

·临床研究·

神经肌肉电刺激股四头肌对全膝关节置换术后功能康复的影响

郑光新¹ 黄迅悟² 赵晓鸥¹ 李 雯¹ 刘 琳¹ 孙继桐²

摘要

目的:了解神经肌肉电刺激股四头肌对全膝关节置换术(TKR)后运动功能康复的影响。

方法:TKR术后患者104例,按分层随机法分为两组,治疗组52例,用神经肌肉电刺激股四头肌,要求患者随电流刺激同时进行主动伸膝;对照组52例,用经皮神经电刺激模式,两组电极分别置于膝部痛点。同时所有患者参与常规康复治疗,平均治疗(14.89±3.65)d出院。出院前行视觉模拟评分法(VAS)、膝关节活动度和膝关节损伤和骨关节炎评分量表(KOOS)评定。出院后随访平均间隔9.5月,随访时行美国膝关节协会评分(KSS)和KOOS量表评定。

结果:出院时治疗组和对照组VAS评分分别为(18.11±9.66)和(16.13±4.25)、膝关节主动活动范围(AROM)分别为(103.21°±15.44°)和(99.21°±15.19°),两组的差异均无显著性($P>0.05$);治疗组主动伸膝受限为(1.93°±3.47°),明显小于对照组(6.26°±4.28°),差异非常显著($P<0.01$);治疗组KOOS评分为(71.52±10.97),明显高于对照组(65.02±10.26),两组差异显著($P<0.01$)。随访时,两组KSS评分均达优水平,差异无显著性($P>0.05$);治疗组KOOS评分(96.16±2.96)高于对照组(94.04±4.80),两组差异非常显著($P<0.01$)。

结论:TKR术后早期配合神经肌肉电刺激股四头肌的康复治疗,有助于早期提高伸膝装置的功能和加速功能康复。

关键词 神经肌肉电刺激;全膝关节置换术;康复治疗;伸膝装置

中图分类号:R687.4, R651.3 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2011)-12-1126-05

Influence of neuromuscular electrical stimulation of musculi quadriceps femoris on motor function rehabilitation after total knee replacement/ ZHENG Guangxin, HUANG Xunwu, ZHAO Xiaou, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2011, 26(12): 1126—1130

Abstract

Objective: To observe the influence of neuromuscular electrical stimulation(NMES) of muscels quadriceps femoris on motor function rehabilitation after total knee replacement (TKR).

Method: One hundred and four patients who underwent TKR were randomized into treatment group NMES musculus quadriceps femoris sombined with active extension of knee and control group treated with transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on the pain points of knee, while all patients also received standard physiotherapy about 2 weeks. All patients were assessed with both subjective and objective clinical scales about 2 weeks postoperatively. Average duration of follow-up for the 104 patients was 9.5 months (range 4—16 months).

Result: There was no significant difference in visual analogue scale (VAS) pain scores and knee active range of motion (AROM) between the two groups ($P>0.05$). The limited knee extension angle was significantly less in treatment group (1.93°±3.47°) than that in control group (6.26°±4.28°) ($P<0.01$) and the knee injury and osteoarthritis outcome score (KOOS) score was significantly higher in treatment group (71.52±10.97) than that in control group (65.02±10.26) ($P<0.01$) at 2 weeks postoperatively. However, at follow-up there was no significant difference in the knee society score (KSS) of both groups were at excellent level, but ($P>0.05$). The KOOS score

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2011.12.008

1 解放军第309医院康复医学科,北京,100091;2 解放军第309医院骨科

作者简介:郑光新,女,副主任医师;收稿日期:2011-08-14

in treatment group (96.16 ± 2.96) was significantly higher than that in control one (94.04 ± 4.80) ($P < 0.01$).

Conclusion: NMES stimulation on musculus quadriceps femoris in addition to conventional physiotherapy can improve functional recovery and accelerate early motor function rehabilitation after TKR.

Author's address Dept. of Rehabilitation Medicine, the PLA 309th Hospital, Beijing, 100091

Key word neuromuscular electrical stimulation; total knee replacement; rehabilitation; extensor mechanism

人工全膝关节置换术(total knee replacement, TKR)是治疗晚期膝关节病变的有效方法,能有效缓解膝关节疼痛和恢复膝关节的功能。随着医疗水平的提高,现代手术为TKR手术的成功提供了有力保证,但也为术后的康复治疗提出了更高的要求。目前认为^[1]膝痛和假体松动是TKR术后常见的并发症。导致膝痛的关节内因素有:^[2-3]软组织撞击、髌骨痛和髌股关节并发症等等,而这些因素又与膝关节的伸膝装置有关^[4]。有研究发现^[5-6],TKR术后1年功能评分已达优的患者,三维步态分析发现术侧最大伸膝力矩仍明显低于正常对照组。因此,除假体和手术技术的影响外,术后迅速恢复主动伸膝的功能,特别是股内侧肌的功能显得尤为重要。为此,本研究的目的是探讨神经肌肉电刺激股四头肌对TKR术后功能康复的影响。

1 对象与方法

1.1 受试对象

选取2010年2月—2011年3月本院收治的TKR术后的患者104例(置换膝145个),男23例,女81例;平均年龄(63.78 ± 8.41)岁;身体指数(26.63 ± 3.54)。膝骨关节炎102例,类风湿关节炎2例,均为初次TKR术患者,其中单膝置换63例,双膝置换41例;髌骨表面置换5例。所有患者由3位医生主刀。排除因结核和肿瘤行TKR、单髁置换和膝关节翻修术的患者。根据术后患者的性别、年龄段、单/双膝置换进行分层随机分组。治疗组和对对照组各52例。

两组患者的性别、年龄、身体指数和置换膝的分布的差异均无显著性($P > 0.05$),提示有良好的可比性。见表1。

1.2 治疗方法

表1 两组患者一般情况的比较

($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	性别		年龄(岁)	身体指数	置换膝(例)			术后治疗(d)
		男	女			左	右	双侧	
治疗组	52	11	41	64.12 ± 8.07	27.00 ± 3.83	21	10	21	14.40 ± 2.44
对照组	52	12	40	63.44 ± 8.80	26.26 ± 3.21	20	12	20	15.38 ± 4.53
P值		0.815		0.685	0.289	1.000			0.172

所有患者术后留置导管冲洗2d。术后第1天开始踝泵运动和冷疗。术后第3天开始持续关节被动运动(continuous passive motion, CPM),每日持续1h;由物理治疗师进行系统运动治疗,在术后的10多天内包括关节活动范围训练、肌力训练、负重站立、置换膝的运动控制训练、步行训练和踏车训练等,根据患者的康复进程选择不同的运动方式和不同的运动量。所有患者均在有效的药物镇痛下进行运动治疗。

术后第4天切口更换贴膜后开始电刺激疗法,所有患者均采用德国产ERBE ERBOGALVAN vC型神经电刺激仪,两对直径60mm的真空电极。治疗组患者取仰卧或长腿平坐位,术侧腘窝处放置质地较硬的椭圆柱形垫枕使屈膝 30° ,两组电极分别置于股内侧肌和股外侧肌,用神经肌肉电刺激(neu-

romuscular electrical stimulation, NMES)模式同步输出,载波为三角波,频率100Hz,波宽0.2ms;调制波为方波,通断比6s/6s,输出电流强度以能诱导靶肌产生最大收缩并无痛感为宜,要求患者随通电刺激膝部用力下压垫枕以达到最大主动伸膝。对照组取舒适体位,将两组电极分别置于膝部痛点附近,用经皮神经电刺激(transcutaneous electric nerve stimulation, TENS)治疗模式,为调制中频电流,载波4000Hz,调制波为正弦波,频率100Hz,两组电流同步输出,电流强度以最大耐受量为宜。所有患者每次刺激15min,每日1次。术后平均治疗(14.89 ± 3.65)d,拆线后出院。

1.3 康复评定

1.3.1 术后2周出院时评定。膝关节主动活动范围(active range of motion, AROM)、疼痛视觉模拟评分

(visual analogue scale, VAS)、膝关节损伤和骨关节炎结果评分(knee injury and osteoarthritis outcome score, KOOS)。记录主动伸膝受限的角度,以正常膝过伸为0°。VAS评分无痛为0分,不能忍受的痛为100分。KOOS量表包括症状、疼痛、日常功能活动、体育娱乐功能和生存质量5项,各项及总分的满分均为100分,得分越高功能越好。因研究对象绝大多数为老年患者,评定时省略了体育和娱乐活动一项。

1.3.2 出院后随访。术后平均9.5月(4—16个月),随访时行VAS、KOOS和美国膝关节协会评分(knee society score, KSS)。KSS评分包括两个部分,KSS-I包括:疼痛、膝关节挛缩程度、屈膝范围、膝关节力线(内翻/外翻角)和膝关节稳定性(前后、侧方滑移)5项评分;KSS-II包括:行走距离、上下阶梯和使用辅助器械3项评分;KSS-I和KSS-II满分均为100分,得分越高功能越好。KOOS和KSS评分得分100—80为优,79—70分为良,69—60分为尚可,<60分为差。

1.4 统计学分析

采用SPSS 19.0软件包统计分析,所有描述以均数±标准差表示。用多因素协方差分析进行两组间的比较,将主刀医生、手术代码和髌骨表面置换作为协变量以消除其影响;组内两次评定的比较用重复测试方差分析。

2 结果

2.1 VAS评分和膝关节活动范围评定

患者出院时两组VAS评分、AROM的差异均无显著性($P > 0.05$),治疗组主动伸膝受限的程度较对照组小,两组差异有显著性($P < 0.01$)。说明出院时两组患者仅有轻度膝痛,膝关节AROM明显改善,均超过90°,治疗组主动伸膝的功能明显优于对照组。见表2。

2.2 KOOS膝关节功能评分

治疗组的KOOS各项评分和总分均高于对照组,除疼痛、日常功能活动和生存质量3项两组间的差异无显著性外($P > 0.05$),症状分和总分两组间的差异均非常显著($P < 0.01$)。说明所有患者在术后2周即可达到良好的功能水平,治疗组改善症状方面

表2 出院时两组患者VAS、膝关节ROM的比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	VAS	伸膝受限(°)	AROM(°)
治疗组	73	18.11 ± 9.66	1.93 ± 3.47	103.21 ± 15.44
对照组	72	16.13 ± 4.25	6.26 ± 4.28	99.21 ± 15.19
P值		0.112	0.000	0.139

明显优于对照组,并对提高KOOS功能总分的贡献率最明显。见表3。

2.3 随访时的功能评定

治疗组的VAS评分较对照组低,两组差异非常显著($P < 0.01$);两组均在随访时的VAS评分较出院时降低,差异均非常显著($P < 0.01$)。KSS-I和KSS-II评分两组的差异均无显著性($P > 0.05$)。两组KOOS评分的比较和随访时与出院时的比较见表3。治疗组的KOOS各项评分和总分均高于对照组,其中症状、日常功能活动两项和总分两组间的差异有显著性($P < 0.05$),疼痛和生存质量两组的差异无显著性($P > 0.05$);无论是治疗组还是对照组,随访时所有KOOS评分均明显高于出院时,两次评分的差异非常显著($P < 0.01$),说明所有患者出院后膝关节的功能活动均继续提高并达优,而治疗组在改善症状和提高日常功能活动方面较对照组更明显。见表4。

3 讨论

随假体设计的进步,如高曲度假体的应用和手术技术的成熟,TKR术后持续关节被动运动和早期负重步行训练已经成为康复治疗常规,在短期内膝关节活动范围能达到90°,甚至更大。本研究的对象主要为膝骨关节炎和类风湿关节的患者,这些患者在TKR术前有不同程度的屈膝挛缩,TKR术后又常将患肢置于屈曲舒适位,以致后期被动伸直膝关节困难。另外,术前因膝关节疼痛导致关节源性股内侧肌萎缩,活动能力下降,股四头肌废用性萎缩,加之TKR术中对伸膝装置的激惹、术后疼痛或肿胀^[7]也会加重股四头肌,特别是股内侧肌的无力。TKR术后屈膝挛缩或伸膝迟滞是导致步态异常、膝痛最主要的原因。

TKR术后的膝关节无论是否保留后交叉韧带,前交叉韧带都是缺如的,而膝关节前方稳定性有赖于伸膝装置的稳定。伸膝装置包括股四头肌、髌骨

表3 两组患者KOOS功能评定的比较

($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	症状	疼痛	日常功能活动	生存质量	总分
出院时						
治疗组	52	72.22 ± 13.65	68.48 ± 11.00	59.94 ± 13.20	55.24 ± 13.05	71.52 ± 10.97
对照组	52	62.96 ± 11.75	65.61 ± 10.55	57.79 ± 8.50	50.45 ± 12.55	65.02 ± 10.26
P值		0.001	0.152	0.279	0.056	0.003
随访时						
治疗组	52	92.24 ± 7.17 ^①	96.36 ± 3.47 ^①	96.33 ± 2.91 ^①	98.54 ± 2.12 ^①	96.16 ± 2.96 ^①
对照组	52	89.05 ± 10.08 ^①	94.92 ± 7.22 ^①	94.59 ± 5.27 ^①	97.73 ± 6.54 ^①	94.04 ± 4.80 ^①
P值		0.040	0.144	0.037	0.387	0.005

①组内出院时和随访时两次评定的比较 $P < 0.01$

表4 两组患者随访时VAS、KSS评分的比较

($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	VAS1	VAS2	KSS-I	KSS-II
治疗组	52	18.11 ± 9.66	6.44 ± 11.96 ^①	94.28 ± 6.84	86.15 ± 13.19
对照组	52	16.13 ± 4.25	10.11 ± 9.83 ^①	94.74 ± 6.07	81.07 ± 17.01
P值		0.112	0.052	0.779	0.073

和髌韧带,其主要功能是维持髌股关节的稳定性。单腿站立位维持膝关节稳定有静力性和动力性稳定两种方式^[8],静力性或超伸膝位稳定是借助膝关节后侧韧带来保持稳定,股四头肌不参与收缩;动力性稳定则是在屈膝位时,上体的重量从膝关节后方向下传至足部,体重与地面的反作用力使膝屈曲,这时就需要股四头肌伸膝来维持动力性稳定。也就是说,只有当肌力矩(伸膝肌力 × 力臂)=重力矩(体重 × 重力臂)时才能保持动力性稳定。若屈膝角度越大对股四头肌肌力的要求就越大,那么由股四头肌力和重力合成对髌股关节的反作用力就越大,导致髌股关节损伤的风险就越大。髌骨的作用是增加股四头肌的力臂,特别在90°—0°伸膝中发挥增大力臂的作用^[9]。在完全伸膝位从髌腱到股骨下端膝运动轴心的垂直距离约6cm,当髌骨周围软组织挛缩或伸膝髌骨前移不足而缩短力臂,继之伸膝力矩下降。此时,只有通过加大股四头肌收缩力来完成伸膝功能,随之髌股关节面的应力也加大。否则,就不能完成最后10°—15°的伸膝功能。TKR术后早期主要因股四头肌乏力而影响患者膝关节的动力性稳定,有伸膝迟滞的患者只能借助静力性稳定绷着膝行走;若屈膝挛缩明显的患者则出现短缩步态。股四头肌不仅纵向维持髌骨稳定,其最下部分的股内侧肌还参与横向维持髌骨稳定^[10]。在屈膝20°—30°的位置伸膝时,股四头肌收缩向上牵拉髌骨,若股内侧肌肌力不足,髌骨则被拉向上外方,导致髌骨异位紧压于股骨假体滑车的外壁,应力高度集中,步行时

小而反复的作用就会导致未置换髌骨软骨面受损,引起膝关节肿痛。正常情况下髌骨在股骨滑车及髌间沟中的滑动距离约7—8cm,若股四头肌力弱伸膝不足,髌骨向上移动受限,随之出现髌韧带挛缩,导致医源性低位髌骨^[11]。低位髌骨将严重限制屈膝活动范围,此时若一味被动屈膝牵拉就容易造成髌骨下极与胫骨平台撞击而磨损髌骨下极,或因过度被动屈膝撕裂髌韧带或股四头肌腱而暂时增加屈膝范围,以后因瘢痕形成而加重低位髌骨,屈膝受限反弹。因此术后2周,除有效镇痛、迅速消肿和持续被动运动恢复膝关节ROM外,康复训练的重点是:①被动伸膝;②患肢在负重下辅助股四头肌,特别是股内侧肌的向心性和离心性收缩运动(闭链运动),促进本体感觉和提高膝关节的动态稳定;③及时纠正“短缩步态”或“超伸膝稳定”步态,确保患者以良好的步态进行有效的步行和功能活动。本研究结果充分证明所有患者术后2周KOOS评分就能达到良好的功能水平,并在平均随访不足10个月的时间内KOOS和KSS功能评分迅速达到优秀水平。

TKR术后早期迅速提高股四头肌特别是股内侧肌肌力是患者功能康复的关键所在。本研究结果表明在常规康复治疗的基础上增加神经肌肉电刺激股四头肌治疗的患者,出院时较对照组主动伸膝更佳、KOOS评分更高,功能活动达到良好水平。已有研究^[12]证实辅助神经肌肉电刺激股内侧肌能促进TKR术后患者迅速恢复膝关节功能活动,与本研究结果一致。本研究用神经肌肉电刺激股四头肌每日

仅15min,且治疗少于2周,很难说是通过神经肌肉电刺激直接提高靶肌肌力发挥作用的,而是通过患者随神经肌肉电刺激股内侧肌和股外侧肌同步完成30°—0°主动伸膝:①能有效防止股四头肌肌腱粘连(股四头肌肌腱由浅入深分别为股直肌、股内侧肌和股外侧肌、股中间肌的肌腱三层);②能选择性地对股内侧肌的收缩训练;③能最大限度提升髌骨,防止伸膝迟滞和低位髌骨的发生,以致患者能在行走中迅速恢复置换膝的动力性稳定和良好的步态。而良好的步态又有益于后期随功能活动增加而致膝痛或髌股关节并发症发生的风险降到最低。随访时治疗组功能康复的效果较对照组更佳就是得益于早期主动伸膝功能的提高。

TKR术后早期配合神经肌肉电刺激股四头肌的康复训练,能促进伸膝装置动力部分的迅速功能恢复,早期注重主动伸膝的功能康复,更有益于防止主动伸膝滞后和提高膝关节的控制能力,使患者独立行走能力和日常生活功能得以迅速的提高。

参考文献

[1] 朱振军,程田,李碧波.全膝关节置换术并发症的临床分析[J].医药论坛杂志,2008,29(23):10—15.
[2] 刘明,王岩.全膝关节置换术后膝关节疼痛的诊断研究进展[J].中外医疗,2008,7:13—14.

[3] Schoderbek RJ Jr, Brown TE, Mulhall KJ, et al. Extensor mechanism disruption after total knee arthroplasty[J]. Clin Orthop Relat Res, 2006, 446(5):176—185.
[4] 孙振辉,刘军,王沛.人工全膝关节置换术后疼痛的诊断和治疗研究进展[J].中国修复重建外科杂志,2010,24(6):708—713.
[5] 梁娟,白跃宏,周俊.全膝关节置换后三维步态分析:病例—对照组的随访观察[J].中国组织工程研究与临床康复,2008,12(44):8627—8630.
[6] 周欣,蒋垚,王琦.人工膝关节置换术患者的步态分析[J].中国骨与关节损伤杂志,2007,22(5):644—646.
[7] Holm B, Kristensen MT, Bencke J, et al. Loss of knee-extension strength is related to knee swelling after total knee arthroplasty[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2010, 91(11):1770—1776.
[8] 赵忠岳.伸膝装置的生物力学[J].中华骨科杂志,1996,16(1):65—68.
[9] 单大卯.髌骨运动轨迹的实验性研究[J].北京体育大学学报,2004,8:54—56,39.
[10] Smith TO, Nichols R, Harle D, et al. Do the vastus medialis obliquus and vastus medialis longus really exist? A systematic review[J]. Clinical Anatomy, 2009, 22(2):183—199.
[11] 张骏,戴雪松,李睿,等.获得性低位髌骨的研究进展[J].中华创伤骨科杂志,2010,12(10):970—973.
[12] Avramidis K, Karachalios T, Popotonasios K, et al. Does electric stimulation of the vastus medialis muscle influence rehabilitation after total knee replacement?[J]. Orthopedics, 2011, 34(3):175.

髌膝关节常见伤病及核心肌群康复评定和康复治疗技术培训班通知

自2004年以来,北京大学第一医院物理医学与康复科已连续举办七届骨骼肌肉系统常见伤病康复治疗培训班,其间系列讲授了脊柱和四肢关节康复评定和包括关节松动术在内的康复治疗技术,获得业内同行赞誉。此次培训班再次邀请曾多次担任主讲教师的英国运动损伤物理治疗学会主席 G. Smith 教授,将针对髌关节损伤和腹股沟区疼痛以及膝关节伤病等常见问题,讲授临床诊疗思路,演示评测和手法治疗技术,以及指导患者自我提高功能的方法。Smith 教授具有丰富的临床经验,而且是一位出色的讲师,对此以往历届学员感受颇深。此次培训班还将由康复科王宁华、黄真、谢斌等教授主讲脊柱稳定性控制机制、核心肌群临床评测方法及其渐进式功能训练技术等。培训班以理论授课、技术演示和实习操作相结合的方式,紧密联系临床,强调实用性。授课内容不仅有助于治疗师学习规范的治疗技术,更有助于提高康复医师临床检查技能和临床思维能力。时间为2012年3月25—30日(25日全天报到)。学费1000元(含讲义)。食宿统一安排,费用自理。参加者授予国家级1类继续教育学分10学分。报名请于3月10日前寄到:北京大学第一医院康复科100034罗春收,或电子邮件联系:luochun226@sina.com,也可电话联系:010-83575162 或010-83572455。若无第二轮通知,请按时到北京市西城区西什库大街7号北京大学第一医院第二住院部教学楼一层报到,报到当天联系电话010-83572899。

北京大学第一医院康复医学科