

强化本体感觉训练配合康复路径在膝关节交叉韧带断裂半月板损伤患者术后康复中的应用

杨够仙 徐永清

【摘要】 目的 探讨强化本体感觉训练配合康复路径在膝关节交叉韧带断裂半月板损伤患者术后康复中的应用效果。**方法** 前瞻性收集2019年4月至2021年2月我院96例膝关节交叉韧带断裂半月板损伤患者,年龄(39±4)岁,男66例(68.75%),女30例(31.25%)。根据抽签法随机分为常规组($n=48$)、联合组($n=48$),分别采取常规康复和康复路径+强化本体感觉方法训练8周。统计两组不良事件及训练前后患膝关节位置(中间段、伸展段、屈曲段)重现偏差、运动控制能力、步行功能、膝关节功能、疼痛程度。**结果** 96例患者获得随访,随访时间6~12个月,平均(9.11±0.68)个月。(1)训练8周后联合组伸展段、中间段、屈曲段患膝关节位置重现偏差(4.02±1.15、4.05±0.89、4.11±0.94)低于常规组(4.61±1.20、4.72±0.93、4.78±0.87),VL、RF、VM的RMS(75.61±5.62、80.52±6.71、74.48±5.12)高于常规组(67.79±6.17、74.12±5.94、68.95±5.56)($P<0.05$);(2)训练8周后联合组运动控制能力、步行功能评分、膝关节功能评分高于常规组,疼痛程度评分低于常规组($P<0.05$);(3)联合组不良事件发生率8.33%与常规组4.17%比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 强化本体感觉训练配合康复路径可改善膝关节交叉韧带断裂半月板损伤患者表面肌电图,缓解疼痛,提高运动控制能力及步行能力,恢复膝关节功能。

【关键词】 膝关节交叉韧带断裂; 半月板损伤; 康复路径; 强化本体感觉训练; 表面肌电图

Application of strengthening proprioceptive training combined with rehabilitation path in postoperative rehabilitation of patients with knee cruciate ligament rupture and meniscus injury Yang Gouxian, Xu Yongqing. Department of Orthopedics, 920 Hospital of Joint Logistic Support Force of the Chinese People's Liberation Army

Corresponding author: Yang Guoxian, Email: glllexykyrx820@21cn.com

【Abstract】 Objective To explore the application effect of strengthening proprioceptive training combined with rehabilitation path in postoperative rehabilitation of patients with knee cruciate ligament rupture and meniscus injury. **Methods** From April 2019 to February 2021, 96 patients with cruciate ligament rupture and meniscus injury in our hospital, aged (38.93±4.56) years old, were prospectively collected, including 66 males (68.75%) and 30 females (31.25%). According to the lottery method, they were randomly divided into a conventional group ($n=48$) and a combined group ($n=48$), and were trained for 8 weeks with conventional rehabilitation and rehabilitation path + enhanced proprioceptive method respectively. The adverse events and the position of the knee joint (intermediate segment, extension segment, and flexion segment) recurrence deviation, motor control ability, walking function, knee joint function, and pain degree before and after training were counted in the two groups. **Results** 96 patients were followed up for 6 to 12 months, with an average of (9.11±0.68) months. (1) After 8 weeks of training, the position recurrence deviation of the knee joint in the joint group in extension, middle and flexion segments (4.02±1.15, 4.05±0.89, 4.11±0.94) was lower than that in the conventional group (4.61±1.20, 4.72±0.93, 4.78±0.87), the RMS of VL, RF and VM (75.61±5.62, 80.52±6.71, 74.48±5.12) were higher than those of the conventional group (67.79±6.17, 74.12±5.94, 68.95±5.56) ($P<0.05$). (2) After 8 weeks of training, the motor control ability, walking function score and knee joint function score of the combined group were higher than those of the conven-

tional group, and the pain score was lower than that of the conventional group ($P<0.05$). (3)The incidence of adverse events in the combined group was 8.33% and Compared with 4.17% in the conventional group, the difference was not statistically significant ($P>0.05$). **Conclusions** Strengthening proprioceptive training combined with rehabilitation path can improve the surface electromyogram of patients with knee cruciate ligament rupture and meniscus injury, relieve pain, improve motor control ability and walking ability, and restore knee joint function.

【Key words】 Knee cruciate ligament rupture; Meniscus injury; Rehabilitation pathway; Enhanced proprioceptive training; Surface electromyography

关节镜手术是膝关节交叉韧带断裂半月板损伤较理想治疗手段,主要通过重建前交叉韧带、修复半月板损伤等重塑膝关节稳定性,然而关节镜手术在改善膝关节神经肌肉功能及本体感觉功能方面作用有限,不利于术后康复,配合必要康复训练尤为必要^[1]。康复路径为临床常用手段,其在提高膝关节稳定性、恢复膝关节功能方面效果已得到临床学者肯定^[2]。本体感觉是指运动器官(关节、肌腱、肌肉)在运动或静止状态下产生感觉,是近年公认影响膝关节功能稳定性重要因素之一,强化本体感觉训练对提高膝关节稳定性具有重要意义^[3]。目前康复路径、强化本体感觉训练在半月板中均有研究报道^[4-5],但两者联合研究较少,且鲜少分析对表面肌电图信号的影响,本研究对此展开讨论分析,主要目的在于(1)证实本体感觉结合康复路径在膝关节交叉韧带损伤半月板损伤可行性;(2)分析本体感觉结合康复路径对膝关节交叉韧带损伤半月板损伤患者患膝关节位置重现偏差、表面肌电图信号的影响,为本病确定合理康复手段提供理论依据。结果如下。

资料与方法

一、一般资料

前瞻性选取2019年4月至2021年2月我院96例膝关节交叉韧带断裂半月板损伤患者,年龄(39±4)岁,性别男66例(68.75%),女30例(31.25%)。采用抽签法将患者随机分为常规组和联合组,每组48例,

两组临床资料均衡可比($P>0.05$),见表1。

二、纳入排除标准

纳入标准:符合膝关节交叉韧带断裂半月板损伤诊断标准^[6],结合关节造影确诊;单侧膝关节,具备关节镜下手术指征;均为前交叉韧带;可完成采集肌电信号所需动作;意识清晰,可配合问卷调查;自愿加入本研究,签署知情同意书;

排除标准:其他膝关节疾患(后交叉韧带断裂、髌骨脱位、侧副韧带断裂);膝关节手术史;对电极片过敏;肝肾等脏器功能障碍;凝血异常;严重精神意识障碍。

本研究已获得本院伦理委员会及全部患者的知情同意(审批号:院科伦审(2019)伦审第(88)号)。

三、方法

(1)常规组采取常规康复训练,术前介绍康复训练内容,教会患者掌握足趾及踝关节屈伸练习、股四头肌训练、踝泵训练、直腿抬高运动,上述运动交替进行,直至患者康复。(2)联合组采取康复路径+强化本体感觉训练,以病房内高清电视为载体,定点播放训练视频,要求患者跟随训练,注意康复师在一旁监督、指导。康复路径内容:术后1周以踝泵运动、关节活动度练习为主(见图1、2),关节活动度可增至90°;术后2~3周在术后1周基础上采取弯腿、伸腿练习(图3),弯腿练习屈曲角度可增至100°;术后4~5周在术后2~3周基础上采取直抬腿、侧抬腿、后抬腿练习(图4),3 min/次,10次/组,2组/d,根据患者情况延长练习时间至6 min/次,5次/组,1组/d,

表1 两组膝关节交叉韧带断裂半月板损伤患者的临床资料比较

组别	例数	男性	年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	受伤至手术时间 (d, $\bar{x}\pm s$)	半月板分度[例(%)]		临床表现		
					I度	II度	肿胀	刺痛	关节活动受限
联合组	48	24(50.00)	39.32±4.41	18.12±2.26	20(41.67)	28(58.33)	32(66.67)	43(89.58)	35(72.92)
常规组	48	22(45.83)	38.54±5.13	17.63±2.87	24(50.00)	24(50.00)	36(75.00)	38(79.17)	36(75.00)
t/χ^2 值		$\chi^2=0.167$	$t=0.799$	$t=0.930$	$\chi^2=0.671$		$\chi^2=0.807$	$\chi^2=1.975$	$\chi^2=0.054$
P值		0.683	0.426	0.355	0.413		0.370	0.160	0.816

弯腿练习屈曲角度可增至 $110^{\circ}\sim 120^{\circ}$;术后6~8周在术后4~5周基础上实施负重练习,分离双足,左右交替移动中心,5 min/次,1次/d;强化本体感觉训练内容:术后4周采取强化本体感觉训练,以平衡板训练为主(图5),双脚站于平衡板上,利用栏杆慢慢站稳,站稳后放开双手,于圆形平衡板上保持平衡,5 min/组,2组/次,1次/d;术后5周以盲视下膝关节多角度重复训练为主,20 min/次,2次/d;术后6周以半蹲训练为主(图6),靠墙缓慢蹲下,膝盖下蹲约15 cm,保持30 s后缓缓站起,重复15次,2次/d;术后7周以功率自行车练习为主(图7),采用固定功率自行车,由1档逐步增加至6档,20 min/次,1次/d;术后8周以步态灵活性训练为主(图8),主要行前进步、后退步、侧向活动练习,20 min/次,2次/d。2组均训练8周,训练期间均佩戴铰链式下肢防护支具。

四、观察指标及随访

两组治疗前、治疗8周后进行观察指标。(1)应用 Biodex 等速肌力测试系统检测,将膝关节被动置于测试角度,从 0° 开始以每秒 1.5° 速度做被动屈曲运动,感觉到达测试位置时记录角度数,计算差值。将 $0^{\circ}\sim 100^{\circ}$ 分为伸展段($0^{\circ}\sim 20^{\circ}$)、中间段($40^{\circ}\sim 60^{\circ}$)、屈曲段($80^{\circ}\sim 100^{\circ}$),随意在每个测试范围。(2)70°等长收缩状态下,采用肌电图诱发电位仪(珠海市迈康科技有限公司,NeuroExam M 800)检测股外侧肌(Vastuslateralis, VL)、股直肌(Rectus femoris, RF)、双侧股内侧肌(Vastus media-

lis, VM)均方根值(Rootmeansquare, RMS)。(3)应用平衡反馈治疗仪(意大利 TecnoBody 公司, Pro Kin254P)动态监测运动控制能力,电脑自动生成结果,记录评估耗时及轨迹误差数值,得分越低运动控制能力越好。采用 Holden 步行功能^[7]评估步行功能,分为0级(无法行走)、1级(需1人持续不断帮助)、2级(需1人间断帮助)、3级(需1人在旁监护)、4级(平地上可独立行走,上下楼梯需他人帮助)、5级(任何地方均能行走)。(4)采用膝关节 Lysholm 评分^[8]评估膝关节功能,涉及上下蹲、交锁、需要支撑、跛行、疼痛、上下楼梯、不稳定、疼痛8项内容,总分100分,得分越低膝关节功能越差;采用视觉模拟评分法(Visual analogue scale, VAS)^[9]评估疼痛程度,总分10分,得分越低疼痛程度越轻。(5)不良事件包含关节感染、皮肤破溃、伤口渗血等。(6)随访结果:治疗后采用门诊复查进行随访,均拍摄正侧位X线片,结合患者实际情况给予针对性指导,如纠正不良行走方式、强化肌功能训练强度等。

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。所有患者均拍摄正侧位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,指导加强患肢肌功能锻炼强度,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、统计学处理

采用 SPSS 20.0 (IBM, 美国, IBM) 处理数据, 计

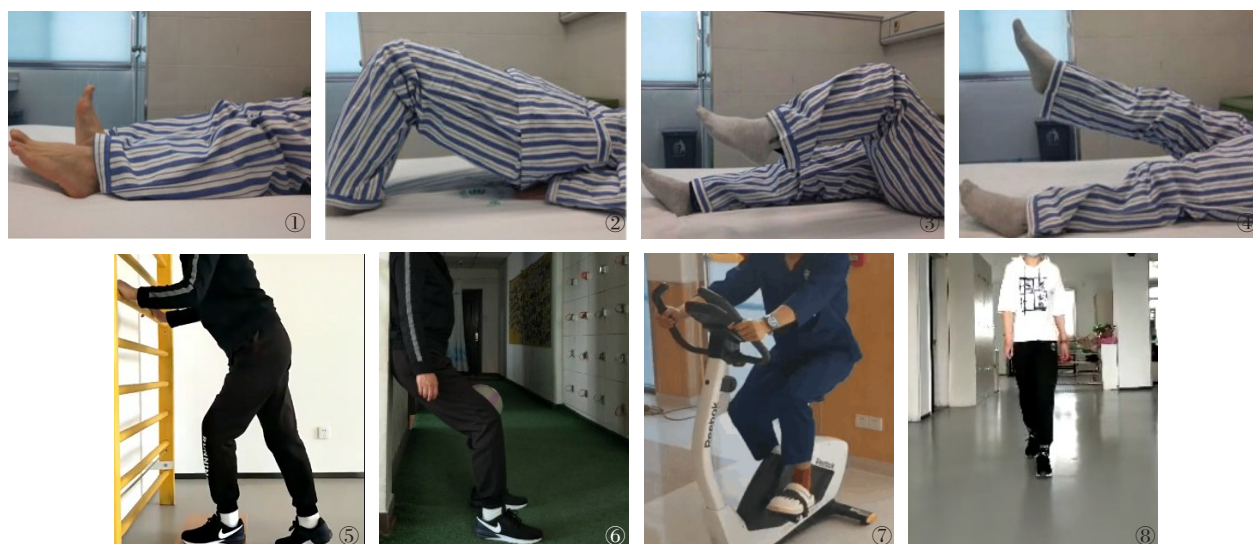


图1 踝泵运动 图2 关节活动度练习 图3 弯腿、伸腿练习 图4 抬腿练习 图5 平衡板训练 图6 半蹲训练 图7 功率自行车练习 图8 步态灵活性训练

量资料(患膝关节位置重现偏差、表面肌电信号、运动控制能力、步行功能、膝关节功能、疼痛程度)以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验,组内比较采用配对 t 检验,计数资料(不良事件)以例(%)表示,行 χ^2 检验, $P < 0.05$ 表明差异有统计学意义。

结 果

一、一般情况

96例患者均获得完整随访,随访率100%,随访时间6~12个月,平均(9.11±0.68)个月。其中联合组随访时间6~11个月,平均(8.56±0.53)个月;常规组随访时间6~10个月,平均(8.33±0.61)个月。两组均无不良事件发生,步行、运动能力及膝关节功能均无明显异常。补充康复情况

二、患膝关节位置重现偏差

训练前两组患膝关节位置重现偏差比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),训练8周后联合组伸展

段、中间段、屈曲段患膝关节位置重现偏差低于常规组($P < 0.05$)。见表2。

三、表面肌电信号

训练前两组表面肌电信号比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),训练8周后联合组VL、RF、VM的RMS高于常规组($P < 0.05$)。见表3。

四、运动控制能力、步行功能

训练前两组运动控制能力、步行功能评分比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),训练8周后联合组运动控制能力、步行功能评分高于常规组($P < 0.05$)。见表4。

五、膝关节功能、疼痛程度

训练前两组膝关节功能、疼痛程度比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),训练8周后联合组膝关节功能评分高于常规组,疼痛程度评分低于常规组($P < 0.05$)。见表5。

六、不良事件

两组膝关节交叉韧带断裂半月板损伤患者的不

表2 两组膝关节交叉韧带断裂半月板损伤患者的患膝关节位置重现偏差($\bar{x} \pm s, ^\circ$)

组别	例数	伸展段		t 值	P 值	中间段		t 值	P 值	屈曲段		t 值	P 值
		训练前	训练8周后			训练前	训练8周后			训练前	训练8周后		
联合组	48	5.5±1.2	4.0±1.2	6.033	<0.05	5.1±1.1	4.0±0.9	5.297	<0.05	5.2±1.4	4.1±0.9	4.647	<0.05
常规组	48	5.5±1.2	4.6±1.2	3.756	<0.05	5.1±1.1	4.7±0.9	2.498	<0.05	5.4±1.0	4.8±0.9	3.168	<0.05
t 值		0.202	2.460			0.222	3.606			0.682	3.624		
P 值		0.840	0.016			0.825	0.001			0.497	0.000		

表3 两组膝关节交叉韧带断裂半月板损伤患者的表面肌电信号($\bar{x} \pm s, \mu V$)

组别	例数	VL		t 值	P 值	RF		t 值	P 值	VM		t 值	P 值
		训练前	训练8周后			训练前	训练8周后			训练前	训练8周后		
联合组	48	56±5	76±6	18.068	<0.05	70±4	80±7	8.795	<0.05	61±4	74±5	14.070	<0.05
常规组	48	57±4	68±6	9.815	<0.05	57±4	74±6	4.334	<0.05	57±4	69±6	7.782	<0.05
t 值		1.367	6.492			1.480	4.948			0.434	5.069		
P 值		0.175	0.000			0.142	0.000			0.666	0.000		

表4 两组膝关节交叉韧带断裂半月板损伤患者的运动控制能力、步行功能($\bar{x} \pm s$,分)

组别	例数	运动控制能力		t 值	P 值	步行功能		t 值	P 值
		训练前	训练8周后			训练前	训练8周后		
联合组	48	0.41±0.05	0.21±0.07	16.108	<0.05	1.70±0.23	4.11±0.34	40.676	<0.05
常规组	48	0.39±0.06	0.28±0.08	7.621	<0.05	1.63±0.30	3.68±0.31	32.923	<0.05
t 值		1.774	4.562			1.283	6.475		
P 值		0.080	0.000			0.203	0.000		

表5 两组膝关节交叉韧带断裂半月板损伤患者的膝关节功能、疼痛程度(分, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	膝关节功能		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	疼痛程度		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
		训练前	训练8周后			训练前	训练8周后		
联合组	48	46±6	71±6	20.372	<0.05	7.05±0.33	2.68±0.26	72.066	<0.05
常规组	48	47±4	66±7	15.965	<0.05	6.98±0.38	3.34±0.31	51.423	<0.05
<i>t</i> 值		1.263	3.990			0.964	11.302		
<i>P</i> 值		0.210	0.000			0.338	0.000		

表6 两组膝关节交叉韧带断裂半月板损伤患者的不良事件[例(%)]

组别	例数	关节感染	皮肤破溃	伤口渗血	总发生率
联合组	48	2(4.17)	1(2.08)	1(2.08)	4(8.33)
常规组	48	0(0.00)	1(4.17)	1(2.08)	2(4.17)
χ^2 值					0.178
<i>P</i> 值					0.673

表7 两组膝关节交叉韧带断裂半月板损伤患者的不良事件发生情况

联合组	年龄	性别	半月板分度	发生时间及表现	治疗方法及结果
关节感染	40岁	男	Ⅱ度	术后2周发生,表现为局部渗液,多次细菌培养阴性	均给予单纯清创,共清创3次,细菌培养结果阴性
关节感染	35岁	男	Ⅰ度	术后6周发生,表现为局部有脓液	均给予单纯清创,5次清创后感染无复发
皮肤溃破	37岁	男	Ⅱ度	术后4周出现,可见局部伤口疼痛、红肿	均给予病灶清除缝合处理,遵医嘱涂抹消炎药膏,经治疗后得到缓解
伤口渗血	40岁	女	Ⅱ度	术后8h发生,表现为渗血	经换药处理后均愈合,并无关节腔内积血及血肿形成,且引流顶端无细菌培养物,伤口甲级愈合
常规组					
皮肤溃破	40岁	女	Ⅰ度	术后3周出现,局部伤口疼痛、红肿	给予清创包扎,做好消毒及换药工作,经对症处理后治愈
伤口渗血	38岁	男	Ⅱ度	术后24h发生,表现为伤口出血	暂行关节制动,观察渗血颜色、时间及形状,并配合红外线激光照射,5d后良好愈合

良事件发生率比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表6。两组膝关节交叉韧带断裂半月板损伤患者的不良事件发生情况见表7。

讨 论

一、研究背景

膝关节交叉韧带属膝关节稳定结构之一,一旦

断裂或损伤,膝关节稳定必定遭到破坏,继而诱发半月板损伤。据统计,膝关节交叉韧带断裂半月板损伤后10年膝关节炎发生率高达100%,尽早采取关节镜手术治疗尤为重要^[10]。尽管关节镜手术治疗膝关节交叉韧带断裂半月板损伤效果已有大量研究证实^[11-12],但对于术后康复手段选择尚无统一定论。

二、强化本体感觉训练配合康复路径对疼痛及功能恢复的影响

本研究创新性分析常规康复、康复路径及强化本体感觉训练分别应用于48例膝关节交叉韧带断裂半月板损伤患者,发现训练8周后联合组运动控制能力、步行功能评分、膝关节功能评分高于常规组,疼痛程度评分低于常规组($P<0.05$)。康复训练目的在于恢复膝关节稳定性,提高膝关节活动度及肌力,缩短康复进程,但常规康复训练有效有限,患者及家属接受度低^[13]。康复路径的应用为本病康复提供新思路,与常规康复训练相比,其优点在于:为患者提供更精细化、程序化康复计划,减少常规康复训练过程中随意性、盲目性;根据患者病情循序渐进实施肢体功能锻炼,适当增加量,可针对性改善肢体功能,促进术后康复。需注意的是,膝关节周围含有丰富机械感受器,在维持关节稳定方面扮演重要角色,手术创伤可能会再次破坏感受器,降低本体感觉功能及神经肌肉控制能力,导致损伤再发生,有必要在康复路径基础上加用本体感觉训练^[14-15]。强化本体感觉训练是近年较为推崇康复手段,现已逐渐应用于半月板损伤、韧带损伤、踝关节扭伤等运动损伤预防及康复。Lazarou等^[16]指出,平衡或本体感觉神经肌肉促进计划等本体感觉训练均可改善患者踝关节功能,其中平衡训练可缓解疼痛。Mate分析显示,本体感觉训练可缓解膝关节疼痛,提高功能性日常活动,应纳入康复计划^[17]。Yeh等^[18]指出,机器人辅助本体训练可改善本体感觉及运动功能。Hajouj等^[19]发现,水上本体感觉训练可恢复前较差韧带重建运动员膝本体感觉。强化本体感觉训练结合康复路径可协同减轻疼痛,改善膝关节功能,恢复步行功能,可作为膝关节交叉韧带断裂半月板损伤术后辅助手段之一。

三、强化本体感觉训练配合康复路径对患膝关节位置重现偏差、表面肌电图的影响

本研究还发现,训练8周后联合组患膝关节位置重现偏差低于常规组,VL、RF、VM的RMS高于常规组($P<0.05$)。表面肌电信号通过收集相应肌肉活动时产生的生物电信号,量化评估肌肉整体功能,以此分析相关肌肉募集及疲劳程度,客观性及科学性更强^[20]。RMS值提示肌电信号平均功率,其值与肌肉收缩理想存在线性关系,被认为是评估肌肉收缩能力重要指标^[21]。Ando^[22]发现,半月板损伤患者患肢VL、RF、VM的RMS低于健侧。考虑原因:一方面是半月板损伤后需卧床制动,极易导致膝周软组织黏连、肌肉肌力下降,另一方面是半月板减

震、维持关节稳定及感觉本体信息等功能受损,加以疼痛、活动受限影响,诱发严重关节源性肌肉抑制,从而降低RMS值。而本体感觉训练中引入平衡板训练、半蹲训练、功率自行车练习等平衡训练,可增强膝关节本体感受器对压力和负荷信息传导敏感性,提高神经肌肉兴奋性,恢复中枢神经对关节周围组织及下肢运动协调性;可提高患者反应速度及效率,使其更好对运动产生关节应力作出反应,维持关节稳定性;还可促进脊髓反射发展,稳定膝关节,提高关节周围肌力,改善活动度^[23]。同时2组并未发现严重不良事件,经对症治疗后均得到缓解,说明2种治疗方案安全。

综上,强化本体感觉训练配合康复路径可改善膝关节交叉韧带断裂半月板损伤患者表面肌电图,缓解疼痛,提高运动控制能力及步行能力,恢复膝关节功能。同时本研究以视频形式展开康复训练,可操作性强,加以康复师监督、指导,康复训练依从性高,膝关节功能恢复快,但本研究纳入病例过少,干预时间过短,并未对参与研究患者进行长期干预及随访,尚需进一步长期、大样本、多组比较的临床观察研究。

参 考 文 献

- 1 Thaanat M, Ingale PS, Vieira TD, et al. Posterolateral approach for all-inside arthroscopic lateral meniscus repair in athletes: technique and outcomes [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2021, 141(7): 1101-1108.
- 2 Zhang C, Xiao J. Application of fast-track surgery combined with a clinical nursing pathway in the rehabilitation of patients undergoing total hip arthroplasty [J]. J Int Med Res, 2020, 48(1): 300060519889718.
- 3 Dargo L, Robinson KJ, Games KE. Prevention of knee and anterior cruciate ligament injuries through the use of neuromuscular and proprioceptive training: an Evidence-Based review [J]. J Athl Train, 2017, 52(12): 1171-1172.
- 4 白金, 许可可, 赵树华, 等. 老年人人工全髋关节置换术后康复治疗的研究进展 [J]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2018, 4(2): 125-128.
- 5 Galamb K, Szilágyi B, Magyar OM, et al. Effects of side-dominance on knee joint proprioceptive target-matching asymmetries [J]. Physiol Int, 2018, 105(3): 257-265.
- 6 陈尚钧, 沈先月, 左建林, 等. 聚氨酯材料在人工半月板中的应用 [J]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2018, 4(6): 374-377.
- 7 Zhang M, You H, Zhang H, et al. Effects of visual feedback balance training with the Pro-kin system on walking and self-care abilities in stroke patients [J]. Medicine (Baltimore), 2020, 99(39): e22425.
- 8 Yang XG, Feng JT, He X, et al. The effect of knee bracing on the knee function and stability following anterior cruciate ligament Reconstruction: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2019, 105(6): 1107-1114.

- 9 Shafshak TS, Elnemr R. The visual analogue scale versus numerical rating scale in measuring pain severity and predicting disability in low back pain [J]. *J Clin Rheumatol*, 2021, 27(7): 282-285.
- 10 Kohn L, Rembeck E, Rauch A. [Anterior cruciate ligament injury in adults : Diagnostics and treatment] [J]. *Orthopade*, 2020, 49(11): 1013-1028.
- 11 Lien-Iversen T, Morgan DB, Jensen C, et al. Does surgery reduce knee osteoarthritis, meniscal injury and subsequent complications compared with non-surgery after ACL rupture with at least 10 years follow-up? A systematic review and meta-analysis [J]. *Br J Sports Med*, 2020, 54(10): 592-598.
- 12 Kopf S, Beaufils P, Hirschmann MT, et al. Management of traumatic meniscus tears: the 2019 ESSKA meniscus consensus [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2020, 28(4): 1177-1194.
- 13 Killington M, Davies O, Crotty M, et al. People living in nursing care facilities who are ambulant and fracture their hips: description of usual care and an alternative rehabilitation pathway [J]. *BMC Geriatr*, 2020, 20(1): 128.
- 14 Erickson LN, Lucas K, Davis KA, et al. Effect of blood flow restriction training on quadriceps muscle strength, morphology, physiology, and knee biomechanics before and after anterior cruciate ligament Reconstruction: protocol for a randomized clinical trial [J]. *Phys Ther*, 2019, 99(8): 1010-1019.
- 15 Başar B, Başar G, Aybar A, et al. The effects of partial meniscectomy and meniscal repair on the knee proprioception and function [J]. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2020, 28(1): 2309499019894915.
- 16 Lazarou L, Kofotolis N, Pafis G, et al. Effects of two proprioceptive training programs on ankle range of motion, pain, functional and balance performance in individuals with ankle sprain [J]. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2018, 31(3): 437-446.
- 17 Jeong HS, Lee SC, Jee H, et al. Proprioceptive training and outcomes of patients with knee osteoarthritis: a Meta-Analysis of randomized controlled trials [J]. *J Athl Train*, 2019, 54(4): 418-428.
- 18 Yeh IL, Holst-Wolf J, Elangovan N, et al. Effects of a robot-aided somatosensory training on proprioception and motor function in stroke survivors [J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2021, 18(1): 77.
- 19 Hajouj E, Hadian MR, Mir SM, et al. Effects of innovative aquatic proprioceptive training on knee proprioception in athletes with anterior cruciate ligament Reconstruction: a randomized controlled trial [J]. *Arch Bone Jt Surg*, 2021, 9(5): 519-526.
- 20 Papagiannis GI, Triantafyllou A, Roupelakis IM, et al. Methodology of surface electromyography in gait analysis: review of the literature [J]. *J Med Eng Technol*, 2019, 43(1): 59-65.
- 21 Nacpil E, Nakano K. Surface Electromyography-Controlled automobile steering assistance [J]. *Sensors (Basel)*, 2020, 20(3): 809.
- 22 Ando R, Tomita A, Watanabe K, et al. Knee joint angle and vasti muscle electromyograms during fatiguing contractions [J]. *Clin Physiol Funct Imaging*, 2018, 38(4): 566-572.
- 23 Yoo S, Park SK, Yoon S, et al. Comparison of proprioceptive training and muscular strength training to improve balance ability of taekwondo poomsae athletes: a randomized controlled trials [J]. *J Sports Sci Med*, 2018, 17(3): 445-454.

(收稿日期: 2021-06-15)

(本文编辑: 吕红芝)

杨够仙, 徐永清. 强化本体感觉训练配合康复路径在膝关节交叉韧带断裂半月板损伤患者术后康复中的应用 [J/CD]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2022, 8(3): 165-171.