA患者膝关节功能恢复及步行能力的临床疗效。

资料与方法

一、纳入及排除标准

纳入标准:(1)初次置换;(2)择期行单侧TKA

手术;(3)术后X线示假体放置位置良好;(4)年龄60~80岁。

排除标准:(1)同时行双侧TKA手术;(2)同时行髋关节人工置换手术;(3)伴有严重神经系统疾病、精神病史、痴呆、智力障碍不能配合康复训练;(4)有严重心血管/肝肾功能等内脏疾病且不易耐受康复训练者。

二、临床资料

本研究经扬州大学临床医学院伦理委员会批准,所有患者均签署知情同意书。

前瞻性收集2014年06月至2016年12月间苏北人民医院骨科收治的,择期行TKA手术的患者共50例。TKA手术采用德国林克公司生产Gemini MK2型膝关节假体。

按入组先后顺序编号,采用随机数字表法分为治疗组和对照组($n=25$)。两组患者的性别、年龄、病侧及原发病等比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,具体见表1。

三、康复训练方法

两组患者TKA术后当天开始进行常规康复训练,治疗组在对照组的基础上应用PNF技术。

康复训练包括:(1)患肢保持伸膝位,抬高患肢,保持足高、髌低位;指导患者进行患肢直腿抬高练习;患侧踝关节屈伸、环绕训练,每次重复练习10~20次,每天训练4~5 h。(2)膝关节持续被动运动(continuous passive motion, CPM),初始阶段

表1 两组患者性别、年龄及病情等一般情况比较

| 组别 | 例数 | 性别 (例,男/女) | 年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$) | 病侧 (例,左/右) | 原发病[例(%)] | | | |
|-----|----|----------------|-----------------------------|----------------|-----------|----------------|-------|-------|
| | | | | | 类风湿关节炎 | 骨关节炎 | 骨折 | 其他 |
| 治疗组 | 25 | 14/11 | 68±7 | 13/12 | 3(12) | 14(56) | 5(20) | 3(12) |
| 对照组 | 25 | 15/10 | 69±7 | 12/13 | 2(8) | 15(60) | 4(16) | 4(16) |
| 统计值 | | $\chi^2=0.038$ | $t=0.827$ | $\chi^2=0.052$ | | $\chi^2=0.039$ | | |
| P值 | | >0.05 | >0.05 | >0.05 | | >0.05 | | |

膝关节被动活动范围以患者能耐受为度,每天酌情增加 $5\sim 10^\circ$,在1w内接近 90° ,每次1h,每日2次;(3)下肢肌肉力量训练,主要包括股四头肌、腓绳肌肌力训练,训练形式主要为抗阻训练,通过沙袋、股四头肌训练仪等形式,每次训练30min,每日2次。(4)鼓励患者尽早下床,主动屈伸膝关节,用足跟蹬地,逐渐增加患肢负重,直至两腿对称负重站立。指导患者使用拐杖以四点步方式(即健拐—患脚—患拐—健脚)进行步行训练,逐渐改至单拐,最后放弃拐杖独立行走,每次训练30min,每日训练2次。

PNF技术:包括(1)屈曲-内收-外旋模式:患者取高枕仰卧位(以下均以左侧为患侧举例),治疗师立于患侧床尾处,右手置于患者患侧股内侧肌腹,左手置于足舟骨内侧;动作起始时强调伸髓,从起始位牵张开始,踝背屈后开始下肢整体运动,保持全程牵引。完成10个动作为1组,重复2组。(2)伸展-外展-内旋模式:患者取高枕仰卧位,治疗师立于患侧床尾处,右手置于患侧股二头肌后外侧,左手置于距趾关节下方,避免影响足趾屈曲;动作从起始位牵张开始,踝跖屈后开始下肢整体运动,后1/3过程施加挤压力,增加患肢的阻力,动作终止位时髓充分伸展。10个动作为1组,重复2组。(3)膝关节稳定反转技术:根据患者具体情况,可由仰卧位开始,逐步过渡到坐位及直立位。现以仰卧位为例做简要介绍:患者取高枕仰卧位,嘱患者健侧配合患侧完成双桥动作并维持,治疗师立于患侧床尾,双手分别放置于患侧脚踝前方及足跟处。治疗过程中,治疗师根据患者力量情况左右手交替沿对角线方向施加压力,“尝试”移动患者足部,患者则尽力对抗足部移动的趋势以维持膝关节及双桥的稳定,每次力量变换维持5秒,10个为一组,重复3组。

PNF训练开始的时间为患者膝关节周围肿胀减轻,疼痛耐受的情况下进行,一般在术后3~5d。整个训练过程中需要患者高度集中配合,充分发挥主观能动性,要观察患肢位置并认真体会关节位置觉和运动觉等信息,治疗师在训练过程中可以通过言语、模仿等方式多与患者沟通交流。训练结束后给予冰袋外敷,每次训练30min,每日1次,每周5次,连续4w。

四、评价指标

分别于治疗前、治疗4w后由两名不知晓分组情况的治疗师对两组患者进行膝关节功能和步行能力进行评价。

1.美国特种外科医院(hospital for special surgery, HSS)膝关节评分量表^[7]:该评分包括六个方面,分别是膝关节疼痛(30分)、功能(22分)、活动度(18分)、肌力(10分)、屈膝畸形(10分)及稳定性(10分)等方面,分值越高,表示膝关节功能越好。

2.Berg平衡量表(berg balance scale, BBS):共14个项目,总分56分,得分越高,平衡功能越好。

3.6min步行试验(six-minutes walk test, 6MWT):要求患者在平直走廊上尽可能快步行走,测量6min内的步行距离。

五、统计学分析

采用SPSS 18.0(IBM,美国)统计学软件包进行统计分析,计量资料采用Kolmogorov-Smirnov检验是否符合正态分布,符合正太分布的组间年龄、HSS评分、BBS评分、6MWT的比较采用两独立样本的 t 检验,组内治疗前后比较采用配对 t 检验,以 $\bar{x}\pm s$ 表示。组间性别、病侧的比较采用 χ^2 检验,组间原发病的比较采用Fisher确切概率法,检验水准 α 值取双侧0.05。

结 果

一、膝关节HSS评分情况

所有患者均顺利完成治疗,无不良事件发生。治疗前两组患者相关评分均无差异($P>0.05$)。治疗4w后,治疗组和对照组患者HSS评分分别为(91.6 \pm 5.3)分和(86.8 \pm 4.4)分,高于治疗前的(52.7 \pm 4.8)分和(53.1 \pm 4.9)分,差异有统计学意义($t=4.126$, $t=2.722$, $P<0.01$);其中治疗组膝关节功能和稳定性评分为(19.4 \pm 1.3)分和(9.1 \pm 0.8)分,优于对照组的(16.2 \pm 1.4)分和(8.4 \pm 1.4)分,差异均有统计学意义($t=2.049$, $t=2.029$, $P<0.05$),见表2。

二、两组患者平衡功能和步行能力情况

治疗前,两组患者BBS评分、6MWT比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。治疗4w后,两组患者BBS评分分别为(54.4 \pm 1.9)分和(50.5 \pm 2.1)分,均显著高于治疗前的(46.7 \pm 3.1)分和(46.5 \pm 2.2)分,差异有统计学意义($t=2.523$, $t=2.169$, $P<0.05$);且与对照组比较,治疗组治疗后BBS评分更高($t=2.498$, $P<0.05$)。两组患者治疗后6MWT评分分别为(655 \pm 51)分和(580 \pm 56)分,均显著高于治疗前的(397 \pm 35)分和(402 \pm 42)分,差异有统计学意义($t=8.256$, $t=7.649$, $P<0.01$);与对照组比较,治疗组治疗后6MWT评分更高($t=2.579$, $P<0.05$)。见表3。

表2 两组患者治疗前与治疗4 w后HSS评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

| 组别 | 疼痛 | | t值 | P值 | 功能 | | t值 | P值 |
|-----|----------|----------|-------|-------|----------|----------|-------|-------|
| | 治疗前 | 治疗4 w后 | | | 治疗前 | 治疗4 w后 | | |
| 治疗组 | 12.2±2.8 | 27.6±1.8 | 2.875 | 0.006 | 13.3±2.1 | 19.4±1.3 | 2.579 | 0.013 |
| 对照组 | 13.2±2.5 | 27.9±1.7 | 2.611 | 0.012 | 12.9±2.3 | 16.2±1.4 | 2.550 | 0.014 |
| t值 | 1.713 | 1.762 | | | 1.698 | 2.049 | | |
| P值 | 0.093 | 0.084 | | | 0.096 | 0.046 | | |

| 组别 | 活动度 | | t值 | P值 | 肌力 | | t值 | P值 |
|-----|---------|----------|-------|-------|---------|---------|-------|-------|
| | 治疗前 | 治疗4 w后 | | | 治疗前 | 治疗4 w后 | | |
| 治疗组 | 7.9±3.5 | 13.6±2.4 | 2.695 | 0.009 | 7.9±1.6 | 8.8±1.0 | 1.934 | 0.059 |
| 对照组 | 8.1±3.2 | 13.5±2.3 | 2.531 | 0.015 | 8.0±1.5 | 8.8±1.2 | 1.919 | 0.061 |
| t值 | 0.390 | 0.305 | | | 0.239 | 0.054 | | |
| P值 | 0.698 | 0.762 | | | 0.812 | 0.957 | | |

| 组别 | 屈膝畸形 | | t值 | P值 | 稳定性 | | t值 | P值 |
|-----|---------|---------|-------|-------|---------|---------|-------|-------|
| | 治疗前 | 治疗4 w后 | | | 治疗前 | 治疗4 w后 | | |
| 治疗组 | 6.6±2.2 | 8.3±1.4 | 2.297 | 0.026 | 5.5±2.4 | 9.1±0.8 | 2.209 | 0.032 |
| 对照组 | 6.7±2.2 | 8.2±1.3 | 2.222 | 0.031 | 5.4±2.7 | 8.4±1.4 | 2.078 | 0.043 |
| t值 | 0.181 | 0.173 | | | 1.171 | 2.029 | | |
| P值 | 0.857 | 0.863 | | | 0.865 | 0.048 | | |

表3 两组患者治疗前与与治疗4 w后BBS评分、6 MWT比较($\bar{x} \pm s$)

| 组别 | BBS评分(分) | | t值 | P值 | 6 MWT(m) | | t值 | P值 |
|-----|----------|----------|-------|-------|----------|--------|-------|-------|
| | 治疗前 | 治疗4 w后 | | | 治疗前 | 治疗4 w后 | | |
| 治疗组 | 46.7±3.1 | 54.4±1.9 | 2.523 | 0.015 | 397±35 | 655±51 | 8.256 | <0.01 |
| 对照组 | 46.5±2.2 | 50.5±2.1 | 2.169 | 0.035 | 402±42 | 580±56 | 7.649 | <0.01 |
| t值 | 0.157 | 2.498 | | | 1.911 | 2.579 | | |
| P值 | 0.876 | 0.016 | | | 0.062 | 0.013 | | |

讨 论

一、TKA术后康复现状

对于KOA患者来讲,TKA手术主要目的在于恢复患者膝关节功能、提高步行能力,进而改善患者生活质量。由于KOA患者关节损伤,其深感觉障碍在TKA手术前就已经存在,而TKA手术并不会改善已经受损的本体感觉,同时手术会造成膝关节韧带、关节囊、肌肉、皮肤、关节软骨和其他一些关节内结构的力学感受器遭到不同程度的破坏,导致动作控制的衰退^[8-9]。常规的康复训练并不能纠正患者本体感觉的缺损,且多注重疼痛的缓解、关节活动度及肌力的改善,对患者本体感觉、平衡功能和步行能力的重视程度多不够。因此术后患侧膝周围肌力不平衡现象及本体感觉障碍依然存在,这在一定程度上阻碍

了膝关节的康复进程并增加其再损伤的风险,并对患者膝关节功能和步行能力造成影响^[10]。而步行功能对于KOA患者日常生活活动具有重要意义,因此如何提高TKA患者术后步行能力越来越受到临床重视。

二、PNF技术的机理和临床应用情况

关节的本体感觉能力主要包括:关节运动时动态感知能力、关节位置静态感知能力、肌肉收缩反射和肌肉张力的调节能力^[11]。行TKA术后,膝关节周围的韧带、肌肉力量下降,部分的本体感受器受损,因此在强化TKA术后膝关节周围肌群肌力的同时,应通过刺激患者术后残存的本体感受器加强患肢本体感觉功能训练^[12-14]。PNF技术是由神经、肌肉和本体感觉(触觉、视觉、听觉及运动感觉等)共同参与,利用牵张、牵引、关节挤压和施加阻力等本体刺激,

促进神经肌肉反应为主的治疗手段。本研究治疗组在膝关节活动度达到90°时即采用PNF技术强化本体感觉训练,结果显示HSS评分、BBS及6 MWT较治疗前显著改善,且在BBS评分、膝关节功能、稳定性及步行能力等方面均优于对照组,有效地强化了膝关节的控制能力和平衡功能,进而改善了步行能力。

TKA术后患者早期康复过程中,有部分患者由于疼痛、软组织粘连、肿胀等原因造成膝关节活动度障碍,对其关节功能恢复造成不良影响。因此部分治疗师过度或强力进行关节活动度(range of motion, ROM)训练,可能会加重软组织刺激和肿胀,进一步延缓正常步态和功能活动所需要的最适合ROM。目前临床针对TKA患者早期康复干预多以CPM训练为主,由于CPM训练主要在卧位下进行,未针对直立行走时所需的本体感觉反馈进行强化训练,最终可能会导致康复疗效欠佳,因此要避免过多依赖CPM^[15]。本研究采用PNF技术包括放松或紧张、拮抗肌反转及等张组合,协调主动肌、拮抗肌的收缩、放松等,以维持膝关节稳定,逐渐建立关节适应性本体感觉。PNF技术通过皮肤接触、施加阻力、牵张反射、牵引和挤压、正常节律、言语及视觉反馈等基本手法,通过对残存本体感受器刺激,达到促进相关神经肌肉反应,增强相应肌肉收缩能力的目的,同时通过调整感觉神经的异常兴奋性,改变肌肉的张力,使之以正常的运动方式进行活动,而且PNF训练还强调视听觉、感官刺激与运动训练相结合^[16],可以通过言语鼓励、家属配合等方式调动患者主观能动性,从而更好的完成治疗。

三、本研究的局限性和展望

综上所述,常规康复训练基础上辅以PNF技术,能进一步改善TKA术后患者平衡功能和步行能力。在临床应用中,要严格掌握适应证。由于PNF技术要求维持较高强度的肌肉等长收缩和牵张反射等,需要患者主动配合,同时还要求一定的关节活动度,因此避免在关节不稳及关节活动度不够的情况下应用,可以联合应用关节松动术。本研究还存在一定局限性,如样本量较小,可能影响统计效能;在结果评价中,缺乏评估本体感觉的相关指标,比如角度再生实验等;没有进行更长时间的观察随访,这些均是本研究需要进一步改进的地方。

参 考 文 献

- 1 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.
- 2 张庆梅,赖春,曾宪妮,等. 膝骨性关节炎患者膝关节与踝关节本体感觉变化分析[J]. 中国康复医学杂志, 2016, 31(3): 346-348.
- 3 李建华,吴涛,边仁秀,等. 康复机器人辅助步行训练对全膝关节置换术后患者功能恢复的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2012, 34(11): 806-809.
- 4 Brown K, Swank AM, Quesada PM, et al. Prehabilitation versus usual care before total knee arthroplasty: A case report comparing outcomes within the same individual [J]. Physiother Theory Pract, 2010, 26(6): 399-407.
- 5 皮衍玲,王雪强,杨树芬,等. 全膝关节置换术前本体感觉训练对术后的影响[J]. 中国康复, 2011, 26(5): 350-352.
- 6 Chow TP, Ng GY. Active, passive and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching are comparable in improving the knee flexion range in People with total knee replacement: a randomized controlled trial [J]. Clin Rehabil, 2010, 24(10): 911-918.
- 7 尹正录,孟兆祥,林舜艳,等. 全膝关节置换术后分阶段康复训练疗效观察[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2013, 35(2): 138-139.
- 8 Pap G, Meyer M, Weiler HT, et al. Proprioception after total knee arthroplasty: a comparison with clinical outcome [J]. Acta Orthop Scand, 2000, 71(2): 153-159.
- 9 解东风,李奎,李鑫,等. 本体感觉训练在膝关节周围骨折术后所致关节僵硬患者康复治疗中的作用[J]. 中国康复医学杂志, 2013, 28(10): 945-947.
- 10 Roda RD, Wilson JL, Wilson DA, et al. The knee adduction moment during gait is associated with the adduction angle measured during computer-assisted total knee arthroplasty [J]. J Arthroplasty, 2012, 27(6): 1244-1250.
- 11 韩璐,黄芑. PNF技术对膝关节损伤术后功能障碍的作用[J]. 现代诊断与治疗, 2013, 24(20): 4687-4688.
- 12 Mayr A, Kofler M, Quirbach E, et al. Prospective, blinded, randomized crossover study of gait rehabilitation in stroke patients using the Lokomat gait orthosis [J]. Neurorehabil Neural Repair, 2007, 21(4): 307-314.
- 13 张哲,马辉,康一凡,等. 本体感觉训练在全膝关节置换术后康复中的应用价值[J/CD]. 中华关节外科杂志:电子版, 2016, 10(04): 376-380.
- 14 吴婉霞,徐武华,刘文权,等. 早期本体感觉训练对全膝关节置换术后患者步行能力的影响[J]. 中国矫形外科杂志, 2013, 21(15): 1508-1512.
- 15 尹正录,孟兆祥,林舜艳,等. MOTomed智能运动训练结合神经肌肉本体感觉促进技术对全膝关节置换术后功能恢复的影响[J/CD]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2017, 3(01): 50-54.
- 16 郝永红,刘宏丽,孙鸿安,等. 本体感觉强化训练在前交叉韧带重建术后康复中的应用[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2013, 35(5): 398-399.

(收稿日期:2018-01-15)

(本文编辑:杨娜)