

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

尹正录¹ 孟兆祥¹ 林舜艳² 黄吉军³ 王继兵¹ 黄灵慧¹

【摘要】 目的 观察 MOTomed 智能运动训练结合神经肌肉本体感觉促进技术(PNF)对全膝关节置换术(TKA)后患者膝关节功能恢复及平衡功能的疗效和安全性。**方法** 前瞻性收集2015年01月至2015年12月江苏省扬州苏北人民医院择期TKA术后的患者45例,随机分为治疗组($n=23$)和对照组($n=22$),两组患者均进行4周康复训练,主要内容包括康复教育、肌力、关节活动度、站立平衡训练及物理因子治疗等。对照组采取常规训练方法进行康复训练,治疗组在对照组的基础上应用 MOTomed 智能运动训练系统和 PNF 技术进行康复训练。随访并比较两组患者的美国特种外科医院(HSS)膝功能评分及 Berg 平衡量表评分(BBS)。**结果** 治疗4周后,治疗组和对照组患者 HSS 评分分别由治疗前的(50.6 ± 4.8)分和(51.7 ± 4.5)分改善至(90.1 ± 4.3)分和(83.5 ± 3.9)分,差异有统计学意义($t=-5.658$, $t=-4.269$, $P<0.05$);其中治疗组膝关节功能和稳定性评分为(19.1 ± 1.1)分和(8.4 ± 1.6)分,优于对照组的(17.0 ± 1.3)分和(7.2 ± 1.5)分,差异均有统计学意义($t=-3.659$, $t=-2.536$, $P<0.01$)。治疗组和对照组患者治疗4周后 BBS 评分分别为(53.8 ± 1.7)分和(50.1 ± 1.9)分,优于治疗前的(45.6 ± 2.9)分和(46.1 ± 3.3)分,差异均有统计学意义($t=-2.514$, $t=-2.127$, $P<0.05$)。治疗前两组患者评分没有差异($t=-0.324$, $P=0.153$),而治疗后治疗组评分优于对照组,差异有统计学意义($t=-7.658$, $P<0.01$)。**结论** MOTomed 智能运动训练结合 PNF 技术能有效改善 TKA 术后患者膝关节的关节稳定性和运动控制能力,提高患者平衡功能。

【关键词】 关节成形术, 置换, 膝; 神经肌肉本体感觉促进技术; MOTomed 智能运动训练

Effects of MOTomed intelligent motor training and proprioceptive neuromuscular facilitation on postoperative function recovery in total knee arthroplasty Yin Zhenglu¹, Meng Zhaoxiang¹, Lin Shunyan², Huang Jijun³, Wang Jibing¹, Huang Linghui¹. ¹Department of Rehabilitation; ²Department of Anesthesiology; ³Department of Orthopedics. Northern Jiangsu People's Hospital. Yangzhou 225001, China. Corresponding author: Lin Shunyan, Email: lsy18lsy18@126.com

【Abstract】 Objective To observe the effects of MOTomed intelligent motor training combined with proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) on knee function recovery and balance in patients underwent total knee arthroplasty (TKA). **Methods** Forty-five patients with elective TKA in Northern Jiangsu People's Hospital between January 2015 and December 2015 were included in a prospective study. They were randomly divided into treatment group ($n=23$) and control group ($n=22$), both groups were given a 4 weeks of rehabilitation training, which mainly include rehabilitation, education training, muscle strength training, range of motion, standing balance training and physical therapy. Patients in control group conducted conventional rehabilitation and the treatment group with additional MOTomed intelligent motor training and PNF. The hospital for special surgery knee score (HSS) and Berg Balance Scale (BBS) were followed up and compared between two group. **Results** After 4 weeks treatment, the HSS scores of the treatment group and control group were improved to (90.1 ± 4.3) points and (83.5 ± 3.9) points from before treatment [(50.6 ± 4.8) points and (51.7 ± 4.5)] points with statistical significance ($t=-5.658$, $t=-4.269$, $P<0.05$); The knee function

and stability score in the treatment group were (19.1 ± 1.1) and (8.4 ± 1.6) points, higher than that of the control group $[(17.0 \pm 1.3)$ points, (7.2 ± 1.5) points] with statistical significance ($t = -3.659$, $t = -2.536$, $P < 0.01$). The BBS scores of two groups were (53.8 ± 1.7) points and (50.1 ± 1.9) points compared to $[(45.6 \pm 2.9)$ points and $(46.1 \pm 3.3)]$ points preoperatively, differences were statistically significant ($t = -2.514$, $t = -2.127$, $P < 0.05$), the preoperative innergroup comparison of the BBS scores had no statistical differences, but the post-therapy score of the treatment group was higher than the control group with statistical significance ($t = -7.658$, $P < 0.01$). **Conclusion** MOTomed intelligent motor training combined with PNF can significantly improve the joint stability, knee motion, control capabilities and balance function in patients underwent TKA.

【Key words】 Arthroplasty, replacement, knee; Proprioceptive neuromuscular facilitation; Active and passive exercise

人工全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA)是治疗因严重骨关节炎、骨折、类风湿性关节炎或其他疾病等导致膝关节疼痛、畸形和活动受限且经保守治疗效果较差老年患者的主要方法。但手术只是整个治疗过程中的第一步,术后需进行规范的康复训练才能促进患者膝关节功能全面恢复。临床康复训练常以改善患者关节活动度和增强关节周围肌群肌力为主,对关节本体感觉的刺激训练不够重视,导致膝关节不稳而增加膝关节的再损伤^[1]。目前MOTomed智能运动系统作为一种新的康复设备广泛应用于康复领域中,其治疗模式包括主动训练、被动训练和助力训练,能有效提高患者肢体运动功能^[2]。本研究采用随机对照研究方法,前瞻性收集2015年01月至2015年12月江苏省扬州苏北人民医院择期TKA术后的患者45例,采用MOTomed智能运动训练结合神经肌肉本体感觉促进技术(PNF)对全膝关节置换术(TKA)后患者进行训练,目的在于:(1)探讨MOTomed智能运动训练结合PNF对TKA后患者膝关节功能恢复及平衡功能的疗效;(2)观察MOTomed智能运动训练及PNF应用于TKA后患者的临床安全性。

资料与方法

一、纳入及排除标准

纳入标准:(1)择期单侧TKA手术;(2)初次置

换;(3)术后X线示假体放置位置良好。

排除标准:(1)同时行双侧TKA手术;(2)同时行膝关节和髋关节人工置换术;(3)伴有严重心、脑、神经系统疾病及恶性肿瘤者。

二、一般资料

前瞻性收集2015年01月至2015年12月江苏省扬州苏北人民医院行择期TKA术后的患者共45例。随机将45例患者分为治疗组23例和对照组22例,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($P > 0.05$),见表1。

TKA手术均采用德国林克公司生产的Gemeni MK2型膝关节假体。本研究获得我院医学伦理委员会批准及所有患者的知情同意。

二、训练方法

常规训练方法:两组患者TKA术后均行常规康复训练,第1周训练内容:训练时患肢保持伸膝位,抬高患肢,保持足高、髌低位,下肢穿戴弹力袜,以防止或减轻肢体水肿。患肢行股四头肌静力收缩练习;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。膝关节持续被动运动训练(continuous passive motion, CPM),起始角度为0~20°,1~2 min内完成1次屈伸活动,每次1 h,每天2次;根据患者耐受情况每天酌情增加5~10°,在1周内接近90°;增加卧位—坐位—站位转移训练、平衡功能训练,训练强度

表1 两组全膝关节置换术患者性别、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	23	14/9	64±7	13/10	2(8.7)	14(60.9)	5(21.7)	2(8.7)
对照组	22	15/7	64±7	12/10	3(13.6)	12(54.5)	5(22.7)	2(9.1)
统计值		$\chi^2=0.026$	$t=1.684$	$\chi^2=0.036$		$\chi^2=0.042$		
P值		>0.05	>0.05	>0.05		>0.05		

以患者耐受为度,同时鼓励患者尽早下床,开始在床尾或平行杠下练习站立动作,指导患者扶助行器进行步行训练。

术后2~4周训练内容:增加患者膝关节主动屈伸练习,加强股四头肌及腘绳肌肌力训练,训练形式主要为抗阻训练,每次至少训练30 min,每天训练3~5次;同时进行股四头肌、腘绳肌牵伸及髌骨活动训练。同时主动屈伸膝关节,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,每次训练10 min,每日训练2次,逐渐改至单拐,最后放弃拐杖独立行走。

治疗组训练方法:在常规康复训练基础上加用MOTomed智能运动训练和PNF技术。对照组在治疗组训练的同时继续给予等时间的常规康复训练。

MOTomed智能运动系统(MOTomed viva 2型,德国RECK公司生产)训练:患者取坐位,选择下肢运动模式,根据患者膝关节状况选择被动训练、助力训练和主动训练三种模式,将阻力调节到合适的强度,每次20 min,每天1次,每周5次,连续4周。

PNF技术包括^[3-4]:患者健侧卧位,患肢屈曲—内收—外旋,治疗师左手置于患者患侧股内侧肌腹,右手置于足舟骨内侧;动作起始时强调伸髋,从快速牵张开始,踝背屈后开始下肢整体运动,保持全程牵引。患肢伸展—外展—内旋,治疗师左手置于患侧股二头肌外侧,右手置于距趾关节下方,避免影响足趾屈曲;动作从快速牵张开始,踝跖屈后开始下肢整体运动,后1/3过程施加挤压,利于健肢的支撑能力,动作终止位时髋充分伸展。膝屈伸组合:治疗师双手分别接触患侧髌骨上下方,对背屈外翻和跖屈内翻抗阻,同时施加牵引。并嘱患者在训练期间集中注意力观察患肢位置并认真体会关节位置觉和运动觉信息。每种动作完成10~15次,训练结束后给予冰袋外敷,每次训练30 min,每日1次,每周5次,连续4周。以上所有治疗均由同一治疗师完成。

三、评价指标

分别于治疗前、治疗后4周由两名不知分组情况的治疗师对两组患者进行评价。

膝关节功能评价:采用美国特种外科医院(hospital for special surgery, HSS)膝功能评分量表^[5]对患者进行评分, HSS膝功能评分量表包括六个方面,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,

总分为100分,分值越高表示膝关节功能恢复越好。

平衡功能评价:采用Berg平衡量表(berg balance scale, BBS)评定平衡功能,共14个项目,总分56分,得分越高,平衡功能越好。

四、统计学分析

采用SPSS 18.0(IBM, 美国)统计学软件包进行数据统计分析,两组间年龄、HSS评分、BBS评分的比较采用独立样本 t 检验,治疗前后比较采用配对 t 检验,采用Kolmogorov-Smirnov检验是否符合正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示。组间性别、病侧、关节炎分级的比较采用 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4周后,治疗组和对照组患者HSS评分分别为(90.1 \pm 4.3)分和(83.5 \pm 3.9)分,高于治疗前的(50.6 \pm 4.8)分和(51.7 \pm 4.5)分,差异有统计学意义($t=-5.658$, $t=-4.269$, $P<0.05$);其中治疗组膝关节功能和稳定性评分为(19.1 \pm 1.1)分和(8.4 \pm 1.6)分,优于对照组评分(17.0 \pm 1.3)分和(7.2 \pm 1.5)分,差异均有统计学意义($t=-3.659$, $t=-2.536$, $P<0.01$),且治疗前两组患者相关评分均无差异($P>0.05$),见表2。

二、两组患者平衡功能情况

治疗4周后,治疗组BBS评分由(45.6 \pm 2.9)分提高至(53.8 \pm 1.7)分,差异有统计学意义($t=-2.514$, $P<0.01$),对照组BBS评分由(46.1 \pm 3.3)分提高至(50.1 \pm 1.9)分,差异有统计学意义($t=-2.127$, $P<0.05$),两组患者治疗前的BBS评分没有差异($t=-0.324$, $P>0.05$),治疗后治疗组高于对照组,差异有统计学意义($t=-7.658$, $P<0.01$)。

讨 论

一、TKA术后患者康复方法及存在问题

目前临床针对TKA术后患者的康复训练多注重疼痛缓解、关节活动度及肌力改善,对患者关节本体感觉、平衡能力不够重视,这将会导致膝关节稳定性下降,影响患者平衡及步行能力。膝关节骨关节炎患者由于关节损伤,其深感觉障碍在TKA手术前就已经存在^[6],而TKA手术过程中,需要切除前交叉

表2 两组全膝关节置换术患者治疗前后HSS评分比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	疼痛				功能			
		治疗前	治疗后	t值	P值	治疗前	治疗后	t值	P值
治疗组	23	12.1±2.8	27.2±1.5	-2.230	<0.01	13.0±2.1	19.1±1.1	-1.985	<0.01
对照组	22	12.1±2.8	27.2±1.6	-2.564	<0.01	13.1±2.0	17.0±1.3	-1.568	<0.01
t值		-1.254	-1.587			-1.165	-3.659		
P值		>0.05	>0.05			>0.05	<0.01		

组别	例数	活动度				肌力			
		治疗前	治疗后	t值	P值	治疗前	治疗后	t值	P值
治疗组	23	7.8±2.2	13.7±2.2	-2.005	<0.01	7.7±1.2	8.7±1.1	-1.006	<0.05
对照组	22	7.9±3.1	13.5±2.1	-1.989	<0.01	7.7±1.5	8.8±1.1	-1.320	<0.05
t值		-1.254	-2.256			-1.352	-2.001		
P值		>0.05	>0.05			>0.05	>0.05		

组别	例数	屈膝畸形				稳定性			
		治疗前	治疗后	t值	P值	治疗前	治疗后	t值	P值
治疗组	23	5.7±2.2	8.2±1.2	-2.065	<0.05	5.4±2.3	8.4±1.6	-1.985	<0.05
对照组	22	5.7±2.3	8.2±1.1	-2.140	<0.05	5.5±2.5	7.2±1.5	-1.967	<0.05
t值		-0.698	-1.320			-0.365	-2.536		
P值		>0.05	>0.05			>0.05	<0.01		

注:HSS为美国特种外科医院膝关节评分

韧带、关节软骨及半月板等,这会影 响膝关节周围肌群、本体感觉功能及其控制能力,TKA术后制动也进一步降低了膝关节运动的控制能力、姿势的校正及平衡的维持能力^[7]。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,也往往会造成TKA术后患者不同程度的步态异常^[8]。目前国内外研究已经指出在强化术后膝关节周围肌群肌力的同时,还应加强患肢本体感觉功能训练^[9]。

本研究治疗组在常规康复训练的基础上应用MOTOmed智能运动训练系统和PNF技术强化本体感觉训练,结果显示HSS及BBS评分均较治疗前显著改善,且在BBS评分、膝关节功能及稳定性方面优于对照组,有效地强化了膝关节的控制能力和平衡功能。究其原因,MOTOmed智能运动训练和PNF技术可以增强对下肢本体感受器刺激,达到促进相关神经肌肉反应以增强相应肌肉收缩能力的目的,使之以正常的运动方式进行活动,而且PNF训练还强调感官刺激与运动训练相结合^[10],改善了膝关节的稳定性和控制能力。

二、MOTOmed智能运动训练和PNF的临床应用

MOTOmed智能运动训练系统通过计算机芯片控制的发动机提供动力,根据肌张力及力量的变化

来调整机器的运转,通过改变运动方向、速度和阻力,提高了患膝的位置觉和运动觉。在临床中,MOTOmed智能运动训练在脑卒中、脑性瘫痪和脊髓损伤等患者下肢康复中,均取得了不错的临床疗效^[11]。目前也有临床研究表明,应用MOTOmed智能运动训练可以改善膝骨性关节炎的关节稳定性^[12]。解东风等^[7]研究表明,膝关节周围骨折术后所致关节僵硬患者在膝关节功能康复中,应用MOTOmed智能运动训练,通过改变运动方向、速度和阻力,提高了患膝的位置觉和运动觉。MOTOmed通过不断刺激患者关节的动态感知能力和肌肉调节能力,改善关节本体感受器对运动速度、阻力等信息的敏感性,增强神经肌肉动态协调性和控制力,恢复关节的稳定性。在训练中不同模式调整还有效减轻了患者膝关节的疼痛,从而增加了患者训练时间,对患者心理有积极影响。

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。临床研究表明PNF技术应用于TKA及其他各种膝关节疾病康复中,均取得了不错的疗效^[13-14]。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,以改变肌肉的张力,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,从而改善了膝关节的稳定性和控制能力。

由于PNF技术要求维持高强度的肌肉等长收缩和牵张反射等,会影响老年患者血压,同时因为关节活动障碍或疼痛等原因,部分动作对于老年患者无法完成,一直慎用老年人。但Pereira等^[15]研究表明PNF技术对于老年患者是安全的,本研究结果也没有严重的不良事件发生;本研究行TKA的患者年龄普遍大于60岁,因此在临床操作中严格掌握适应证,避免在关节不稳的情况下应用,可以联合应用关节周围软组织松动术^[16]和MOTomed智能运动训练等。在TKA术后患者早期康复过程中,治疗师过度或强力进行关节活动度(range of motion, ROM)训练,可能会造成软组织刺激和肿胀,从而延缓正常步态和功能活动所需要的最适合ROM,最终可能会导致康复疗效欠佳。

三、本研究的局限及展望

综上所述,在TKA术后患者的康复训练中,不仅要关注患者膝关节活动度,恢复膝关节的神经-肌肉控制能力,重建膝关节稳定性和功能更是关键,采用MOTomed智能运动训练结合PNF技术可改善TKA术后患者膝关节的关节稳定性和运动控制能力,提高患者平衡功能,值得临床应用。本研究不足之处在于没有分别观察MOTomed智能运动训练和PNF技术各自的临床疗效,有必要进一步研究;MOTomed智能运动训练和PNF技术作为新的康复手段,在临床中得到了一定的应用,但由于老年患者在生理上的特殊性,故对远期效果及预后的影响还有待于在今后的工作中进一步探讨和研究。

参 考 文 献

1 李莉,孙俊英. 膝关节损伤对本体感觉的影响及其康复训练 [J]. 中

华物理医学与康复杂志, 2004, 26(6): 379-381.

- 2 高春华, 徐乐义, 黄杰, 等. MOTomed智能运动训练系统对脑卒中偏瘫患者平衡及下肢运动功能的影响 [J]. 中国康复理论与实践, 2013, 19(8): 725-728.
- 3 霍明, 陈立嘉. 康复治疗技术—神经肌肉关节促进法 [M]. 北京: 人民军医出版社, 2012: 142-147.
- 4 吴洪, 冉春风, 刘丽平, 等. 神经肌肉关节促进法对膝关节粘连关节镜松解术后的治疗作用 [J]. 中国康复, 2010, 25(2): 123-125.
- 5 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.
- 6 谢玉华. 持续被动活动机在膝关节手术后康复的应用 [J]. 江苏医药, 2007, 33(9): 971.
- 7 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.
- 8 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.
- 9 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.
- 10 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.
- 11 高爱丽, 高荣慧, 王勇, 等. MOTomed康复训练器下肢康复效果影响因素的模拟仿真分析 [J]. 中国康复理论与实践, 2015 (7): 748-752.
- 12 刘磊. 本体感觉训练对膝骨性关节炎患者功能的影响 [J]. 中国康复, 2014, 29(6): 477.
- 13 Alaca N, Atalay A, Güven Z. Comparison of the long-term effectiveness of progressive neuromuscular facilitation and continuous passive motion therapies after total knee arthroplasty [J]. J Phys Ther Sci, 2015, 27(11): 3377-3380.
- 14 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.
- 15 Pereira MP. Proprioceptive neuromuscular facilitation does not increase blood pressure of healthy elderly women [J]. Physiother Theory Pract, 2012, 28(5): 412 - 416.
- 16 牛雪飞, 苏辉棠. 关节松动术联合物理因子治疗人工全膝关节置换术后关节活动受限的临床疗效观察 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2015, 37(5): 380-381.

(收稿日期:2016-07-18)

(本文编辑:吕红芝)

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(1): 50-54.