

模拟现实步态训练对膝关节前交叉韧带损伤的功能恢复及对跌倒恐惧的影响

邱红生¹ 林树体¹ 梁朝莹² 劳世高¹ 何荷³

【摘要】目的 研究模拟现实步态训练对膝关节前交叉韧带损伤患者的功能恢复及对跌倒恐惧的影响。**方法** 前瞻性选取2018年1月至2020年12月符合纳入标准的膝关节前交叉韧带损伤患者92例,男72例,女20例,年龄(33.25±4.63)岁,根据住院号尾数的单双数随机分为观察组及对照组,观察组43例,对照组49例。两组患者在常规康复锻炼的基础上,观察组接受模拟现实步态训练6个月,比较干预前后两组患者膝关节活动度、稳定性及步态特征的差异,采用TSK-11及MFES评分评估患者干预前后的对跌倒恐惧的影响。**结果** 干预3个月、6个月后两组患者的膝关节活动度均增大,且观察组活动度[(105.58±14.22)°、(126.39±15.66)°]大于对照组[(95.69±12.04)°、(105.28±11.32)°]($P<0.05$)。观察组干预后3个月及6个月的稳定性(Pivotshift 试验阳性3个月和6个月阳性率分别为32.56%和79.07%;Lachman 试验3+阳性率为48.48%和81.40%)大于对照组($P<0.05$);干预后两组患者的Lysholm评分均明显升高,干预后6月时观察组为(82.53±10.36)分,高于对照组的(75.28±9.34)分;干预后患侧及健侧触地时长逐渐缩小,与对照组相比,干预后观察组患者触地时长更短($P<0.05$)。观察组干预3个月、6个月MFES评分分别为(7.62±1.06)分和(9.58±10.33)分,高于对照组[(5.03±0.98)分、(7.38±9.62)分, $P<0.05$]。观察组干预3个月、6个月后TSK-11评分分别为(21.61±3.27)分和(18.52±2.36)分高于对照组[(25.31±4.06)分、(7.38±9.62)分, $P<0.05$]。**结论** 模拟现实步态训练有助于提高膝关节前交叉韧带损伤患者膝关节功能,改善步态及跌倒恐惧的心理影响。

【关键词】 模拟现实步态训练; 膝关节前交叉韧带损伤; 功能重建; 恐动症; 跌倒恐惧

The effect of simulated realistic gait training on functional recovery and fear of falling in patients with anterior cruciate ligament injury Qiu Hongsheng¹, Lin Shuti¹, Liang Chaoying², Lao Shigao², He he³.

¹Department of Arthrology and Sports Medicine, ²Department of Neurology, ³Department of Rehabilitation, Qinzhou, Guangxi 535000, China

Corresponding author: Liang Chaoying, Email: 172389012@qq.com

【Abstract】 Objective To investigate the effect of simulated realistic gait training on functional recovery and fear of falling in patients with anterior cruciate ligament injury. **Methods** A prospective selection was conducted on 92 patients with anterior cruciate ligament injury of the knee joint who met the inclusion criteria from January 2018 to December 2020, including 72 males and 20 females, aged (33.25±4.63) years old. They were randomly divided into an observation group and a control group based on the odd and even numbers of the hospitalization numbers. The observation group had 43 patients and the control group had 49 patients. On the basis of routine rehabilitation exercise, the two groups of patients received simulated reality gait training for 6 months in the observation group. The differences in knee joint mobility, stability, and gait characteristics between the two groups before and after intervention were compared. The TSK-11 and MFES scores were used to evaluate the impact of patients' fear of falling before and after intervention. **Results** After 3 and 6 months of intervention, the knee joint range of motion of both groups of patients increased, and the observation group had a higher range of motion (105.58±14.22 and 126.39±15.66) than the control group (95.69±12.04 and 105.28±11.32) ($P<0.05$). Compared with the control group, the stability at 3

and 6 months after intervention (Pivotshift test positive rates at 3 and 6 months were 32.56% and 79.07%, respectively; Lachman test 3+ positive rates were 48.48% and 81.40%) was higher in the observation group than in the control group ($P<0.05$); After intervention, the Lysholm scores of both groups of patients significantly increased. At 6 months after intervention, the observation group had (82.53 ± 10.36) higher scores than the control group (75.28 ± 9.34); After intervention, the duration of touchdown on the affected and healthy sides gradually decreased, and compared with the control group, the observation group had a shorter touchdown duration after intervention ($P<0.05$). The MFES scores of the observation group at 3 and 6 months of intervention were (7.62 ± 1.06 points and 9.58 ± 10.33 points) higher than those of the control group ($P<0.05$). After 3 and 6 months of intervention, the TSK-11 scores of the observation group were (21.61 ± 3.27 and 18.52 ± 2.36) higher than those of the control group ($P<0.05$). **Conclusion** Simulated realistic gait training can improve the knee function of patients with acl injury and improve their gait and fear of falling.

【Key words】 Simulated Realistic Gait Training; Anterior Cruciate Ligament Injury; Functional Recovery; Kinesiophobia; Fear of Falling

膝关节作为维持正常行走功能最大最复杂的关节,在行走时需至少承受人体重量2.5~3倍以上的压力,在膝关节的保护中,主要由膝关节韧带发挥稳定作用^[1]。当膝关节遭受暴力碰撞或挤压时,膝关节韧带的平衡及稳定将被打破,造成韧带损伤。在前交叉韧带、后交叉韧带及内外侧副韧带中,86%为前交叉韧带损伤^[2]。当前交叉韧带损伤后,膝关节韧带重建手术是主要治疗方法之一^[3]。在手术取得良好治疗效果的同时,Lai一项针对前交叉韧带损伤的运动员的研究表明术后仍有17%的运动员不能恢复低强度的体育锻炼^[4]。在普通患者中,73%的患者在术后9个月才可恢复正常的体育运动^[5]。当前交叉韧带损伤后,局部组织肿胀缺血,关节变形,并伴有功能障碍及各种步态问题,如在膝关节前交叉韧带损伤后1年或更长时间内,患者可呈现出步速、步频、步幅、峰值屈膝角度及峰值屈髋减小,躯干向患侧倾斜等不良步态^[6-8]。模拟现实步态训练是以适应现实生活为目的,利用计算机智能化辅助系统矫正患者步态,使患者在面临复杂环境中可及时调整步态,躲避风险,在脑卒中患者中实行模拟现实步态训练可提高患者步行能力并改善跌倒恐惧^[9]。在前交叉韧带损伤患者中使用模拟现实步态训练是否可以取得类似的治疗效果,促进患者膝关节功能恢复,目前尚无相关研究报道。故本研究选取前交叉韧带损伤患者,探讨模拟现实步态训练对患者膝关节功能及跌倒恐惧的影响,以期改善患者康复,恢复独立行走信心。

资料与方法

一、一般资料

采用双盲法,前瞻性选取2018年1月至2020年

12月符合纳入标准的膝关节前交叉韧带损伤患者92例,根据住院号尾数的单双数随机分为观察组及对照组,观察组43例,对照组49例,对于脱落病例依据纳入与排除标准加入病例补充。

纳入标准:①年龄在18~55岁之间,平均(33.25 ± 4.63)岁,膝关节前交叉韧带损伤患者术后6~9周内;②术后可独立负重行走;③充分知情后自愿签署知情同意书者;④术后膝关节活动度 $>60^\circ$;⑤运动强度。排除标准:①患者合并其他严重疾病者;②依从性较差,不愿意配合锻炼者。两组患者一般资料相比无统计学差异,具有可比性($P>0.05$),见表1。本研究已通过我院伦理委员会批准,患者及家属签署同意书(医伦会审[2017]第122号)。

二、干预方法

对照组患者采用常规术后康复锻炼方法,由康复师根据病情制定康复计划,通过每周电话知道完成培训锻炼,锻炼内容包括①基础训练:坐站位平衡训练,起立训练,不同方位转身训练,重心转移训练等;②肌力恢复训练:下肢关节活动训练,桥式训练等;③常规行走训练:侧方位行走训练,上下楼梯训练,交叉步行训练等,每天训练包括以上三部分,每部分训练约20 min,60 min/d,共训练6个月。

观察组:患者在此基础上进行模拟现实步态训练。模拟现实是指针对患者出院后回归社区后的生活可能面临的现实环境和步行地形,主要为拥挤熙攘的环境(如:菜市场、广场、医院及超市等人口密集地方)、不同的步行地形(如:楼梯、自动扶梯、斜坡等)。步态训练计划主要由三部分组成,①模拟现实训练:模拟恶劣的地形或人群熙攘的环境,矫正患者的步态及遇见特殊情况时对步态及身体稳定性的控制,如行走过程中遇到熟人打招呼时的反应;其他行

表1 两组膝关节前交叉韧带损伤患者一般资料比较

| 组别 | 例数 | 性别(例) | | 年龄(岁, $\bar{x} \pm s$) | 致伤原因(例) | | | 侧别(例) | | |
|-----|----|----------------|----|-------------------------|----------------|-----|----|----------------|----|----|
| | | 男 | 女 | | 道路交通伤 | 运动伤 | 摔伤 | 其他 | 左膝 | 右膝 |
| 观察组 | 43 | 34 | 9 | 32.95±4.25 | 9 | 19 | 9 | 6 | 24 | 19 |
| 对照组 | 49 | 38 | 11 | 34.58±5.06 | 12 | 18 | 11 | 9 | 26 | 23 |
| 统计值 | | $\chi^2=0.055$ | | $t=0.582$ | $\chi^2=0.733$ | | | $\chi^2=0.070$ | | |
| P值 | | 0.815 | | 0.547 | 0.865 | | | 0.791 | | |

| 组别 | 例数 | 半月板损伤(例) | | 软骨损伤(例) | | 运动强度分级(例) | |
|-----|----|----------------|----|----------------|----|----------------|-----|
| | | 有 | 无 | 有 | 无 | 低强度 | 高强度 |
| 观察组 | 43 | 18 | 25 | 16 | 27 | 35 | 8 |
| 对照组 | 49 | 20 | 29 | 23 | 26 | 37 | 12 |
| 统计值 | | $\chi^2=0.010$ | | $\chi^2=0.888$ | | $\chi^2=0.466$ | |
| P值 | | 0.919 | | 0.346 | | 0.495 | |

为干扰,如传递物品,接听电话等;譬如行走同时完成物品的传递、与他人沟通交流、接电话等;模拟不同地形如石子路、上下楼梯、自动扶梯、草地等的步态训练等;行走时为预防碰撞临时改变行走的速度及方向,每天训练2~3次,每次20~30 min为宜;②平衡训练:主要针对患者预防跌倒技巧个性化训练,训练患者保持平衡的技巧及控制练习,方法包括从不同方向用力,如康复师从前后左右用不同的力推患者,患者需通过控制踝关节、膝关节及髋关节完成跨步动作以保持身体平衡;另外需要训练患者在斜坡、楼梯等复杂地面上控制平衡能力,以防止跌倒等;在平地或波速球上选择不同的姿势,向不同的方向极限延伸肢体,并最大限度控制身体稳定,常用方法包括:波速球左右移动、垫脚尖、单脚站立及与医务人员或家长击掌等,每天训练2~3次,每次30 min为宜。③复杂行走技巧:根据患者恢复情况,制作圆形、半圆形、S型、一定高度的障碍物等复杂地形,指导患者行走,行走时可知道患者转弯或站立后下蹲等的力量运用及身体控制等。患者每次训练均包括以上三项内容,训练时间及频次根据患者的病情而定,循序渐进,每周3~5次,每次30~60 min,且训练过程中由本院2名副主任医师进行监督,以保证患者安全训练,提升训练质量,见图1~15。

三、观察指标

(一)膝关节活动度

分别测量两组患者干预前,干预后3个月及6个月时的膝关节活动度。使用通用量角器测量时保持轴心与关节活动轴心一致,使近端固定臂及远端移动臂分别与股骨及胫骨纵轴平行。测量时使患者伸直

膝关节,再逐步屈曲关节,记录屈曲时的最大角度。

(二)膝关节稳定度

Pivotshift及Lachman试验用于评价患者关于前后的膝关节稳定度,Pivotshift试验阳性的标准为当患者患侧膝关节在髌胫束向下压迫在30°~40°时出现复位现象。Lachman试验阳性的判断标准为患侧超过健侧前后移动范围,3+时即胫骨前移≥1 cm,分别统计干预前、干预后3个月及6个月时患者出现Pivotshift阳性及Lachman试验3+人数。

(三)Lysholm评分

Lysholm评分用于评定患者膝关节的功能,包括疼痛、肿胀度、交锁、爬楼梯及下蹲等项目,得分越高提示膝关节功能越好。

(四)步态特征

使用自动化数字化跑台分析患者的步态特征,首先患者在跑台上自由行走,适应之后由康复医生调节跑台安全速度,以此速度在跑台上继续行走,记录患者平稳阶段中的步态信息,每位患者分别测量3次取平均值。

(五)跌倒恐惧评估

采用中文修订版跌倒效能量表(modified falls efficacy scale, MFES)及简版恐动症评估量表(TSK-11)评估患者在日常生活对跌倒的恐惧程度,MFES量表共14个条目,得分越低代表跌倒恐惧越高,信心不足。TSK-11量表共11个条目,得分越高说明恐惧程度越高。同一位患者不同时间的测评由一个康复师完成。

四、随访方法

请添加随访具体方法,例如:通过电话、邮件及



图1~15 模拟现实步态训练图。图1 平衡训练:单脚站立;图2 平衡训练:垫脚尖;图3 平衡训练:上斜坡;图4 平衡训练:下斜坡;图5 平衡训练:行走中用力推患者;图6 平衡训练:左右移动重心;图7 模拟现实训练:上楼梯;图8 模拟现实训练:下楼梯;图9 模拟现实训练:行走中拨打电话;图10 模拟现实训练:行走中打招呼;图11 模拟现实训练:软垫(草地);图12 复杂行走技巧:S型行走;图13 复杂行走技巧:跨不同障碍物1;图14 复杂行走技巧:跨不同障碍物2;图15 复杂行走技巧:圆形、半圆行走

门诊复查等方法进行随访。分别于术后2个月、3个月、6个月、12个月、24个月进行门诊随访,以后每年至少1次门诊检查。所有患者均拍摄X线片。术后首次复诊时指导扶拐下地行走的正确步态,纠正不良行走方式,根据患者恢复及耐受强化患肢锻炼,并调整肌功能锻炼强度,第二次复诊时进一步巩固首次复诊的要求并复查正、侧位X线片。

五、统计学方法

应用SPSS 21.0软件(IBM公司,美国)进行统计分析,符合正态分布的膝关节活动度、膝关节稳定性、Lysholm评分、步态特征、TSK-11评分、MFES评分等计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,两两比较采用均数 t 检验,两组间差异采用两组间多重比较方法。性别、致伤原因、患膝、半月板损伤、软骨损伤及运动强度分级等计数资料比较采用 χ^2 检验,当 $P < 0.05$ 时,差异有统计学意义。

结果

一、一般情况

92例患者均获得完整随访,随访率100%,随访时间2~24个月,平均 (12.14 ± 2.02) 个月。其中对照组随访时间2~23个月,平均 (12.11 ± 1.98) 个月;观察组随访时间3~24个月,平均 (12.21 ± 2.11) 个月。92例患者中,75例患者康复较后,17例患者恢复一般。

二、两组患者干预前后膝关节活动度比较

经重复测量设计的方差分析,不同组别间差异有统计学意义($F=5.683, P=0.031$),不同时间点间差别有统计学意义($F=114.395, P=0.000$),组别与时间点间存在交互作用($F=7.392, P=0.000$),进一步分析单独效应,除第一时间点两组差异无统计学意义($P > 0.05$),其余各时间点两组差异均有统计

学意义($P<0.05$),对照组各时间点间差异均有统计学意义($P<0.05$),试验组各时间点间差异均有统计学意义($P<0.05$),随着时间延长,膝关节活动度增加,见表2。

二、两组患者干预前后膝关节稳定性比较

干预后两组患者的膝关节稳定度均优于干预前。干预后3月及6月的稳定度,观察组大于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$),见表3。

三、两组患者干预前后 Lysholm 评分比较

经重复测量设计的方差分析,不同组别间差异有统计学意义($F=6.229, P=0.027$),不同时间点间差别有统计学意义($F=111.285, P=0.000$),组别与时间点间存在交互作用($F=8.546, P=0.000$),进一步分析单独效应,除第一时间点两组差别无统计学意义($P>0.05$),其余各时间点两组差异均有统计学意义($P<0.05$),对照组各时间点间差异均有统计学意义($P<0.05$),试验组各时间点间差异均有统计学意义($P<0.05$),随着时间延长, Lysholm 评分增加,见表2。

四、两组患者干预前后步态特征比较

经重复测量设计的方差分析,不同组别间差异有统计学意义($F=5.775, 7.761, 5.451, 6.093$ 及 $5.591, P=0.022, 0.016, 0.025, 0.025, 0.029$),不同时间点间差别有统计学意义($F=102.592, 112.214, 108.545, 96.651, 111.295, P=0.000$),组别与时间点间存在交互作用($F=6.678, 7.882, 5.346, 8.545, 6.431, P=0.000$),进一步分析单独效应,除第一时间点两组差别无统计学意义($P>0.05$),其余各时间点两组差异均有统计学意义($P<0.05$),对照组各时间点间差异均有统计学意义($P<0.05$),试验组各时间点间差异均有统计学意义($P<0.05$),随着时间延长,不畅、步速、步频增加,患侧触地时长、健侧触地时长缩短,见表5。

五、两组患者干预前后 MFES 评分比较

经重复测量设计的方差分析,不同组别间差异有统计学意义($F=7.743, P=0.022$),不同时间点间差别有统计学意义($F=102.593, P=0.000$),组别与时间点间存在交互作用($F=9.192, P=0.000$),进一步分析单独效应,除第一时间点两组差别无统计学

表2 两组膝关节前交叉韧带损伤患者干预前后膝关节活动度比较($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)

| 组别 | 例数 | 干预前 | 干预3月 | 干预6月 | F值 | P值 |
|-----|----|------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------|--------|
| 观察组 | 43 | 55.36 \pm 6.38 | 105.58 \pm 14.22 [*] | 126.39 \pm 15.66 ^{**} | 35.205 | <0.001 |
| 对照组 | 49 | 58.39 \pm 7.06 | 95.69 \pm 12.04 [*] | 105.28 \pm 11.32 ^{**} | 30.345 | <0.001 |
| F值 | | 0.691 | 10.192 | 11.215 | | |
| P值 | | 0.356 | 0.009 | 0.006 | | |

注:“*”表示与干预前比较 $P<0.05$;“**”表示与3个月比较 $P<0.05$

表3 两组膝关节前交叉韧带损伤患者干预前后膝关节稳定性比较[例(%)]

| 组别 | 例数 | Pivotshift 试验阳性 | | Lachman 试验 3+ | |
|------------|----|-----------------|------------------------|---------------|------------------------|
| | | 干预3月 | 干预6月 | 干预3月 | 干预6月 |
| 观察组 | 43 | 14(32.56) | 34(79.07) [*] | 21(48.84) | 35(81.40) [*] |
| 对照组 | 49 | 15(30.61) | 26(53.06) [*] | 16(32.65) | 27(55.10) [*] |
| χ^2 值 | | 0.040 | 6.829 | 2.495 | 7.205 |
| P值 | | 0.841 | 0.009 | 0.114 | 0.007 |

注:“*”表示与干预3月比较 $P<0.05$

表4 两组膝关节前交叉韧带损伤患者干预前后 Lysholm 评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

| 组别 | 例数 | 干预前 | 干预3月 | 干预6月 | F值 | P值 |
|-----|----|------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------|--------|
| 观察组 | 43 | 48.32 \pm 6.98 | 68.56 \pm 8.47 [*] | 82.53 \pm 10.36 ^{**} | 25.365 | <0.001 |
| 对照组 | 49 | 50.28 \pm 7.56 | 65.38 \pm 7.64 [*] | 75.28 \pm 9.34 ^{**} | 22.845 | <0.001 |
| F值 | | 0.892 | 3.323 | 7.671 | | |
| P值 | | 0.329 | 0.046 | 0.007 | | |

注:“*”表示与干预前比较 $P<0.05$;“**”表示与3个月比较 $P<0.05$

意义($P>0.05$),其余各时间点两组差异均有统计学意义($P<0.05$),对照组各时间点间差异均有统计学意义($P<0.05$),试验组各时间点间差异均有统计学意义($P<0.05$),随着时间延长,MFES评分增加,见表6。

六、两组患者干预前后TSK-11评分比较

经重复测量设计的方差分析,不同组别间差异有统计学意义($F=5.591, P=0.022$),不同时间点间差

别有统计学意义($F=93.536, P=0.000$),组别与时间点间存在交互作用($F=7.372, P=0.000$),进一步分析单独效应,除第一时间点两组差别无统计学意义($P>0.05$),其余各时间点两组差异均有统计学意义($P<0.05$),对照组各时间点间差异均有统计学意义($P<0.05$),试验组各时间点间差异均有统计学意义($P<0.05$),随着时间延长,TSK-11评分增加,见表7。

表5 两组膝关节前交叉韧带损伤患者干预前后步态特征比较($\bar{x} \pm s$)

| 组别 | 例数 | 步长(cm) | | | 步速(cm/s) | | |
|-----|----|------------|--------------------------|--------------------------|------------|--------------------------|---------------------------|
| | | 干预前 | 干预3月 | 干预6月 | 干预前 | 干预3月 | 干预6月 |
| 观察组 | 43 | 32.26±5.26 | 38.54±6.21 ^{##} | 50.74±9.54 ^{##} | 54.57±7.58 | 75.32±9.62 ^{##} | 86.47±10.35 ^{##} |
| 对照组 | 49 | 31.58±4.66 | 34.55±6.34 [*] | 43.69±7.25 [*] | 52.14±6.35 | 66.35±8.54 [*] | 75.62±9.68 [*] |
| F值 | | 0.773 | 3.446 | 5.691 | 0.491 | 7.672 | 8.329 |
| P值 | | 0.439 | 0.010 | 0.008 | 0.684 | 0.000 | 0.000 |

| 组别 | 例数 | 步频(步/min) | | | 患侧触地时长(min) | | |
|-----|----|-------------|--------------------------|---------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| | | 干预前 | 干预3月 | 干预6月 | 干预前 | 干预3月 | 干预6月 |
| 观察组 | 43 | 69.58±10.25 | 78.25±9.37 ^{##} | 95.63±11.08 ^{##} | 1.65±0.54 | 1.02±0.56 ^{##} | 0.74±0.62 ^{##} |
| 对照组 | 49 | 67.23±8.92 | 75.25±8.64 [*] | 88.57±11.36 [*] | 1.70±0.85 | 1.35±0.52 [*] | 0.87±0.34 [*] |
| F值 | | 0.094 | 3.121 | 5.452 | 0.009 | 3.232 | 3.559 |
| P值 | | 0.776 | 0.032 | 0.000 | 0.956 | 0.041 | 0.035 |

| 组别 | 例数 | 健侧触地时长(min) | | |
|-----|----|-------------|-------------------------|-------------------------|
| | | 干预前 | 干预3月 | 干预6月 |
| 观察组 | 43 | 2.05±0.41 | 1.34±0.82 ^{##} | 0.86±0.58 ^{##} |
| 对照组 | 49 | 2.15±0.52 | 1.59±0.24 [*] | 1.06±0.54 [*] |
| F值 | | 0.084 | 4.434 | 3.982 |
| P值 | | 0.545 | 0.021 | 0.038 |

注:“*”表示与干预前比较 $P<0.05$;“#”表示与3个月比较 $P<0.05$

表6 两组膝关节前交叉韧带损伤患者干预前后MFES评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

| 组别 | 例数 | 干预前 | 干预3月 | 干预6月 | F值 | P值 |
|-----|----|-----------|-----------|------------|--------|--------|
| 观察组 | 43 | 4.06±0.85 | 7.62±1.06 | 9.58±10.33 | 19.632 | <0.001 |
| 对照组 | 49 | 4.15±0.92 | 5.03±0.98 | 7.38±9.62 | 15.384 | <0.001 |
| F值 | | 0.436 | 9.235 | 5.491 | | |
| P值 | | 0.671 | <0.001 | <0.001 | | |

注:“*”表示与干预前比较 $P<0.05$;“#”表示与3个月比较 $P<0.05$

表7 两组膝关节前交叉韧带损伤患者干预前后TSK-11评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

| 组别 | 例数 | 干预前 | 干预3月 | 干预6月 | F值 | P值 |
|-----|----|------------|------------|------------|--------|--------|
| 观察组 | 43 | 28.21±2.39 | 21.61±3.27 | 18.52±2.36 | 15.639 | <0.001 |
| 对照组 | 49 | 29.54±3.64 | 25.31±4.06 | 21.35±3.06 | 10.348 | <0.001 |
| F值 | | 0.658 | 8.510 | 7.365 | | |
| P值 | | 0.231 | 0.015 | 0.032 | | |

注:“*”表示与干预前比较 $P<0.05$;“#”表示与3个月比较 $P<0.05$

讨 论

一、模拟现实步态训练能提高膝关节前交叉韧带损伤患者膝关节功能

单侧膝关节前交叉韧带损伤患者由于功能损伤或关节疼痛引起关节功能障碍,患者在行走过程中,患侧关节活动障碍使其平衡控制能力减弱,肌肉控制不佳,下肢运动模式异常,易产生异常步态^[10]。异常步态姿势不美观并易跌倒,给患者造成一定的心理障碍并抗拒早期功能锻炼,产生恶性循环,不利于康复及独立行走信心的建立^[11]。传统的康复训练主要以动作分解训练为主,注重患者功能性恢复,缺乏对实际生活中行走困难的解决能力训练及心理疏导,训练过程较为单调,且有跌倒的风险,患者长期训练的依从性不佳^[12]。模拟现实步态训练是在康复训练中通过模拟现实环境,以实现自我行走为主要目的,针对性训练患者的关节功能及步态调整等,训练过程中趣味性较高,患者可实时感知到训练效果,参与完成度高且过程安全^[13]。本研究中,干预后3月及6月,两组患者膝关节活动度、稳定度及功能逐渐好转,且均明显优于干预前,观察组患者明显优于对照组,差异具有统计学意义($P<0.05$),从本研究结果看出,模拟现实步态训练能提高膝关节前交叉韧带损伤患者的膝关节功能。分析原因:模拟现实步态训练能更加形象、科学、安全的指导患者肢体康复训练,有助于增强下肢关节本体感觉,提升患者下肢肌力,从而改善步行能力,在癫痫及脑卒中患者的康复训练中取得了良好的治疗效果。陆旭婷等^[9]研究表明在脑卒中后步行痉挛患者中应用模拟现实步态训练不仅能缓解患者肌痉挛状态,还可提高其步行能力并减少跌倒恐惧。研究表明,在膝关节韧带损伤患者中,异常步态的改变趋势与脑损伤患者一致,如步态适应性降低,步速步长下降,对称指数降低等^[14]。与上述结果类似,模拟现实步态训练可改善前交叉韧带损伤患者的膝关节功能,并减少跌倒恐惧。

二、模拟现实步态训练能调整膝关节前交叉韧带损伤患者异常步态

膝关节活动度决定患者下肢屈伸功能,正常情况下可达到145度,在膝关节前交叉损伤或术后的患者中,早期虽可通过健侧代偿调整膝关节功能,但仍有关节受限的表现^[15]。前交叉韧带中的前内侧束和后外侧束主要用来维持膝关节稳定及旋转稳定,韧带的走向和股骨髁凸轮样形状之间的相互作用决定膝关

节活动中的被动稳定性。当前交叉韧带损伤后,膝关节稳定性随之降低,同时伴随着膝关节周围附属结构的破坏,使膝关节屈伸过程中轴向运动过度改变^[16]。模拟现实步态训练过程中患者通过科学化个体化的站立行走训练,训练的主要目的即为增强下肢关节的控制力及平衡力,故可显著改善膝关节的活动度及稳定性。

步态中步速及步频是反应下肢稳定性的指标之一,正常情况下下肢稳定性高步速较快。Winiarski等^[17]在前交叉韧带损伤患者中研究发现,术后6周患者仍均存在步速较慢,步态不对称等异常步态。步速及步频降低后首先影响步长,为保证行走过程中稳定性,步速降低后步长随之降低^[18]。本研究中,在步态方面,干预后两组患者步长、步速及步频均升高,观察组步长、步速及步频均高于对照组,差异具有统计学意义($P<0.05$)。干预后患侧及健侧触地时长逐渐缩小,与对照组相比,干预后观察组患者触地时长更短,差异具有统计学意义($P<0.05$),从本研究结果看出,经过模拟现实步态训练后患者的步长、步频及步速均增加,分析原因:模拟现实步态训练的实施,能让患者在运动过程中中枢神经及肌肉骨骼系统之间存在运动反馈通路,中枢神经系统将各种运动信息收集之后再分析整合,冲动传至肌肉骨骼系统,调控适应性运动。当关节受损后,传入信息改变使中枢神经系统指令改变,以适应受损模式^[19]。观察组患者在步态训练过程中,异常步态可快速调整,步长、步速及步频增加,触地时长降低,在逐渐恢复的过程中,中枢神经系统将运动记忆持续至下一次训练中,每次的步态训练中都可获得稳定性提升。相比于观察组,对照组康复训练对步态的恢复作用较缓慢。

三、模拟现实步态训练能降低膝关节前交叉韧带损伤患者跌倒恐惧

对于关节损伤的患者,提高其运动功能的同时,还需重视患者的心理准备,树立其运动信心并减少跌倒恐惧对患者尽快独立行走及生活具有重要意义。本研究中干预前根据MFES及TSK-11评分结果,两组患者均存在跌倒恐惧心理,经过康复训练后,恐惧心理逐渐减弱。观察组患者通过步态训练,患者主动调整步态,使患者直观感受到步态的恢复过程,增强恢复信心。模拟现实的场景中,在辅助器材的保护下患者有信心独立面对真实场景,恐惧程度降低^[20]。本研究中,观察组患者MFES及TSK-11评分明显较干预前升高,且显著高于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$),从本研究结果看出,模拟现实步态训练能

降低膝关节前交叉韧带损伤患者跌倒恐惧,有助于提高患者训练依从性,多数患者可从中获益。

综上所述,对膝关节前交叉韧带受损的患者实施模拟现实步态训练可提高关节活动度及稳定度,调整异常步态,并可降低跌倒恐惧,提高预后。但是,本研究中亦存在诸多局限性和不足,由于纳入排除标准较为严格,能参与本研究的患者较局限,且年龄多集中在中老年人群中,故样本量较少,仍需进一步长时程、大样本量的随机对照研究,进一步明确模拟现实步态训练的效果。未来研究将扩大样本量,采集膝关节前交叉韧带受损的患者更加全面的步行参数。

参 考 文 献

- Liu J, Lockhart TE. Comparison of 3D joint moments using local and global inverse dynamics approaches among three different age groups [J]. *Gait Posture*, 2006, 23(4): 480-485.
- Munch DRK HTKC, Technical Failures Arerare in Knee Ligament Reconstruction:Analyses Based on 3 1. 326 reconstructions during 10 years in Denmark [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019, 27(8): 2672-2679.
- 王峰, 孔令驰, 徐佳, 等. 内翻型单间室膝关节骨关节炎胫骨髁外翻截骨术的临床疗效 [J]. *中华骨科杂志*, 2021, 41(18): 1315-1323.
- Lai CCH, Arden CL, Feller JA, et al. Eighty-three per cent of elite athletes return to preinjury sport after anterior cruciate ligament Reconstruction: a systematic review with meta-analysis of return to sport rates, graft rupture rates and performance outcomes [J]. *Br J Sports Med*, 2018, 52(2): 128-138.
- Lee DW, Kim JG, Yang SJ, et al. Return to sports and clinical outcomes after arthroscopic anatomic posterior cruciate ligament Reconstruction with remnant preservation [J]. *Arthroscopy*, 2019, 35(9): 2658-2668.e1.
- Feiffer S, Harkey MS, Stanley LE, et al. Associations between slower walkingspeed and T1rho magnetic resonance imaging of femoral cartilage followinganterior cruciate ligament Reconstruction [J]. *Arthritis Care Res (Hoboken)*, 2018, 70(8): 1132-1140.
- Boeth H, Duda GN, Heller MO, et al. Anterior cruciate ligament-deficient patients with passive knee joint laxity have a decreased range of anterior-posterior motion during active movements [J]. *Am J Sports Med*, 2013, 41(5): 1051-1057.
- Sabet S, Letafatkar A, Eftekhari F, et al. Trunk and hip control neuromuscular training to target inter limb asymmetry deficits associated with anterior cruciate ligament injury [J]. *Phys Ther Sport*, 2019, 38: 71-79.
- 徐慧萍, 张炎改, 刘延锦, 等. 全膝关节置换术后患者恐惧症的影响因素研究 [J]. *中华护理杂志*, 2021, 56(10): 1460-1465.
- Angela E. Kedgley, Teng-Hui Saw, Neil A. Segal, et al. Predicting meniscal tear stability across knee-joint flexion using finite-element analysis[J]. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 2018, 27(6):1-9.
- Goetschius J, Hart JM. Knee-Extension torque variability and subjective knee function in patients with a history of anterior cruciate ligament Reconstruction [J]. *J Athl Train*, 2016, 51(1): 22-27.
- 赵罡, 罗茗, 崔沈杞. “馅饼皮”技术处理膝关节置换软组织平衡的效果 [J]. *中华关节外科杂志:电子版*, 2021, 15(2): 248-251.
- 房晓, 苏晴晴, 张瑶瑶, 等. 膝关节置换随访护理质量评价指标体系的构建 [J]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2021, 7(1): 40-45.
- Roper JA, Terza MJ, Tillman MD, et al. Adaptation strategies of individuals with anterior cruciate ligament Reconstruction [J]. *Orthop J Sports Med*, 2016, 4(2): 2325967115627611.
- Sanford BA, Williams JL, Zucker-Levin A, et al. Asymmetric ground reaction forces and knee kinematics during squat after anterior cruciate ligament (ACL) Reconstruction [J]. *Knee*, 2016, 23(5): 820-825.
- Dhillon MS, Bali K, Prabhakar S. Differences among mechanoreceptors in healthy and injured anterior cruciate ligaments and their clinical importance [J]. *Muscles Ligaments Tendons J*, 2012, 2(1): 38-43.
- Winiarski S, Czamara A. Evaluation of gait kinematics and symmetry during the first two stages of physiotherapy after anterior cruciate ligament Reconstruction [J]. *Acta Bioeng Biomech*, 2012, 14(2): 91-100.
- Bennour S, Ulrich B, Legrand T, et al. A gait retraining system using augmented-reality to modify footprint parameters: Effects on lower-limb sagittal-plane kinematics [J]. *J Biomech*, 2018, 66: 26-35.
- 王家骐, 刘浩, 王湘彬, 等. 膝前交叉韧带自体肌腱保残重建术后静态脑功能磁共振成像的初步研究 [J]. *中华医学杂志*, 2019, 99(19): 1479-1483.
- 朱燕宾, 赵阔, 张奇, 等. 推进骨瓣技术在胫骨高位截骨术治疗膝关节骨性关节炎中的初步研究 [J]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2021, 7(3): 129-131.

(收稿日期:2023-01-20)

(本文编辑:吕红芝)

邱红生, 林树体, 梁朝莹, 等. 模拟现实步态训练对膝关节前交叉韧带损伤的功能恢复及对跌倒恐惧的影响 [J/CD]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2023, 9(6): 343-350.