

减重支持训练对前交叉韧带重建术后患者动态足底压力的影响*

吴茂东^{1,2} 苏清伦² 杜海敏² 闫振壮² 苏敏^{1,3}

摘要

目的:观察减重支持(partial body weight support, PBWS)训练对前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)重建术后患者动态足底压力的影响。

方法:采用随机数字表法将35例符合纳入排除标准的ACL重建术后患者随机分为观察组17例和对照组18例。两组患者术后第1天均给予常规基础康复训练;术后第2周起,对照组进行常规步行训练,观察组进行PBWS步行训练。步行训练前、治疗5周后分别检测两组患者足底平均峰值压强(max pressure, MP)、足底峰值压强(peak pressure, PP)、足底总平均峰值压力(sum max force, SMF)和足底各区域平均峰值压力(max force, MF)。

结果:与治疗前比,治疗5周后两组患者MP、PP、SMF和各区域MF均有显著提高($P<0.05$)。治疗5周后与对照组比,观察组MP[(2.84±0.83)N/cm²]、PP[(12.36±3.39)N/cm²]和SMF[(690.50±141.41)N]均优于对照组水平($P<0.05$),进一步分析足底各区域MF发现,观察组MFF3区[(14.89±5.55)N]、MFF5区[(152.25±26.73)N]、MFR3区[(125.74±20.35)N]和MFR2区[(201.42±37.29)N]改善幅度优于对照组水平($P<0.05$),而足底其余区域MF改善幅度无显著性意义($P>0.05$)。

结论:PBWS训练联合常规基础康复训练优于常规步行训练联合常规康复训练,可提高ACL重建术后患者患肢动态足底峰值压力和压强水平,并有利于足底各区域负荷模式正常化。

关键词 减重支持训练;前交叉韧带重建;足底压力;步行训练

中图分类号:R493, R686.5 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2021)-12-1523-06

Effects of partial body weight support training on dynamic plantar pressure in patients with anterior cruciate ligament reconstruction/WU Maodong, SU Qinglun, DU Haimin, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2021, 36(12): 1523—1528

Abstract

Objective: To observe the effect of partial body weight support (PBWS) training on dynamic plantar pressure in patients with ACL reconstruction.

Method: Totally 35 ACL reconstruction patients were randomly divided into observation group (n=17) and control group (n=18). Both groups took basic rehabilitation treatment. From 2 weeks after surgery, the control group was given conventional gait training, and the observation group was given PBWS gait training. MP, PP, SMF and MF were measured before and after 5 weeks training.

Result: Compared with before training, MP, PP, SMF and MF were significantly improved in both groups ($P<0.05$) after 5 weeks training. MP [(2.84±0.83)N/cm²], PP [(12.36±3.39)N/cm²] and SMF [(690.50±141.41)N] in the observation group were better than the control group ($P<0.05$). We further analyzed the MF in each area and found that the improvement of MFF3 area [(14.89±5.55)N], MFF5 [(152.25±26.73)N], MFR3 [125.74±

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2021.12.007

*基金项目:江苏省自然科学基金面上项目(BK20211088);苏州大学横向课题(H201173)

1 苏州大学附属第一医院康复医学科,苏州,215006; 2 连云港市第一人民医院; 3 通讯作者

第一作者简介:吴茂东,男,硕士研究生; 收稿日期:2020-04-19

20.35)N] and MFR2[(201.42±37.29)N] in the observation group was better than that of the control group ($P<0.05$), but the improvement of MF in other areas were not significant ($P>0.05$).

Conclusion: PBWS training combined with basic rehabilitation treatment is superior to conventional gait training combined with basic rehabilitation treatment, which can effectively improve the dynamic plantar pressure and increase the weight-bearing capacity of patients after ACL reconstruction, and help to develop the correct weight-bearing mode.

Author's address The First Affiliated Hospital of Suzhou University, Suzhou, 215006

Key word partial body weight support training; anterior cruciate ligament reconstruction; plantar pressure; walking training

前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)是膝关节囊内韧带,主要作用是防止胫骨前移,维持膝关节稳定和下肢力学平衡^[1]。ACL重建术后,患者常因下肢生物力学改变导致步态异常,具体表现为股四头肌抑制,负重受限和髌、踝关节代偿性运动,严重影响患者的日常生活活动^[2]。减重支持(partial body weight support, PBWS)训练是一种在限制负重状态下进行的步行训练,可将负重、跨步和平衡有机结合。近年来国内外研究表明:较传统步行训练, PBWS训练可有效提高ACL重建术后患者步行能力和关节稳定,同时避免潜在的移植物损伤^[3-5]。然而,当前研究均仅涉及ACL重建术后3月和更远期的能力评价,尚无描述对更早阶段步行能力的影响。虽然ACL重建术后康复方案仍存争议,目前普遍认为患者步行恢复的关键期是术后6周内^[6]。动态足底压力能够敏感地反映步行负重的改变,可用于ACL损伤后步态特征的描述和评价^[7-8]。本研究试评价PBWS训练对ACL重建术后6周动态足底压力的影响,探讨相关作用机制。

1 对象与方法

1.1 研究对象

纳入标准:①核磁共振检查确诊为单侧膝关节ACL双束或前内侧束断裂者;②ACL重建均使用自体腘绳肌肌腱,手术方式为关节镜下单侧前交叉韧带单束解剖重建,使用股骨端带袢钢板联合胫骨挤

压钉固定,由我院运动学科同一医疗组执行;③为避免术前损伤时间带来的下肢生物力学改变^[9],本研究仅纳入非陈旧性ACL损伤重建患者(受伤至手术时间≤3个月),且无严重疼痛、关节活动受限或肌力下降;④患者主动康复意愿强,能配合康复训练及随访;⑤年龄25—50岁,具备初中以上文化水平;⑥患者签署康复知情同意书。

排除标准:①合并其他韧带损伤、半月板撕裂、关节脱位或骨折;②合并其他疾病以致不能行步行训练,或无法完成动态足底压力测试;③认知功能障碍不能有效沟通;④既往因其他疾病遗留有下肢运动功能障碍;⑤不愿参加本试验或不签署知情同意书者。

本研究选取2018年11月至2019年11月期间在连云港市第一人民医院康复医学中心治疗且符合上述入选标准的ACL重建术后患者35例,采用随机数字表法将其分为对照组17例和观察组18例。两组患者一般资料情况见表1,组间差异均无显著性意义($P>0.05$),具有可比性。

1.2 治疗方法

两组患者均给予常规基础康复训练,对照组采用常规步行训练,观察组采用PBWS训练,具体治疗内容如下:

1.2.1 常规基础康复训练:本研究采用的常规基础康复流程和操作方法依据人民卫生出版社第3版《骨科术后康复》^[10],涉及术前及术后6周内康复,均

表1 患者一般资料 (x±s)

组别	例数	性别(例)		术前时间 (d)	患侧		年龄 (岁)	体重 (kg)	BMI
		男	女		左	右			
观察组	17	9	8	9.94±6.86	9	8	35.06±10.80	74.12±12.21	25.97±3.75
对照组	18	11	7	7.14±1.68	8	10	37.22±10.44	78.06±14.60	25.95±3.49

由同一组治疗师操作。具体内容概括如下:①术后宣教:术后第一天由同一治疗师床边指导宣教,包括冰敷指导、辅助使用、疼痛护理和相关注意事项等;②被动活动训练:治疗师在患者膝关节可调卡盘式支具保护下行膝关节被动屈伸联合髌骨被动活动训练。术后1—2周达全范围被动伸直、被动屈曲0—90°,术后3—6周被动屈曲0—125°,训练中避免引发明显疼痛、肿胀。训练30min/d,6d/周;术后6周内避免主动伸膝开链运动训练;③肌力训练:术后1—2周支具保护下行股四头肌等长收缩、踝泵运动,术后3—6周增加支具伸直锁定下直腿抬高训练、非负重状态下膝关节闭链训练。训练40min/d,6d/周。训练方法和进阶标准参照《骨科术后康复》进行^[10]。

1.2.2 常规步行训练:对照组患者术后第2周开始常规步行训练,训练过程中佩戴支具保护,屈曲限制60°。训练于长4m,宽1.2m的平衡杠内进行。每次训练包括负重训练和迈步训练。负重训练时,患者将患肢置于体重秤,通过双手扶持平衡杠调整重心控制患肢负重量,观察体重秤读数判断负重大小。负重训练从体重20%起,每周渐进增加20%体重,至第6周达到全负重。迈步训练前,治疗师教导并演示正确的站姿和迈步姿势,训练中患者按照动作要求进行训练,过程中治疗师予以口头指令纠正患者动作。常规步行训练30min/d,6d/周,共5周。

1.2.3 PBWS训练:观察组患者术后第2周开始PBWS步行训练,训练过程中佩戴支具保护,屈曲限制60°。本研究采用设备为美国WOODWAY公司生产的KineAssist-MX(HDT-R000454-0015)。设备由减重悬吊装置、运动平板和智能操控平台组成。操作过程如下:患者自然站立于运动平板,治疗师调整减重悬吊装置轴心与患者髂嵴下缘齐平,依次固定骨盆和胸背部吊带,并将紧急制动按钮置于患者右手。首次训练患者负重量为体重的20%,每周渐进增加20%体重,至第6周末达到全负重。运动平板参数设定从0.2m/s开始,每周递增0.2m/s,至第6周达1.0m/s。训练中可依据患者术区疼痛和迈步表现适当增减速度,对于明显无法承受训练的患者予以剔除。训练前,治疗师告知患者注意事项,演示正确站立和迈步动作。训练中予以指导和纠正,包括患者步长、足廓清、下肢关节活动幅度和骨盆运动

等。PBWS步行训练30min/d,6d/周,共5周。

1.3 疗效评定

1.3.1 测试设备与方法:2组患者均于术后第2周初和第6周末进行动态足底压力测试,所有患者均按要求完成训练。评定由同一专业治疗师独立操作,该治疗师不知晓患者分组。测试采用Gait Analyzer动态足底压力测试设备(TechStrom公司)。测试平板尺寸1200mm×540mm×2.5mm,感应元件4mm×4mm,频率30Hz。根据设备操作说明,检测过程中患者均无辅助支撑状态下完成至少一个步行周期,患者患侧负重状态由自身代偿状况决定。对于不能完成评估的患者予以排除。具体测量方法如下:嘱患者赤足,热身5min,测量前由同一治疗师引导患者熟悉测试步骤。测量时,患者以自然步态在测试平板上行走,过程中无外界干扰或指导。每次测量以捕捉到一次步行周期中双足印为宜。测量3次取平均值。数据采集使用设备配套软件Gait Analyzer VER.3.1。

1.3.2 评价指标:分为总体评价指标和区域评价指标两类。

总体指标包括足底平均峰值压强(max pressure, MP)、足底峰值压强(peak pressure, PP)、足底总平均峰值压力(sum max force, SMF)。其中MP是指步行周期中一侧足底单位面积最大压强的平均值,单位:N/cm²;PP是指步行周期中一侧足底单位面积的最大压强,单位:N/cm²;SMF是指步行周期中一侧足底最大压力的平均值,单位:N。

区域评价指标用于评价足底各区域平均峰值压力(max force, MF),单位:N。用 ΔMF 表示特定区域治疗前后差值,即: $\Delta MF = MF_{\text{治疗后}} - MF_{\text{治疗前}}$,单位:N。数值大小表示改善幅度,正值表示改善,负值表示退步。Gait Analyzer VER.3.1将足底分为跖骨区、跖骨区、中后足区和足跟区。具体划分为:跖骨外侧区F1、跖骨中间区F2、跖骨内侧区F3、跖骨外侧区F4、跖骨中间区F5、跖骨内侧区F6、中足舟骨区R4、中足骰骨区R3、足跟内侧区R2和足跟外侧区R1。

1.4 统计学分析

使用SPSS 23.0版统计软件处理数据,计量资料用均数±标准差表示,组内比较用配对样本t检

验,组间比较用独立样本 t 检验,计数资料 χ^2 检验, $P<0.05$ 表示具有显著性意义。

2 结果

本研究中所有患者均完成评估。

2.1 两组总体评价指标比较

患肢组间比较,入选时2组患者MP、PP和SMF组间均无显著性意义($P>0.05$);治疗5周后2组患者MP、PP和SMF均较治疗前有显著改善($P<0.05$),且观察组MP、PP和SMF与对照组比,差异具有显著性意义($P<0.05$)。

健肢组间比较,入选时2组患者MP、PP和SMF组间均无显著性意义($P>0.05$)。

健、患肢组间比较,入选时2组患肢MP、PP和SMF均显著低于健肢,差异具有显著性意义($P<0.05$);治疗5周后,对照组患肢MP、PP和SMF仍显著低于健肢,差异具有显著性意义($P<0.05$),观察组患肢MP、PP与健肢差异不具有显著性意义($P>0.05$),然而此时患肢SMF仍低于健肢,差异具有显著性意义($P<0.05$)。见表2。

2.2 两组区域评价指标比较

患肢组间比较,入选时2组患者足底各区域MF组间无显著性意义($P>0.05$);治疗5周后2组患者足底各区域MF较治疗前有显著改善($P<0.05$),且观察组MFF_{1区}、MFF_{5区}和MFR_{2区}与对照组比,差异具有显著性意义($P<0.05$)。其中MFF_{3区}、MFF_{5区}、MFR_{3区}和MFR_{2区}改善幅度优于对照组水平($P<0.05$)。

健肢组间比较,入选时2组患者足底各区域MF组间无显著性意义($P>0.05$)。

表2 治疗前后MP、PP和SMF评价指标比较 ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	MP(N/cm ²)	PP(N/cm ²)	SMF(N)
观察组	17			
患肢治疗前		0.85±0.26 ^③	5.54±1.91 ^③	87.61±28.56 ^③
患肢治疗后		2.84±0.83 ^{①②}	12.36±3.39 ^{①②}	690.50±141.41 ^{①②③}
健肢治疗前		5.05±1.52	19.37±5.17	1118.16±232.71
健肢治疗后		3.05±0.89	14.06±3.19	840.15±180.72
对照组	18			
患肢治疗前		0.94±0.33 ^③	6.14±1.95 ^③	88.97±36.32 ^③
患肢治疗后		2.20±0.86 ^{①③}	9.88±3.33 ^{①③}	582.27±147.44 ^{①③}
健肢治疗前		4.89±1.83	20.70±5.93	1236.94±299.44
健肢治疗后		3.27±1.21	16.39±5.00	956.91±230.41

注:患肢与组内治疗前比较,① $P<0.05$;患肢与对照组治疗后比较,② $P<0.05$;同一时间点,健、患肢比较,③ $P<0.05$ 。

健、患肢组间比较,入选时2组患肢足底各区域MF均显著低于健肢,差异具有显著性意义($P<0.05$);治疗5周后,对照组患肢MFF₁、MFF₂、MFF₃、MFF₅、MFR₁、MFR₂和MFR₃均低于健肢,差异具有显著性意义($P<0.05$),其余区域差异不具备显著性意义($P>0.05$),观察组患肢仅MFF₅、MFR₂、MFR₃低于健肢,差异具有显著性意义($P<0.05$),其余区域差异不具备显著性意义($P>0.05$)。见表3。

3 讨论

ACL重建术是当前治疗ACL断裂的主要手段,可改善膝关节稳定性和下肢力学平衡^[6]。然而,ACL重建术后常伴随患肢承重异常和步态改变,严重影响患者的日常生活和运动能力。因此,早期纠正下肢负重模式,改善步态显得尤为重要。自体腘绳肌腱ACL重建术后全负重时间尚无一致定论。尽管多数研究建议术后4周可达全负重,但其中亦有观点认为全负重行走时屈伸膝的动作会对移植物

表3 治疗前后足底区域压力指标比较

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

观察组(n=17)					对照组(n=18)				
患肢			健肢		患肢			健肢	
MF治疗前	MF治疗后	Δ MF	MF治疗前	MF治疗后	MF治疗前	MF治疗后	Δ MF	MF治疗前	MF治疗后
F1 0.32±0.39 ^③	3.76±3.04 ^①	3.44±3.08	5.74±3.44	5.11±3.19	0.23±0.24 ^③	2.26±1.63 ^{①③}	2.03±1.52	5.60±4.20	4.80±3.54
F2 1.34±1.35 ^③	8.01±4.71 ^①	6.68±3.77	14.11±6.56	10.77±5.15	0.75±0.68 ^③	5.82±3.22 ^{①③}	5.07±2.78	13.48±7.38	10.33±5.69
F3 2.04±1.47 ^③	14.89±5.55 ^{①②}	12.85±4.28 ^②	21.76±7.75	17.80±6.15	2.48±1.68 ^③	10.78±3.65 ^{①③}	8.31±2.26	19.73±7.79	16.62±6.17
F4 6.71±3.60 ^③	45.45±14.94 ^①	38.74±12.41	59.16±18.94	50.41±17.01	5.46±4.34 ^③	38.08±15.17 ^①	32.63±12.80	55.98±21.95	47.50±18.80
F5 22.96±6.69 ^③	152.25±26.73 ^{①②③}	129.29±21.66 ^②	274.66±52.00	181.33±34.97	24.84±9.01 ^③	135.27±21.63 ^{①③}	110.43±14.06	300.58±52.52	223.08±35.94
F6 23.09±6.84 ^③	64.53±20.38 ^①	41.44±15.86	93.40±26.83	76.82±23.85	21.38±8.85 ^③	55.38±27.40 ^①	34.01±19.06	83.24±40.81	67.01±33.19
R1 2.06±1.80 ^③	34.71±13.01 ^①	32.65±11.74	62.71±23.31	44.75±16.38	1.36±1.32 ^③	27.92±12.28 ^{①③}	26.56±11.07	69.97±32.67	38.42±17.52
R2 16.41±5.40 ^③	201.42±37.29 ^{①②③}	185.01±32.91 ^②	343.18±74.98	258.05±51.84	17.19±5.86 ^③	159.77±38.12 ^{①③}	142.58±33.27	355.72±83.19	340.30±81.80
R3 11.66±5.53 ^③	125.74±20.35 ^{①③}	114.08±16.79 ^②	183.19±35.57	147.46±26.74	13.82±5.62 ^③	112.99±16.99 ^{①③}	99.17±12.53	196.62±34.44	165.05±25.35
R4 1.03±1.11 ^③	39.75±13.13 ^①	38.72±12.37	56.31±20.33	47.66±17.25	1.47±1.09 ^③	33.98±16.74 ^①	32.52±15.78	51.16±25.05	43.81±21.52

注:患肢与组内治疗前比较,① $P<0.05$;患肢与对照组治疗后比较,② $P<0.05$;同一时间点,健、患肢比较,③ $P<0.05$ 。

造成损伤,而非负重本身^[11]。当前PBWS应用于自体腘绳肌腱ACL重建患者术后康复的研究较少,已有研究证明PBWS训练在术后6周达全负重对移植术是安全、有益的^[12-13],为确保训练安全,本研究采用术后2周起渐进性负重,至术后6周末达全负重。

3.1 ACL重建术后早期足底压力观察分析

足底压力分布可反映下肢乃至全身力学、结构和功能的变化。研究表明,我国正常人步行时,足底压力主要集中在足跟部,其次是第2跖骨头^[14-15]。杜天舒等^[16]对ACL损伤患者动态足底压力研究显示,ACL损伤患者较正常人足底MP和MF均下降,其中足跟部下降最明显,步行时患肢足底MF集中在足跟内侧、第二跖骨区和第三跖骨区。本研究显示,两组患者2周、6周时健肢足底压力主要集中在足跟部和中间跖骨区,其中足跟区压力最大,具体MF表现为R2>F5>R3>F6,这与上述研究结论相似。ACL重建术后2周初时动态足底压力还显示SMF和各区域MF亦显著低于健侧。患肢MF表现为F6、F5区>R2区>R3区。即足底压力主要集中在跖骨中内侧部,其次为足跟内侧部,这表明术后早期患者足跟部负重水平下降最多。ACL重建术后早期,股四头肌等张收缩引起的伸膝动作可能对重建韧带造成损伤^[17],因而患肢支撑时保护性减少伸膝动作。单支撑相时,膝伸直减少导致患者足跟触地不足,进而导致足跟部压力下降显著。

本研究还显示,ACL重建术后2周初时患肢动态足底压力MP、PP均显著低于健侧。ACL重建术后患者早期多存在肌力减退、下肢肿胀和疼痛,为避免过多压力负荷造成新的损伤,机体代偿性减少患肢与地面间相互作用力^[18],因而患者表现为足底压力、压强的下降。

3.2 PBWS训练改善足底负荷能力

研究表明:治疗5周后,2组患者患肢MP、PP和SWF较前均有显著改善($P<0.05$),且观察组改善幅度更显著($P<0.05$),同时该组MP、PP与健侧差异无显著性意义($P>0.05$)。然而观察组SWF仍低于健侧,差异具有显著性意义($P<0.05$),这可能与康复时间尚短有关。患肢SWF增加提示患肢总体负重水平提高,MP增加表明足底单位面积的平均负荷能力改善,PP增加则表明足底峰值负荷阈值的提

高^[7-8]。该结果提示,较常规步行训练,PBWS训练可有效提高ACL重建术后患者早期足底负重与压强负荷能力。沙蕉等^[4]研究表明,术后早期(第2周起)加入PBWS训练,可较早促进ACL重建术后患者下肢功能恢复,提高步行能力,且KT-1000检测表明PBWS训练并不会对重建的ACL带来损伤。常规步行训练过程中,机体负重水平和行进速度变化幅度相对较大,造成动态负荷不稳以致患肢早期更趋向于避免股四头肌收缩以保护重建韧带^[19-20]。PBWS可量化控制患者步行时负荷和速度,提供相对安全、稳定的训练环境,利于足底负荷水平的恢复。此外,ACL重建术后患者多存在关节疼痛,PBWS训练提供竖直向上的牵引力可减轻患者步行训练中对术区伤口的刺激,避免因疼痛而造成的肌肉抑制,因而更利于患者总体负重水平的提高。

3.3 PBWS训练改善足底压力负荷模式

患肢治疗前后比较发现,治疗5周后,观察组、对照组患肢足底各区域MF水平显著提高($P>0.05$);进一步分析足底各区域压力改善幅度表明,MFF_{3区}、MFF_{5区}、MFR_{2区}和MFR_{3区}改善幅度优于对照组水平($P<0.05$)。

对比6周末健、患肢区域MF发现,两组患肢区域MF平均值均低于健肢,对照组MFF₁、MFF₂、MFF₃、MFF₅、MFR₁、MFR₂和MFR₃差异具有显著性意义($P<0.05$);而观察组仅MFF₅、MFR₂、MFR₃差异具有显著性意义($P<0.05$),且各区域MF排序与健肢表现出一致性。健、患肢MFF₅、MFR₂、MFR₃的差异一方面与康复时间尚短有关,另一方面,足跟区和中间跖骨区是足底压力负荷的主要区域,ACL重建后健肢代偿性压力增高亦会造成上述差异^[16]。

上述结果表明,PBWS训练对足跟区、跖骨中部和第一趾骨区有着更为积极的足底压力改善作用,利于正确足底负荷模式的恢复。足底压力负荷模式是一个复杂的系统,即使是微小的负荷模式变化,长期反复累积后也易引起下肢关节负荷不良,甚至产生病变^[2]。当前有关ACL重建术后早期足底压力负荷模式研究较少,本研究试从以下角度探讨PBWS训练对足底压力负荷模式的改善机制:①常规步行训练减少患肢负重的同时常造成重心健侧偏移,健肢负重增多。步行时双下肢负重差异过大导致的骨

盆、躯干代偿性运动^[21];PBWS训练通过悬吊装置提供垂直向上的牵引力,保证双下肢均衡减重,有效减少运动中代偿,利于正常足底负荷模式的恢复;②ACL重建术后患者多存在本体感觉抑制,常造成足底触地模式改变,患者步行中对力学传导的敏感度下降。研究表明PBWS训练可有效改善患肢本体感觉,提高提高步行中平衡能力^[4,12-13],这更利于患者养成正确足负重和离地模式;③膝关节不稳,ACL重建术后患者常通过减少患肢单支撑相时间来维持下肢稳定性,造成足跟触地不足,蹬地困难^[16]。PBWS训练不仅控制患肢负重水平,还可以通过量化控制的较低水平步行速度延长足底触地时间,同时也降低足跟蹬地的负荷,利于足底负荷模式的恢复。

3.4 本研究的不足

本研究并未测量患者训练中下肢肌肉收缩强度的有关指标,无法直接论证足底压力改善与下肢肌肉间的联系。此外,本研究样本量较小。随着加速康复外科理念的普及,ACL重建术后康复介入时间点已逐渐前移,康复方案也有改变,本研究采用了相对保守的康复方案。

4 结论

PBWS训练联合常规基础康复训练优于常规步行训练联合常规康复训练,可提高ACL重建术后患者患肢动态足底峰值压力和压强水平,并有利于足底各区域负荷模式正常化。

参考文献

- [1] Smigielski R, Zdanowicz U, Drwiega M, et al. The anatomy of the anterior cruciate ligament and its relevance to the technique of reconstruction[J]. Bone Joint J, 2016, 98-B (8):1020—1026.
- [2] Slater LV, Hart JM, Kelly AR, et al. Progressive changes in walking kinematics and kinetics after anterior cruciate ligament injury and reconstruction: a review and meta-analysis[J]. J Athl Train, 2017, 52(9):847—860.
- [3] Luo Y, Shen W, Jiang Z, et al. Treadmill training with partial body-weight support after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial[J]. J Phys Ther Sci, 2016, 28(12):3325—3329.
- [4] 沙蕉,顾茜,刘芳,等. 早期减重步态训练对前交叉韧带重建术后下肢步行功能的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30(2): 138—142.
- [5] 邵晨兰,覃波,赵卫卫,等. 早期减重步态训练对前交叉韧带重建术后运动功能恢复的影响[J]. 实用医院临床杂志, 2017, 14 (6):249—251.
- [6] Lowe WR, Warth RJ, Davis EP, et al. Functional bracing after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2017, 25(3):239—249.
- [7] Cetin E, Deveci MA, Songur M, et al. Evaluation of plantar pressure distributions in patients with anterior cruciate ligament deficiency: preoperative and postoperative changes[J]. Turk J Med Sci, 2017, 47(2):587—591.
- [8] Li X, Huang H, Wang J, et al. The analysis of plantar pressure data based on multimodel method in patients with anterior cruciate ligament deficiency during walking[J]. Biomed Res Int, 2016, 2016:7891407.
- [9] 黄竞敏,胡文晋,李冬超,等. 陈旧性前交叉韧带损伤伴发内侧面半月板撕裂与胫骨平台后倾角相关性研究[J]. 中华骨科杂志, 2017, 37(18):1156—1162.
- [10] Lisa M, Jim M. 骨科术后康复[M]. 第3版. 蔡斌,蔡永裕,译. 北京:人民卫生出版社, 2017:383.
- [11] 覃华生,潘玮敏,李然,等. 自体腓绳肌腱重建前交叉韧带后的康复策略[J]. 中国组织工程研究, 2019, 23(4):628—635.
- [12] 沙蕉,顾茜,刘芳,等. 前交叉韧带保残重建术后减重支持步行训练对膝关节位置觉的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30(11):1140—1144.
- [13] 赵卫卫,邵晨兰,付鹏,等. 早期减重步行训练对前交叉韧带重建术后功能恢复及骨隧道改变的影响研究[J]. 中国全科医学, 2019, 22(29):3643—3647, 3652.
- [14] 袁刚,张木勋,王中琴,等. 正常人足底压力分布及其影响因素分析[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2004, 26(3):156—159.
- [15] 钟慧敏,黄萍. 不同体质指数正常人的足底压力特征[J]. 中国组织工程研究, 2017, 21(23):3730—3735.
- [16] 杜天舒,成西侠,张春礼,等. 前交叉韧带损伤患者动态足底压力变化[J]. 中国运动医学杂志, 2016, 35(6):520—526.
- [17] Hart HF, Culvenor AG, Collins NJ, et al. Knee kinematics and joint moments during gait following anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis[J]. Br J Sports Med, 2016, 50(10):597—612.
- [18] Slater LV, Hart JM, Kelly AR, et al. Progressive changes in walking kinematics and kinetics after anterior cruciate ligament injury and reconstruction: a review and meta-analysis[J]. J Athl Train, 2017, 52(9):847—860.
- [19] Nazary-Moghadam S, Salavati M, Esteki A, et al. Gait speed is more challenging than cognitive load on the stride-to-stride variability in individuals with anterior cruciate ligament deficiency[J]. Knee, 2019, 26(1):88—96.
- [20] Shanbehzadeh S, Mohseni BM, Ehsani F. Knee muscle activity during gait in patients with anterior cruciate ligament injury: a systematic review of electromyographic studies[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2017, 25(5):1432—1442.
- [21] Shi D, Li N, Wang Y, et al. Gait modification strategies in trunk over right stance phase in patients with right anterior cruciate ligament deficiency[J]. Gait Posture, 2016, 46:63—68.