

下肢康复系统辅助全髋关节置换术后功能康复的临床应用*

龙 涛¹ 袁 博² 王郑浩¹ 冯昱宁² 李 波² 严雅静¹ 杨爱国³ 李开南^{1,5} 贾子善⁴

摘要

目的:观察下肢康复系统对全髋关节置换术后患者下肢运动功能、平衡功能及步行能力的影响,探讨下肢康复系统的临床应用价值。

方法:对比分析2020年1月—2021年4月收治的因各种原因行全髋关节置换术的患者76例,随机分成常规康复治疗组(A组)和下肢康复系统组(B组),各38例,两组均进行常规康复治疗,B组在此基础上加用下肢康复系统训练。分别在术前、康复治疗4周后及术后4月随访时采用Berg平衡量表(Berg balance scale, BBS)、Holden功能性步行分级法(functional ambulation category, FAC)进行评价分析,利用下肢康复系统计算和统计患足支撑时间百分比(患足支撑时间/步态周期×100%)、标准化步幅(步幅/身高×100%)、步频、10m最大步行速度(cm/s)。

结果:两组患者一般资料比较均无显著性差异,具有可比性。康复治疗4周后,两组患者的BBS评分、单足支撑时间百分比、标准化步幅、步频、最大步行速度、FAC分级均较康复治疗前明显升高,组内比较有显著性差异($P<0.05$)。而康复治疗后B组评分高于A组,组间比较有显著性差异($P<0.05$),可以认为B组患者恢复更快、更好。在术后4个月复查时,两组患者的BBS评分及FAC分级比较无显著性差异($P>0.05$),可以认为两组患者的下肢功能比较接近。但两组患者的单足支撑时间百分比、标准化步幅、步频及最大步行速度比较有显著性差异($P<0.05$),可以认为B组的行走功能更好。

结论:下肢康复系统结合常规康复训练能在术后早期明显提高全髋关节置换术后患者的下肢运动功能、平衡功能及步行能力,使患者更快恢复,在临床有较大的应用价值。

关键词 下肢; 康复; 全髋关节置换; 运动功能

中图分类号:R493,R685 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2023)-09-1199-08

Clinical application of lower limb rehabilitation system assisted functional rehabilitation after total hip arthroplasty/LONG Tao, YUAN Bo, WANG Zhenghao, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2023,38(9): 1199—1206

Abstract

Objective:To observe the effects of lower extremity rehabilitation system on balance function and walking ability of patients after total hip replacement, and to explore the clinical application value of lower extremity rehabilitation system.

Method:Totally 76 patients admitted from January 2020 to April 2021 for rehabilitation after total hip replacement were enrolled. They were randomly divided into the conventional group (Group A) and the lower extremity rehabilitation system (an equipment for lower extremity rehabilitation) group (Group B), 38 cases in each. Both groups received conventional rehabilitation treatment, and the group B was trained with additional lower extremity rehabilitation system. Berg Balance Scale (BBS) and Holden functional ambulation category

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2023.09.004

*基金项目:国家重点研发计划项目(2019YFB1311403)

1 成都大学附属医院骨科,四川省成都市,610081; 2 遵义医科大学; 3 成都大学附属医院康复科; 4 中国人民解放军总医院康复医学科; 5 通讯作者

第一作者简介:龙涛,男,硕士,主治医师; 收稿日期:2021-10-02

(FAC) were used for evaluation and analysis before surgery, 4 weeks after rehabilitation and after 4 months follow-up.

Result: There was no significant difference in general data between the two groups. After 4 weeks rehabilitation, BBS score, percentage of single foot support time(affected foot support time/gait cycle $\times$ 100%), standardized stride length(stride length/height $\times$ 100%), stride frequency, 10m maximum walking speed(cm/s) and FAC grade of 2 groups were significantly higher than those before rehabilitation ($P < 0.05$). And the scores of the group B were higher than those of the group A ($P < 0.05$), indicating that patients in group B recovered faster and better. At 4 months after surgery, there were significant differences in percentage of single foot support time, standardized stride length, stride frequency and maximum walking speed between the two groups ($P < 0.05$), suggesting that the walking function improved still in both groups and group B improved better than group A. There was no significant difference in BBS score between the two groups ($P > 0.05$), suggesting that there is ceiling effect they met.

Conclusion: Lower extremity rehabilitation system combined with routine rehabilitation training can significantly improve the lower extremity motor function, balance function and walking ability of patients after total hip replacement in the early postoperative stage, which has great clinical application value in accelerate the recover process.

Author's address Dept. of Orthopaedics, Affiliated Hospital of Chengdu University, Chengdu, 610081

Key word lower extremity; rehabilitation; total hip replacement; motor function

随着股骨颈骨折及股骨头坏死等疾病发病率的不断升高,全髋关节置换因其损伤小、恢复快、卧床时间短等优点,是目前理想的治疗方法^[1-2]。可有效缓解患者的疼痛,改善关节功能,提高生活质量,减轻家庭负担^[3-5]且中远期疗效满意^[6]。影响患者术后开始下地行走和负重行走训练的因素包括髋关节置换的假体类型、手术的操作方式和患者的肌力及平衡恢复情况^[7]。在加速康复背景下,全髋关节置换后患者的功能康复显得尤为重要,不仅要求患者有更好的屈曲、外展功能,也要求其有良好的步态及平衡能力以防止假体脱位及松动^[8]。目前,手术机器人已广泛应用于关节置换术中^[9],康复机器人在临床康复中也已广泛应用并取得了良好的疗效^[10-12],但全髋关节置换术后应用下肢康复系统的临床疗效如何目前报道较少。因此,笔者对采用下肢康复系统对全髋关节置换术后患者进行下肢功能锻炼并分析相关结果,探讨下肢康复系统应用于全髋置换患者术后的价值,为临床康复治疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究共纳入2020年1月—2021年4月解放军总医院收治的因各种原因行全髋关节置换术的患者

76例,研究的样本量是根据两均数比较的样本测算公式计算,检验水准 $\alpha = 0.05$,Ⅱ类错误的概率 $\beta = 0.05$ 。随机分成常规康复治疗组(A组)和下肢康复系统组(B组),各38例,两组均进行常规康复治疗,B组加用下肢康复系统锻炼,所有患者均为同一组手术人员采用同一种手术方式进行手术,康复治疗则由同一组康复治疗师进行,所有患者在康复治疗前均详尽告知康复治疗的方案并签订受试者信息登记表及知情同意书。

纳入标准:①年龄50—65岁;②全髋关节置换术后切口甲级愈合;③无明确神经系统疾病和骨关节疾病;④关节假体无松动移位;⑤无认知功能障碍。

排除标准:①认知功能障碍无法配合者;②患有抑郁、焦虑等精神疾病者;③合并神经功能障碍或行为障碍者;④严重心肺功能不全者。

本研究通过中国人民解放军总医院(301医院)的伦理审批(S2021-148-01)。

1.2 康复治疗准备

康复治疗前完善骨盆正位、患侧髋关节正侧位片,必要时完善CT,明确节假体有无松动、移位。康复治疗前由康复治疗师进行宣教。

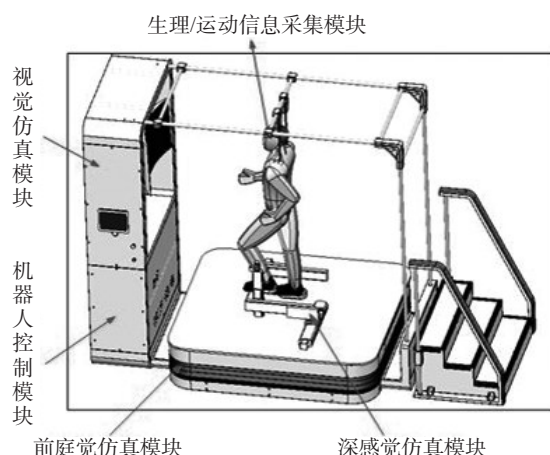
1.3 康复治疗方法

1.3.1 常规康复治疗:两组患者均在手术后第二天

开始给予常规康复治疗,主要方法包括手法按摩、关节活动度训练、髋关节外展肌强化训练、等速运动训练等,由治疗师根据患者肢体功能进行训练,每天2次,每次30min,每周5天,共4周。

1.3.2 下肢康复系统组:患者在常规康复治疗的基础上术后第二天同时进行45min的下肢康复系统锻炼(1次/d,5d/周,共4周)。本研究中所采用的康复系统为江苏工大博实医用机器人研究发展有限公司、苏州衡品医疗科技有限公司和中国人民解放军总医院共同合作研发的下肢康复系统(见图1),其训练场景设计采用Unity 3D软件搭建虚拟现实场景中的人机交互:通过3DMax等软件建立人体三维模型、自行车、飞机、汽车等三维模型,并放到Unity 3D渲染软件中进行实时渲染。当患者进行康复训练时,选择训练场景和方式(如:步行、竞走、跑步、飞机游戏),同时采集生物/运动信息,通过编写好的通讯协议,传输给渲染软件并且进行实时渲染。其中之一的公园/沙滩散步虚拟训练场景主要针对具有一定运动能力的康复患者。步态轨迹训练或者慢跑轨迹训练是具有一定运动能力患者最佳的康复训练模式,它能够提升患者髋关节、膝关节、踝关节的协调能力,提高患者在实际生活中的运动轨迹能力。公园场景可以提供主动训练和被动训练两种训练模式。其中被动训练是用来恢复患者的肢体协调能力:当患者在公园场景进行数据库生成的人体步态轨迹训练时,虚拟场景中的人物髋关节、膝关节以及踝关节的运动数据来源于人体的生物/运动信息。

图1 下肢康复系统



在被动训练时,康复理疗师可以根据患者的病情设置康复训练方案,康复系统协助患者在步行状态下完成规避行人等多种人机交互控制模式。患者站在康复系统跑台上进行步行训练,减重的初始设置为50%的身体重量,根据患者在训练期间对减重的耐受性,逐渐过渡至全负重训练,增强患者行走的主动性。选定的行走速度行个体化设定,1.0—1.7km/h。当康复患者在公园漫步场景中进行主动康复训练时,虚拟场景中的人物模型的运动轨迹状态完全由患者的主动运动意图控制。虚拟场景中的人物关节运动是通过生物/运动信息采集装置读取的患者关节角度变化值,并根据建立的动力学模型预估出患者下一步的主动运动意图,然后根据预估出的主动运动意图由人体运动学正向求解出关节变化值进行叠加渲染出下一时刻虚拟场景中人物的运动状态。同样,由于虚拟场景中有行人、花草树木以及台阶等障碍物,当患者运动发生碰撞时会产生相应的虚拟场景中的交互力,康复系统会把这个交互力反作用到患者身上,增强患者在场景中的存在感,使患者能够及时接收到运动状态的反馈信息,及时纠正运动状态,使患者按照正确的生活场景运动状态信息进行调整和康复训练。在康复锻炼前2周,所有患者被动训练的步行持续时间30min,主动训练的时间15min,每次总共45min。在康复锻炼后2周,随着患者肢体功能恢复,所有患者被动训练的步行持续时间15min,主动训练的时间30min,每次总共45min。

1.3.3 围手术期疼痛管理:采用中国髋、膝关节置换术加速康复—围术期管理策略专家共识中的方案^[13-14]。术前向患者及家属进行疼痛宣教,同时分散患者注意力、进行放松疗法及自我行为疗法。术前关节疼痛者给予镇痛治疗,如对乙酰氨基酚、塞来昔布等;术中缝皮前进行关节囊及皮下细针多点鸡尾酒疗法:局部浸润注射利多卡因100ml、罗哌卡因150ml、复方倍他米松注射液0.5ml、肾上腺素0.5ml+生理盐水20ml^[15]。术后冰敷、抬高患肢以减轻关节肿胀和炎性反应,同时采用患者自控式镇痛泵(patient controlled analgesia, PCA)联合塞来昔布缓解疼痛。常规采用NSAIDs类药物,包括口服药物塞来昔布、洛索洛芬钠等或注射帕瑞昔布;疼痛严重时调整镇痛药物或加用弱阿片类药物,如曲马多、羟考

酮;在术中和术后预防性镇痛措施下,术后定时评估患者静息痛和运动痛的程度,及时给予镇痛药物控制疼痛,以达到耐受程度。

1.3.4 出院后康复锻炼:康复治疗4周后,患者回家自行康复锻炼,锻炼方法由康复治疗师统一教授,并强调注意事项及随访时间。

1.4 评价指标

治疗前、治疗4周后和术后4个月随访时分别采用Berg平衡量表(Berg balance scale,BBS)对患者进行平衡功能评价^[16]:BBS从易到难分为14项评价项目,每个项目分为5级,得分由低到高为0—4分,总分56分,分数越高,显示平衡功能越好。

利用下肢康复系统计算患足支撑时间百分比(患足支撑时间/步态周期×100%)、标准化步幅(步幅/身高×100%)、步频、10m最大步行速度(cm/s)^[17]。

用Holden功能性步行分级法(functional ambulation category,FAC)评价^[18]患者运用下肢行走的能力,共分为0—5级,等级越高,步行能力越好,需要帮助越少。

1.5 统计学分析

所有数据均使用SPSS 17.00软件进行处理。符合正态分布的计量资料以均数±标准差表示,两组间计量资料的比较采用*t*检验,组内不同时间点比较采用单因素方差分析;计数资料比较采用χ²检验或Fisher精确检验,*P*<0.05认为具有显著性差异。

2 结果

所有患者均获随访,手术切口均甲级愈合,术后A组及B组分别有5例及4例患者出现恶心呕吐,经抑酸护胃治疗后缓解。无切口感染、假体松动、假体周围骨折、深静脉血栓等并发症。

2.1 两组患者基线资料比较

A组患者男25例,女13例,年龄50—63(59.35±4.41)岁,病程3—58(19.51±4.37)天;病种:股骨头坏死6例,股骨颈骨折14例,髋关节骨关节炎13例,其他5例;B组患者男22例,女16例,年龄52—65(58.62±5.16)岁,病程4—65(18.33±4.54)天;病种:股骨头坏死7例,股骨颈骨折11例,髋关节骨关节炎15例,其他5例;两组患者一般资料比较无显著性差异,具有可比性。见表1。

表1 两组患者一般资料的比较 ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	年龄 (岁)	病程* (天)	性别		病种			
				男	女	股骨头 坏死	股骨颈 骨折	骨关 节炎	其他
A组	38	59.35±4.41	19.51±4.37	25	13	6	14	13	5
B组	38	58.62±5.16	18.33±4.54	22	16	7	11	15	5
检验值		0.663	1.154	0.502			0.580		
<i>P</i> 值		0.509	0.252	0.479			0.901		

* 为主诉疼痛的病程

2.2 两组患者治疗前后BBS评分比较结果

治疗前,两组患者的BBS评分比较,无显著性差异(*P*>0.05)。治疗后,两组患者的BBS评分均较治疗前有明显改善(*P*<0.05),且B组评分优于A组(*P*<0.05);在术后4个月随访时,两组患者的BBS评分比较无显著性差异(*P*>0.05),但A组的BBS评分较治疗后明显升高,具有显著性差异(*P*<0.05)。A组在治疗前、治疗后及术后4个月复查时3个时间点的BBS评分比较结果具有显著性差异(*F*=739.374, *P*<0.001),两两比较结果也具有显著性差异。B组在治疗前、治疗后及术后4个月复查时3个时间点的BBS评分比较结果具有显著性差异(*F*=1203.893, *P*<0.001),两两比较中,治疗前与治疗后及术后4个月复查的BBS评分比较结果具有统计学差异,但治疗后与术后4个月复查的BBS评分比较结果无显著性差异。见表2。

2.3 两组患者治疗前后单足支撑时间百分比、标准化步幅、步频及最大步行速度比较结果

治疗前,两组患者的单足支撑时间百分比、标准化步幅、步频及最大步行速度比较,无显著性差异(*P*>0.05)。A组在治疗前、治疗后及术后4个月复查时三个时间点的单足支撑时间百分比(*F*=58.765, *P*<0.001)、标准化步幅(*F*=43.537, *P*<0.001)、步频(*F*=71.154, *P*<0.001)、最大步行速度(*F*=120.616, *P*<0.001)比较结果有显著性差异,4个指标不同时间点两两比较结果也具有显著性差异。B组在治疗前、治疗后及术后4个月复查时3个时间点的单足支撑时间百分比(*F*=84.090, *P*<0.001)、标准化步幅(*F*=61.301, *P*<0.001)、步频(*F*=78.992, *P*<0.001)、最大步行速度(*F*=158.565, *P*<0.001)比较结果有显著性差异,四个指标不同时间点两两比较结果也具有显著性差异。治疗后,两组患者的单足支撑时间百分比、标准化步幅、步频及最大步行速度与治疗前比较

有显著性差异,治疗后患者行走功能明显恢复($P<0.05$);在术后4个月复查时,两组患者的单足支撑时间百分比、标准化步幅、步频及最大步行速度比较有显著性差异($P<0.05$),可以认为B组的行走功能更好;且术后4个月时两组患者的单足支撑时间百分比、标准化步幅、步频及最大步行速度与康复治疗后相比具有显著性差异($P<0.05$),可以认为患者的行走功能均有一定程度的恢复。见表3。

2.4 两组患者治疗前后Holden FAC分级比较结果

两组患者的FAC分级先统计每级的例数,统计学比较时按照 ≤ 3 级与 >3 级进行分析。两组患者治

疗前FAC分级例数(按照0、1、2、3、4、5级统计):A组为1、5、9、11、10、2例,B组为1、6、10、10、10、1例;两组患者康复治疗后FAC分级例数:A组为0、2、4、9、16、7例,B组为0、1、3、2、22、10例;术后4个月复查时FAC分级例数:A组为0、1、2、5、20、10例,B组为0、1、1、2、22、12例;两组治疗前的比较结果无显著性差异($\chi^2=0.062, P=0.803$),治疗后的比较结果有显著性差异($\chi^2=5.330, P=0.021$),可认为B组FAC分级更好;术后4个月时两组患者FAC分级比较无显著性差异($\chi^2=1.583, P=0.208$),可以认为两组患者的下肢功能比较接近,恢复程度相当。见表4。

表2 两组患者治疗前后BBS评分比较

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

组别	例数	时间			t值/P值					
		治疗前(T0)	治疗后(T1)	术后4个月(T2)	T0VST1		T0VST2		T1VST2	
A组	38	16.25 $\pm$ 3.28	39.58 $\pm$ 4.77	51.05 $\pm$ 3.87	25.295	0.000	37.731	0.000	12.436	0.000
B组	38	16.07 $\pm$ 3.35	51.12 $\pm$ 4.38	52.63 $\pm$ 3.18	41.571	0.000	43.362	0.000	1.719	0.228
t值		0.237	10.985	1.945						
P值		0.814	0.000	0.056						

表3 两组患者治疗前后单足支撑时间百分比、标准化步幅、步频及最大步行速度

($\bar{x}\pm s, n=38$)

组别	时间			t值/P值						
	治疗前(T0)	治疗后(T1)	术后4个月(T2)	T0VST1		T0VST2		T1VST2		
单足支撑时间百分比(%)										
A组	29.31±5.26	35.08±4.53	42.48±6.03	5.124	0.000	10.145	0.000	6.048	0.000	
B组	28.82±5.44	38.84±5.85	45.22±5.37	7.732	0.000	13.225	0.000	4.953	0.000	
t值	0.399	3.133	2.092							
P值	0.691	0.002	0.039							
标准化步幅(%)										
A组	53.39±5.87	56.65±6.12	65.47±5.51	2.369	0.020	9.249	0.000	6.602	0.000	
B组	52.77±6.03	62.38±7.85	69.88±6.23	5.985	0.000	12.165	0.000	4.613	0.000	
t值	0.454	3.548	3.268							
P值	0.651	0.001	0.002							
步频(步/min)										
A组	25.36±8.26	37.85±9.41	47.61±6.52	6.149	0.000	13.034	0.000	5.255	0.000	
B组	25.51±7.98	42.52±10.33	52.07±9.53	8.033	0.000	13.172	0.000	4.188	0.000	
t值	0.081	2.060	2.381							
P值	0.936	0.043	0.019							
最大步行速度(cm/s)										
A组	43.87±12.05	66.03±10.47	83.03±10.47	8.557	0.000	15.122	0.000	7.077	0.000	
B组	45.01±11.24	71.28±9.55	88.51±11.29	10.979	0.000	16.832	0.000	7.183	0.000	
t值	0.426	2.284	2.194							
P值	0.671	0.025	0.031							

表4 两组患者治疗前后FAC分级比较 ($\bar{x}\pm s$, 例)

组别	治疗前		治疗后		术后4个月	
	≤ 3 级	>3 级	≤ 3 级	>3 级	≤ 3 级	>3 级
A组	26	12	15	23	8	30
B组	27	11	6	32	4	34
χ^2 值	0.062		5.330		1.583	
P值	0.803		0.021		0.208	

3 讨论

全髋关节置换虽然是成熟的外科技术,但是也有感染、假体松动、假体脱位、假体周围骨折等并发症^[19]。不论采用何种手术入路、何种植入假体,最大程度的恢复患者髋部功能不仅是手术的唯一目标,也是终极目标。因此,术后的康复锻炼尤为重要,不

仅可以防止卧床相关并发症,还可以提高髋部肌力,改善患者髋关节功能。临床上对于全髋关节置换术后的康复锻炼方法较多,如运动疗法、物理因子治疗等,综合运用各种方法进行康复治疗,对于康复治疗师的经验要求较高,且要求一对一进行,耗费治疗师大量的时间及精力。目前,随着康复机器人的广泛应用及适应证范围的扩大,越来越多的疾病或术后患者也可参与其中,且可获得良好的疗效^[10-12,20]。

本研究中,纳入研究的两组患者在性别、年龄、病程、病种等方面差异均无显著性意义,且两组治疗前BBS评分、FAC分级比较无显著性差异,表明两组基数资料一致,具有可比性。纳入研究的患者为相对年轻的中老年人,基础情况较好,因为年龄过大的患者理解力和执行力相对较差,年轻患者可让研究者在整个过程中获得更好的患者依从性和配合度,也有利于早期功能锻炼。两组患者术后第二天就开始康复功能锻炼,因为积极功能锻炼有利于关节功能的早期恢复^[21],减少相关并发症^[22]。目前已有多项研究证实术后下肢功能锻炼开始时间晚、术后早期下肢功能锻炼效果差均是关节置换患者住院时间延长的危险因素^[23-24]。

术后决定患者能否早期积极参与功能锻炼的决定性因素就是疼痛,良好的疼痛控制有利于患者早期功能锻炼,增强肌肉的力量和增加关节活动度^[25]。两组患者在术后能够积极参与锻炼,与围手术期的多模式镇痛密不可分。首先切口缝合前采用鸡尾酒疗法,Busch等^[26]和Mullaji等^[27]报道采用罗哌卡因为主的混合制剂进行切口周围多点注射可明显缓解术后疼痛,利于关节早期活动,同时切口周围注射镇痛也易于术中实施^[28]。其次术后采用冰敷、抬高患肢、早期下地活动等措施也可以减轻术后关节肿胀^[29],结合自控式镇痛泵(patient controlled analgesia, PCA)及口服起效快的NSAIDs类药物可以明显缓解患者疼痛^[30],加快早期关节功能恢复,缩短住院时间^[31]。

最后在术中和术后预防性镇痛措施下,术后定时评估患者静息痛和运动痛的程度,及时给予镇痛药物控制疼痛,以达到耐受康复锻炼的程度。经过4周的康复训练后,两组患者的下肢功能均获得了不同程度的改善和恢复,BBS评分、FAC评分治疗

后较治疗前明显改善,具有显著性差异,这说明经过传统康复治疗及下肢康复系统辅助康复治疗均可使患者的髋关节功能得到一定程度的恢复。而下肢康复系统组治疗后的BBS评分、FAC评分与常规康复治疗组治疗后的比较也具有显著性差异,说明下肢康复系统辅助患者进行下肢的功能锻炼可使患者获得更快、更好的恢复。吴维勇等^[15]研究发现,在全髋关节置换术后早期全负重训练不仅不会增加围手术期并发症,还会获得更好的关节功能。

在完整的步态周期中,一侧肢体为摆动相,另一侧肢体为单支撑相,关节置换术后的疼痛会明显降低髋关节的承重能力,进而使术侧肢体单支撑相降低,影响患者的体位变换、步态、平衡能力及步行速度等一系列动作。但是髋部手术的患者由于疼痛、肌力差、心理害怕等原因,患侧髋关节的功能在步态周期中无法完整的呈现,导致出现行走无力、内外翻甚至跛行步态。本研究使用的下肢康复系统的训练场景设计采用Unity3D软件搭建虚拟现实场景中的人机交互,其中之一的公园/沙滩散步虚拟训练场景主要针对具有一定运动能力的康复患者。步态轨迹训练或者慢跑轨迹训练是具有一定运动能力患者最佳的平衡障碍康复训练模式,它能够康复患者髋关节、膝关节、踝关节的协调能力,提高患者在实际生活中的运动轨迹能力。公园场景可以提供主动训练和被动训练两种训练模式。其中被动训练是用来恢复患者的肢体协调能力;当患者在公园场景进行数据库生成的人体步态轨迹训练时,虚拟场景中的人物髋关节、膝关节以及踝关节的运动数据来源于人体的生物/运动信息。在被动训练时,康复理疗师可以根据患者的病情设置康复训练方案,下肢康复系统协助患者在步行状态下完成规避行人等多种人机交互控制模式。其具有减重和保护系统,在对患者进行步行和平衡相结合的康复训练时,早期可提供合适的身体支持,减轻部分身体负重,克服紧张、害怕等心理因素,使患者早期进行直立位步行训练^[32]。随着患者肌力的恢复和自信心的重建,逐渐降低减重程度,让患者逐步过渡到能够全负重训练。从而对不同患者进行明确直观的训练指导,帮助患者重建正常的生理步态模式,避免关节内外翻等步态,保障锻炼安全性的同时且增加了患者治疗的积

极性^[33],也有利于实施更精细的治疗方案。因此,下肢康复系统在髋关节置换术后早期康复锻炼方面有明显的优势,可以减轻患者及家属的心理负担,带给患者更好的康复体验,更契合加速康复的理念。

本研究中,两组患者的10m最快步行速度在康复治疗前无显著性差异,而经过4周的康复训练后,两组患者的10m最快步行速度均获得了很大程度的提高,且下肢康复系统组优于常规康复治疗组。这表明下肢康复系统锻炼能显著提高患者下肢运动功能,因为下肢康复系统可实时动态监测、记录和反馈患者的站立角度、关节活动度和下肢负重状态,通过发现患者的异常运动,利于康复治疗师指导患者按照正常运动模式进行锻炼,通过下肢重复性运动增强各个关节的稳定性与协调性,提高下肢肌群的力量。有研究发现^[20],应用康复机器人康复锻炼时原本具有良好下肢位置感觉的患者可获得更好的改善。这提示在关节置换之后,机体依靠感官系统输入的各种信息,不断地体验模仿、深化学习,机器人利用虚拟现实场景中的人机交互持续刺激患者的本体感觉,尽早重建和适应新的下肢位置感觉,加速下肢运动功能的恢复。同时,通过下肢康复系统进行定时、定量、标准化、强化、重复性的康复训练,允许康复治疗师根据具体情况进行实时调整,并制定个体化的康复锻炼处方,保证训练过程的渐进性和持续性,实现训练方案的个体化,康复疗效评估的参数化,并且可大大降低了康复治疗师的劳动量,提高工作效率,获得事半功倍的治疗效果,利于肢体运动功能的恢复^[34-35]。

本研究中,随着时间的延长,在术后4个月时,采用两种康复方式的全髋关节置换患者的各项评分及步行速度均有显著改善,但两组患者的结果比较无显著性差异。因为疼痛得到最充分缓解的时间是在术后3个月。Agostini等^[36]研究发现全髋关节置换术后3个月时,由于疼痛对患者的日常生活和步态造成的影响基本上可忽略不计,患者的步态会趋向于正常步态。王浩洋等^[37]研究发现髋关节置换患者术后12周时的步速步频已接近正常对照组。因此,在全髋关节置换术后若患者的条件允许,早期进行下肢康复系统辅助下的康复锻炼可使患者获得最大的受益。术后4个月时,虽然两组患者的功能评

价结果无显著性差异,但是患者步速、步频及最大步行速度较术前及术后4周时均得到大幅度提升,这说明下肢康复系统辅助下进行康复锻炼后患者在回归家庭后可获得更好的行动能力,有利于家庭康复锻炼。国内学者研究证实^[38],对胸腰骨折导致的不完全性脊髓损伤的患者进行3个月步行机器人训练后可获得步行能力的极大提升。笔者认为医院院内的康复锻炼过程教会了患者怎样去锻炼,怎样去规避摔伤等风险,怎样去有效防止并发症,而家庭康复锻炼才是患者后续恢复的重中之重,是一个长期的、逐步学习和不断修正自我的过程,值得临床医师和康复医师的重视。

综上所述,在全髋关节置换术后应用下肢康复系统结合常规康复训练进行步行功能锻炼,可使患者获得更好下肢运动功能、平衡功能及步行能力,使患者肢体功能更好、更快的恢复,针对患者实际情况制定合理的康复计划,减少患者顾虑,提高患者的主动参与性,为全髋关节置换患者的下肢功能训练提供了一个新思路,值得在临床实践中应用。本研究中纳入的样本量较少,且均为较为年轻的中老年人,并且缺少长期随访,如在以后的工作中增大样本量,更长时间的随访和更多特殊人群的应用研究,可为该技术的临床应用提供更多有价值的证据。

参考文献

- [1] Agarwal N, To K, Khan W. Cost effectiveness analyses of total hip arthroplasty for hip osteoarthritis: A Prisma systematic review[J]. *Int J Clin Pract*, 2021, 75(2):e13806.
- [2] Nowakowski AM. Developments in hip arthroplasty[J]. *Ther Umsch*, 2020, 77(10):499—503.
- [3] Gómez Alcaraz J, Pardo García JM, Sevilla Fernández J, et al. Primary total hip arthroplasty in elderly patients over 85 years old: risks, complications and medium-long term results[J]. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*, 2021, 65(1):13—23.
- [4] Malik AT, Jain N, Scharschmidt TJ, et al. Primary hip arthroscopy and conversion to total hip arthroplasty: trends and survival analysis in the Medicare population[J]. *Hip Int*, 2022, 32(2):239—245.
- [5] Sherman AE, Plantz MA, Hardt KD. Outcomes of elective total hip arthroplasty in nonagenarians and centenarians[J]. *J Arthroplasty*, 2020, 35(8):2149—2154.
- [6] Alp NB, Akdağ G, Erdoğan F. Long-term results of total hip arthroplasty in developmental dysplasia of hip patients [J]. *Jt Dis Relat Surg*, 2020, 31(2):298—305.
- [7] Yue C, Kang P, Pei F. Comparison of direct anterior and

- lateral approaches in total hip arthroplasty: a systematic review and metaanalysis (PRISMA) [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2015, 94(50):e2126.
- [8] Jameson SS, Lees D, James P, et al. Lower rates of dislocation with increased femoral head size after primary total hip replacement: a five-year analysis of NHS patients in England[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2011, 93(7):876—880.
- [9] 崔司曠, 郭祥, 韩责斌, 等. MAKO 机器人辅助后外侧入路全髋关节置换的学习曲线及临床早期效果[J]. *中国组织工程研究*, 2020, 24(9):1313—1317.
- [10] 卢利萍, 桑德春, 季淑凤. 下肢康复机器人 LR2 训练对偏瘫患者下肢肌痉挛和 ADL 能力改善的疗效观察[J]. *中国康复医学杂志*, 2018, 33(1):45—49.
- [11] 胡坤, 刘辉辉, 张晓武. 下肢智能康复机器人对脑卒中偏瘫患者下肢运动功能的影响[J]. *神经损伤与功能重建*, 2019, 14(1):22—25.
- [12] 何艳, 张通. 机器人辅助训练对脑卒中患者上肢功能的效果[J]. *中国康复理论与实践*, 2021, 27(7):797—801.
- [13] 周宗科, 翁习生, 曲铁兵, 等. 中国髋、膝关节置换术加速康复—围术期管理策略专家共识[J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2016, 9(1):1—9.
- [14] 杨红, 邵银初, 李浩, 等. 加速康复外科理念在全髋关节置换术围手术期应用的效果评价[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2020, 35(10):1055—1057.
- [15] 吴维勇, 徐卫国. 生物型全髋关节置换后早期全负重训练的效果评价[J]. *中国组织工程研究*, 2019, 23(18):2827—2832.
- [16] 金冬梅, 燕铁斌. Berg 平衡量表及其临床应用[J]. *中国康复理论与实践*, 2002, 8(3):155—157.
- [17] 李琳, 林坚, 刘晓林, 等. 髋膝踝关节周围肌群肌力训练对老年全膝关节置换术后患者下肢运动功能的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2018, 33(4):436—440.
- [18] Mehrholz J, Wagner K, Rutte K, et al. Predictive validity and responsiveness of the functional ambulation category in hemiparetic patients after stroke[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2007, 88(10):1314—1319.
- [19] 李凯, 刘振东, 李小磊, 等. 后外侧入路全髋关节置换后假体反复性脱位的危险因素[J]. *中国组织工程研究*, 2022, 26(3):370—374.
- [20] Qaiser T, Eginyan G, Chan F, et al. The sensorimotor effects of a lower limb proprioception training intervention in individuals with a spinal cord injury[J]. *J Neurophysiol*, 2019, 122(6):2364—2371.
- [21] Chan EY, Blyth FM, Nairn L, et al. Acute postoperative pain following hospital discharge after total knee arthroplasty[J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2013, 21(9):1257—1263.
- [22] Shan L, Shan B, Suzuki A, et al. Intermediate and long-term quality of life after total knee replacement: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2015, 97(2):156—168.
- [23] Sibia US, King PJ, MacDonald JH. Who is not a candidate for a 1—day hospital-based total knee arthroplasty?[J]. *J Arthroplasty*, 2017, 32(1):16—19.
- [24] Wu JQ, Mao LB, Wu J. Efficacy of exercise for improving functional outcomes for patients undergoing total hip arthroplasty: a meta-analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(10):e14591.
- [25] Lewis GN, Rice DA, McNair PJ, et al. Predictors of persistent pain after total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis[J]. *Br J Anaesth*, 2015, 114(4):551—561.
- [26] Busch CA, Shore BJ, Bhandari R, et al. Efficacy of periarthritic multimodal drug injection in total knee arthroplasty. A randomized trial[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2006, 88(5):959—963.
- [27] Mullaji A, Kanna R, Shetty GM, et al. Efficacy of periarthritic injection of bupivacaine, fentanyl, and methylprednisolone in total knee arthroplasty: a prospective, randomized trial[J]. *J Arthroplasty*, 2010, 25(6):851—857.
- [28] 谭振, 康鹏德, 裴福兴, 等. 多模式镇痛下收肌管与股神经阻滞在全膝关节置换术后初期镇痛及早期康复中的作用[J]. *中华骨科杂志*, 2015, 35(9):914—920.
- [29] Su EP, Perna M, Boettner F, et al. A prospective, multicenter, randomised trial to evaluate the efficacy of a cryopneumatic device on total knee arthroplasty recovery[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2012, 94(11 Suppl A):153—156.
- [30] Buvanendran A, Kroin JS, Tuman KJ, et al. Effects of perioperative administration of a selective cyclooxygenase 2 inhibitor on pain management and recovery of function after knee replacement: a randomized controlled trial[J]. *JAMA*, 2003, 290(18):2411—2418.
- [31] Song MH, Kim BH, Ahn SJ, et al. Peri-articular injections of local anaesthesia can replace patient-controlled analgesia after total knee arthroplasty: a randomised controlled study[J]. *Int Orthop*, 2016, 40(2):295—299.
- [32] Mehrholz J, Thomas S, Werner C, et al. Electromechanical assisted training for walking after stroke[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2017, (7):CD006185.
- [33] Swinnen E, Beckwée D, Meeusen R, et al. Does robot-assisted gait rehabilitation improve balance in stroke patients? A systematic review[J]. *Top Stroke Rehabil*, 2014, 21(2):87—100.
- [34] Behrman AL, Harkema SJ. Locomotor training after human spinal cord injury: a series of case studies[J]. *Phys Ther*, 2000, 80(5):477—484.
- [35] Tombari D, Loubinoux I, Pariente J, et al. A longitudinal fMRI study: in recovering and then in clinically stable subcortical stroke patients[J]. *Neuroimage*, 2004, 23(3):827—839.
- [36] Agostini V, Ganio D, Facchin K, et al. Gait parameters and muscle activation patterns at 3, 6 and 12 months after total hip arthroplasty[J]. *J Arthroplasty*, 2014, 29(6):1265—1272.
- [37] 王浩洋, 康鹏德, 裴涌, 等. 直接前入路全髋关节置换后早期三维步态分析[J]. *北京大学学报(医学版)*, 2017, 49(2):196—200.
- [38] 石芝喜, 刘明俭, 蔡朋. 下肢步行机器人用于 C—D 级脊髓损伤患者步行训练的疗效研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2018, 33(1):96—98.