

·临床研究·

血流限制联合低强度抗阻运动对脑卒中患者下肢功能及表面肌电的影响*

徐文静^{1,3} 朱兴国² 周 婷³ 柳 波³ 陈文莉³ 邵 真⁴ 袁润萍⁵ 王 敏^{1,6} 王红星^{3,6}

摘要

目的:探讨血流限制联合低强度抗阻运动(blood flow restriction -low intensity, BFR-LI)对脑卒中患者下肢肌力、功能、表面肌电平均肌电值(average electromyographic, AEMG)、均方根值(root mean square, RMS)、积分肌电值(integrated electromyographic, IEMG)的影响。

方法:58例脑卒中患者随机分为试验组和对照组,两组均接受常规康复训练和20%一次重复最大力量(one repetition maximum, 1RM)下MOTomed踏板运动,试验组在此基础上将压力袖带绑于大腿中上段(距髌骨上缘10cm),加压到200mmHg,加压3min,停歇1min,共进行5组,2次/天,6天/周,共2周。于治疗前、治疗2周后采用1RM阻力变化、下肢Fugl-Meyer评分(lower Fugl-Meyer assessment, LFMA)、等速肌力测试进行下肢功能及膝关节伸展屈曲肌群的峰力矩(peak torque, PT)、峰力矩/体重比(peak torque/weight, PT/W)、总功(total work, TW)、屈肌/伸肌峰力矩比值(ham string/quadriceps, H/Q)变化,采用表面肌电测试患侧股直肌、股二头肌、胫前肌、腓肠肌AEMG、RMS、IEMG的变化。

结果:①肌力评估:治疗后试验组伸展肌群PT、PT/W、TW、H/Q比值显著优于对照组($P<0.05$),屈曲肌群PT、PT/W、TW无明显变化($P>0.05$);②表面肌电变化:治疗后试验组患侧股直肌AEMG及股直肌、股二头肌长头、腓肠肌外侧头RMS、IEMG值高于对照组($P<0.05$),但患侧胫前肌RMS和IEMG值两组间差异无显著性意义($P>0.05$);③下肢功能变化:两组治疗后Fugl-Meyer评分和1RM阻力值均较治疗前显著增加($P<0.01$),但两组间比较无显著性意义($P>0.05$)。

结论:BFR-LI能在短期内提高下肢肌群的肌纤维募集能力和肌力,从而改善脑卒中患者的下肢运动功能。

关键词 脑卒中;抗阻运动;血流限制;表面肌电图;肌力

中图分类号:R473.3, R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2023)-01-0046-06

Effects of blood flow restriction combined with low intensity resistance exercise on lower limb motor function and surface electromyographic characteristics in patients with stroke/XU Wenjing, ZHU Xingguo, ZHOU Ting, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2023, 38(1): 46—51

Abstract

Objective: To investigate the effects of blood flow restriction combined with low intensity resistance training (BFR-LI) on muscle strength, function and surface electromyography(sEMG) changes of lower extremity in stroke patients.

Method: Fifty-eight patients with stroke were randomly divided into the experimental group and the control group. Both groups received routine rehabilitation training and 20% one repetition maximum (1RM) resistance training by MOTomed device. Experimental group was subjected to blood flow restriction by 200mmHg pres-

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2023.01.008

*基金项目:江苏省重点研发计划社会发展项目资助(BE2020718)

1 蚌埠医学院第一附属医院康复医学科,安徽省蚌埠市,233000; 2 南京体育学院; 3 东南大学附属中大医院康复医学科; 4 徐州医科大学附属医院; 5 蚌埠医学院研究生院; 6 通讯作者

第一作者简介:徐文静,女,硕士研究生; 收稿日期:2021-08-20

sure on the middle thigh(10cm from the upper edge of the patella) with pressure cuff for 20 minutes, five sessions with 3min restriction and 1min relaxation, once a day and six times per week, total two weeks. Before and after treatment, Fugl-Meyer score, 1RM resistance change, isokinetic muscle strength and surface electromyography were used to evaluate lower extremity function, muscle strength and electromyographic changes.

Result:①Lower extremity function: After treatment, lower extremity Fugl-Meyer score and 1RM resistance value were significantly increased in both groups ($P<0.01$), and there was no statistical significance between the two groups ($P>0.05$). ②Isokinetic muscle strength: After treatment, the improvements of PT, PT/W, TW and H/Q ratios in extension muscles of the experimental group were better than control group ($P<0.05$), but there were no significant changes in PT, PT/W and TW of the flexion muscles between two groups; ③sEMG change: After treatment, the amplitude of AEMG of the affected rectus femoris muscle, RMS and IEMG of the affected rectus femoris muscle, biceps femoris muscle and gastrocnemius muscle in the experimental group increased obviously than control group ($P<0.05$), but the RMS and IEMG of the affected tibialis anterior muscle had no differences between two groups ($P>0.05$).

Conclusion:BFR-LI can improve the muscle fiber recruitment ability, muscle strength and the lower extremity function of stroke patients.

Author's address Dept. of Rehabilitation Medicine, First Affiliated Hospital of Bengbu Medical College, 233000

Key word stroke; resistance training; blood flow restriction; surface electromyography; muscle strength

脑卒中具有高发病率、高致残率的特点^[1],仅53%—68.3%患者发病后3个月恢复独立步行^[2],严重影响患者日常活动能力。因此,脑卒中后促进下肢运动功能恢复至关重要。卒中防治指南中提出^[3],对于早期运动功能障碍的患者,应重视患侧肢体肌力训练。然而,脑卒中患者因卧床或运动减少等,下肢肌肉平均力量只有健康人的30%—50%^[4],不能够完成高强度抗阻训练。血流限制联合低强度抗阻运动(blood flow restriction - low intensity, BFR-LI)方法得到广泛关注。相关研究表明^[5],其训练效果与高强度抗阻训练(high-load resistance training, HLRT)等同。血流限制方法是不影响动脉灌注的前提下将止血带或充气袖带绑于肢体远端,通过加压限制肢体静脉回流^[6]。故本研究旨在探讨BFR-LI对脑卒中患者下肢肌力和功能恢复的影响,并寻求适宜脑卒中患者下肢功能恢复的临床康复治疗方

1 资料与方法

1.1 病例资料

选取东南大学附属中大医院康复医学科住院部脑卒中患者58例。

1.1.1 纳入标准:年龄在50—75岁;符合第四届全国脑血管病学术会议修订的诊断标准^[7];单侧肢体

瘫痪;意识清晰,简易精神状态检查量表(mini-mental state examination, MMSE)评分 >24 分,能够配合研究人员进行检查;病情稳定,病程6月之内;Brunnstrom分期Ⅲ—Ⅳ期;患者知情同意。

1.1.2 排除标准:下肢有静脉血栓;患肢侧严重痉挛或关节活动范围严重受限;合并严重的心、肺、肝、肾等重要脏器功能不全;患者有血小板减少症或凝血障碍性疾病;严重认知障碍或意识障碍不能配合者。本研究已经通过东南大学附属中大医院伦理委员会审查,且已在临床试验中心注册(批号:2020ZDSYLL277-Y01)。

1.1.3 一般资料:按照随机数表法分为试验组和对照组,各29例。两组患者一般资料比较差异无显著性意义($P>0.05$),可进行比较(表1)。

表1 两组患者一般资料比较 ($\bar{x}\pm s$)

	试验组	对照组	χ^2/t	P值
样本量(例)	29	29		
性别(例)				
男/女	19/10	24/5	2.248	0.134
卒中类型(例)				
出血/缺血	8/21	9/20	0.083	0.773
偏瘫侧(例)				
左侧/右侧	11/18	9/20	0.305	0.581
身高(cm)	166.07 $\pm$ 7.85	165.41 $\pm$ 6.61	0.344	0.732
体重(kg)	69.10 $\pm$ 10.34	69.62 $\pm$ 13.31	0.165	0.869
年龄(岁)	60.10 $\pm$ 11.22	59.41 $\pm$ 11.85	0.228	0.821
病程(月)	1.58 $\pm$ 1.28	1.60 $\pm$ 1.27	0.041	0.967
Brunnstrom分期	3.38 $\pm$ 0.49	3.45 $\pm$ 0.51	0.525	0.601

1.2 治疗方法

两组患者均进行常规康复和运动踩车(德国 RECK公司,MOTomed Viva 2)训练。先测定一次重复最大力量(one repetition maximum, 1RM),将踩车阻力调试为20% 1RM进行低强度抗阻运动,20min/次。干预组踩车时,在患者大腿中段(髌骨上10cm处)绑止血带,加压到200mmHg,加压3min,放松1min,共5组,2次/天,6天/周,共2周。

1.3 评估方法

1.3.1 下肢运动功能评估:①下肢Fugl-Meyer 运动功能评定量表^[8](Fugl-Meyer motor assessment of lower limbs, FMA-LL):总计34分,得分越高,说明下肢功能恢复越好。②1RM阻力:治疗前、后记录1RM阻力值,阻力越大,患者下肢功能恢复越好。

1.3.2 等速肌力评估:A8等速肌力测试系统(广州一康)对患者两侧膝关节峰力矩(peak torque, PT)、峰力矩/体重(peak torque/weight, PT/W)、总做功量(total work, TW)和腓绳肌与股四头肌峰力矩比(ham string/quadriceps, H/Q)进行评估。患者取坐位,等速肌力测定仪角速度设置为120°/s,嘱患者最大力进行膝关节伸展-屈曲,每组5次,循环3组。

1.3.3 表面肌电评估:使用NDI-094型肌电图诱发电位仪(上海海神)在室温条件下对患者双下肢股直肌、胫前肌、腓肠肌外侧头、股二头肌长头的平均肌电值(average electromyographic, AEMG)、均方根值(root mean square, RMS)、积分肌电值(integrated electromyographic, IEMG)指标进行采集。记录电极贴于肌腹处,参考电极间隔2cm。嘱患者大力抗阻收缩,连续测定3次,取平均值。

1.4 统计学分析

数据使用SPSS 23.0分析软件进行统计学处理,计数资料使用 χ^2 检验,计量资料使用均数±标准差表示,两组间使用独立样本 t 检验,组内使用配对 t 检验, $P<0.05$ 差异有显著性意义。

2 结果

2.1 两组治疗前后FMA-LL、踩车阻力变化比较

治疗前各组患者下肢FMA-LL量表和踩车时1RM阻力值组间差异均无显著性意义($P>0.05$)。治疗2周后,两组下肢FMA-LL、1RM阻力值差异均有

显著性意义($P<0.01$);治疗2周后,两组间无显著性意义($P>0.05$),见表2。

2.2 等速肌力

治疗前,两组膝关节伸展和屈曲PT、PT/W、TW、H/Q差异无显著性意义($P>0.05$);治疗2周后,试验组伸展和屈曲PT、PT/W、TW同治疗前肌力明显提高($P<0.05$);对照组屈曲PT、PT/W比治疗前肌力提高($P<0.05$);两组间治疗后,伸展PT、PT/W、H/Q明显提高($P<0.05$),见表3。

2.3 两组间治疗前后表面肌电评估结果

治疗前,两组间患侧股直肌、股二头肌、胫前肌、腓肠肌表面肌电AEMG、RMS、IEMG比较无显著性意义($P>0.05$);治疗2周后,两组健侧股直肌、胫前肌、股二头肌长头、腓肠肌外侧头表面肌电AEMG、RMS、IEMG比较无显著性意义($P>0.05$);患侧股直肌AEMG试验组数值高于对照组,差异具有显著性意义($P<0.05$);患侧股直肌、股二头肌长头、腓肠肌外侧头RMS、IEMG较治疗前显著升高($P<0.05$),见表4—6。

表2 两组治疗前后FMA-LL量表、踩车阻力变化比较($\bar{x}\pm s$)

组别	FMA-LL(分)		阻力变化(N)	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
试验组	14.34±3.55	18.24±2.95 ^①	11.13±1.80	17.8±2.30 ^①
对照组	15.00±5.07	17.83±4.46 ^①	12.77±2.16	15.63±2.54 ^①
t 值	5.70	0.42	0.93	1.03
P 值	0.571	0.678	0.358	0.308

注:①组内比较, $P<0.01$ 。

3 讨论

脑卒中后,由于肌肉失去神经支配,导致肌肉萎缩,肌力下降,严重影响运动能力。因此,尽早改善下肢肌力,对于提升脑卒中患者日常生活能力,提高生活质量尤为重要。美国卒中协会(American Stroke Association, ASA)^[9]与中国卒中防治指南中^[3]指出,抗阻运动对卒中患者肌力恢复具有积极效果。然而,卒中患者无法耐受和坚持高强度抗阻训练,导致实施困难,并且有加剧损伤的风险^[10],影响训练后效果。因此,采取既能够加强肌力训练,又可以降低脑卒中患者运动损伤风险和疲劳的治疗方案对于卒中后功能改善具有重要意义。

血流限制联合低强度抗阻运动的优点是仅需

表3 两组间脑卒中患者治疗前后膝关节伸展-屈曲等速指标值比较

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

组别	伸展			屈曲			
	PT(Nm)	PT/W(Nm/kg)	TW(J)	PT(Nm)	PT/W(Nm/kg)	TW(J)	H/Q(Nm)
试验组							
治疗前	19.95±9.02	0.30±0.13	11.75±4.10	11.20±4.45	0.17±0.06	7.20±2.47	0.62±0.29
治疗后	36.26±11.50 ^{①②}	0.54±0.16 ^{①②}	23.11±6.24 ^{①②}	18.57±4.38 ^①	0.28±0.09 ^①	12.63±4.58 ^①	0.58±0.26 ^②
对照组							
治疗前	21.29±12.05	0.32±0.17	13.27±9.91	13.51±8.62	0.21±0.13	8.78±6.65	0.66±0.28
治疗后	24.33±15.13	0.37±0.21	14.54±12.21	17.58±7.86 ^①	0.27±0.12 ^①	9.86±7.42	0.81±0.31

注:①组内比较, $P<0.05$;②组间比较, $P<0.05$ 。

表4 两组间脑卒中患者治疗前后表面肌电AEMG值比较

($\bar{x} \pm s, \mu V \cdot s$)

组别	股直肌		股二头肌长头		胫前肌		腓肠肌外侧头	
	患侧	健侧	患侧	健侧	患侧	健侧	患侧	健侧
试验组								
治疗前	47.63±14.13	83.51±26.25	36.87±4.36	68.09±35.01	35.97±3.96	109.36±36.94	37.89±2.99	64.73±13.99
治疗后	55.50±16.34 ^{①②}	88.67±24.21	43.11±6.44 ^①	78.17±35.58	40.39±8.41 ^①	111.26±37.86	39.93±4.40 ^①	70.94±17.04
对照组								
治疗前	45.05±12.28	81.87±12.78	37.28±4.35	61.79±19.02	37.17±4.91	101.54±39.23	38.26±4.78	62.64±22.95
治疗后	47.06±11.01 ^①	85.03±11.68	40.15±6.22 ^①	71.61±40.28	37.81±4.64	104.71±47.73	39.46±7.49	66.06±22.77

注:①组内比较, $P<0.05$;②组间比较, $P<0.05$ 。

表5 两组间脑卒中患者治疗前后表面肌电RMS值比较

($\bar{x} \pm s, \mu V \cdot s$)

组别	股直肌		股二头肌长头		胫前肌		腓肠肌外侧头	
	患侧	健侧	患侧	健侧	患侧	健侧	患侧	健侧
试验组								
治疗前	94.54±46.45	289.49±52.41	50.76±31.95	238.38±81.81	34.85±18.18	275.36±52.87	52.17±37.22	191.53±61.71
治疗后	130.69±52.40 ^{①②}	291.53±49.75	91.39±35.90 ^{①②}	246.31±93.55	50.69±24.45 ^①	280.79±78.22	77.94±42.47 ^{①②}	211.84±86.03
对照组								
治疗前	91.13±34.75	288.34±56.07	55.80±63.23	232.73±85.10	37.69±25.09	260.66±74.60	45.98±23.11	208.73±55.76
治疗后	96.12±39.27	291.32±38.48	68.75±36.99	235.27±82.39	39.99±24.01	264.24±61.01	51.31±28.16	218.86±57.38

注:①组内比较, $P<0.05$;②组间比较, $P<0.05$ 。

表6 两组间脑卒中患者治疗前后表面肌电IEMG值比较

($\bar{x} \pm s, \mu V \cdot s$)

组别	股直肌		股二头肌长头		胫前肌		腓肠肌外侧头	
	患侧	健侧	患侧	健侧	患侧	健侧	患侧	健侧
试验组								
治疗前	84.65±39.24	244.23±60.69	38.75±25.06	188.69±59.45	29.80±21.37	258.28±62.85	37.43±27.49	165.41±32.89
治疗后	110.49±41.83 ^{①②}	252.63±60.09	81.67±27.42 ^{①②}	185.76±63.37	43.04±29.99 ^①	258.54±39.67	58.43±29.71 ^{①②}	169.37±46.42
对照组								
治疗前	83.24±24.17	239.57±39.24	40.04±42.09	189.90±61.67	30.54±23.31	241.94±55.16	34.52±19.29	171.13±52.35
治疗后	90.87±28.31 ^①	249.67±41.12	56.20±32.88	187.28±60.32	33.89±25.32 ^①	244.20±52.84	42.13±23.5 ^①	174.41±48.03

注:①组内比较, $P<0.05$;②组间比较, $P<0.05$ 。

20%—30% 1RM的低强度抗阻训练,就能促进蛋白质合成、增加肌肉横截面积、提高肌肉力量^[6]。这种训练方法常用于骨关节术后、体弱老年人等人群的肌力提高^[6],可达到高强度训练的相似效果^[5]。但对于脑卒中患者训练效果的研究甚少。Durand MJ等^[11]首次将血流限制应用于脑卒中患者,并未结合抗阻训练,2周治疗后发现脑卒中患者步行能力和患侧肢体肌群抗疲劳能力提高。MOTOmed踩车可设置阻力,并且通过反复强化运动模式反馈到大脑皮质,形成较好的外周-中枢训练模式,改善大脑运

动皮质可塑性^[12-13],利于患侧肢体的功能恢复。因此,本研究利用血流限制结合20% 1RM踩车对脑卒中患者进行下肢肌群力量训练,探讨对下肢肌群肌力及功能恢复的效果。

等速肌力评定结果显示,治疗后试验组伸肌的PT、PT/BW、TW及H/Q较对照组明显提高($P<0.05$)。PT作为反映肌肉力量的金指标,PT/BW能够排除体重影响因素使个体间具有可比性^[14],其结果有力地证实血流限制联合抗阻训练能短时间内提高肌肉力量和功能。

两组间屈肌的等速肌力评定指标无显著变化,与 Pontes SS、Ohta H 及 Tennent DJ 等^[15-17]的研究结果一致。说明该训练方案对伸肌肌力增加效果优于屈肌。有研究认为,可能是由抗重力和肌纤维类型差异等原因所致,即便对于正常人群,BFR 联合肌力训练对伸肌力量增长作用明显,而对屈肌无作用^[18]。此外,也不排除等速评估对伸肌和屈肌评价结果的影响。因为随着等速运动角速度的增加,力矩输出会减小^[19],本研究采用 120°角速度进行膝关节屈伸等速运动的评定,伸肌为原动肌,而屈肌为拮抗肌,从而导致屈肌的纤维不能充分激活。但本研究试验组的 H/Q 较对照组显著提高,H/Q 比值作为反映主动肌和拮抗肌平衡的指标^[14],其比值的提高说明试验组主动肌和拮抗肌的肌力更趋于平衡,有利于膝关节稳定性的提高。基于上述研究结果,在进行低强度抗阻和血流限制训练时,需要重视屈肌力弱患者的针对性训练。

本研究采用表面肌电图对股直肌和股二头肌长头的肌电活动进行了分析,发现试验组的股直肌和股二头肌长头的 AEMG、RMS 和 IEMG 值均显著增加,而且腓肠肌肌电指标也较对照组显著改善。提示血流限制联合低强度抗阻训练有助于改善肌肉的兴奋性和募集程度,从而提高肌力。同时,有研究认为,血流限制和低强度抗阻训练可产生效果溢出现象,即对未干预的临近肌群产生肌力增强作用^[20-22]。

研究结果发现,治疗 2 周后两组 FMA-LL 量表和阻力变化值均较治疗前显著改善($P<0.05$)。FMA 作为一项肢体运动整体功能的主观评价量表,单一肌群的力量改善难以敏感地反映出运动功能的改善,提示在进行血流限制和低强度抗阻训练的同时,也应重视功能性活动训练,加快肌肉运动功能的适应性转化。

综上所述,低强度抗阻训练联合血流限制较单纯低强度抗阻运动训练能显著增加下肢肌肉肌力和肌肉募集能力,从而改善下肢运动功能;而且因阻力强度低,具有较好的依从性和安全性。

参考文献

- [1] 《中国脑卒中防治报告》编写组.《中国脑卒中防治报告 2019》概要[J]. 中国脑血管病杂志,2020,17(5):272—281.
- [2] Takahashi K, Domen K, Sakamoto T, et al. Efficacy of upper extremity robotic therapy in subacute poststroke hemiplegia: an exploratory randomized trial[J]. Stroke, 2016, 47(5):1385—1388.
- [3] 张通,赵军,白玉龙,等.中国脑血管病临床管理指南(节选版)——卒中康复管理[J]. 中国卒中杂志,2019,14(8):823—831.
- [4] Neckel N, Pelliccio M, Nichols D, et al. Quantification of functional weakness and abnormal synergy patterns in the lower limb of individuals with chronic stroke[J]. J Neuroeng Rehabil,2006(3):17.
- [5] Pinto RR, Polito MD. Haemodynamic responses during resistance exercise with blood flow restriction in hypertensive subjects[J]. Clin Physiol Funct Imaging, 2016, 36(5): 407—413.
- [6] Renzi CP, Tanaka H, Sugawara J. Effects of leg blood flow restriction during walking on cardiovascular function [J]. Med Sci Sports Exerc,2010,42(4):726—732.
- [7] 中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组.中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018[J]. 中华神经科杂志,2018,51(9):666—682.
- [8] Kwong PWH, Ng SSM. Cutoff score of the lower-extremity motor subscale of Fugl-Meyer assessment in chronic stroke survivors: a cross-sectional study[J]. Arch Phys Med Rehabil,2019,100(9):1782—1787.
- [9] Pundik S, McCabe J, Skelly M, et al. Association of spasticity and motor dysfunction in chronic stroke[J]. Ann Phys Rehabil Med,2019,62(6):397—402.
- [10] Alawieh A, Zhao J, Feng W. Factors affecting post-stroke motor recovery: implications on neurotherapy after brain injury[J]. Behav Brain Res,2018(340):94—101.
- [11] Durand MJ, Boerger TF, Nguyen JN, et al. Two weeks of ischemic conditioning improves walking speed and reduces neuromuscular fatigability in chronic stroke survivors[J]. J Appl Physiol (1985),2019,126(3):755—763.
- [12] 王坤,李雅薇,王玉龙.早期下肢重复性训练对急性脑梗死患者下肢功能恢复的影响[J]. 中国康复医学杂志,2020,35(8):949—953.
- [13] 张玥,王铁钊,侯玮佳,等.早期介入下肢重复性训练对脑梗死患者下肢运动功能及步行能力的影响[J]. 中国康复医学杂志,2017,32(11):1285—1287.
- [14] Khan F, Anjamparuthikal H, Chevidikunnan MF. The comparison between isokinetic knee muscles strength in the ipsilateral and contralateral limbs and correlating with function of patients with stroke[J]. J Neurosci Rural Pract, 2019, 10(4):683—689.
- [15] Pontes SS, de Carvalho ALR, Almeida KO, et al. Effects

- of isokinetic muscle strengthening on muscle strength, mobility, and gait in post-stroke patients: a systematic review and meta-analysis[J]. Clin Rehabil, 2019, 33(3): 381—394.
- [16] Ohta H, Kurosawa H, Ikeda H, et al. Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Acta Orthop Scand, 2003, 74(1): 62—68.
- [17] Tennent DJ, Hylden CM, Johnson AE, et al. Blood flow restriction training after knee arthroscopy: a randomized controlled pilot study[J]. Clin J Sport Med, 2017, 27(3): 245—252.
- [18] Takarada Y, Takazawa H, Ishii N. Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles[J]. Med Sci Sports Exerc, 2000, 32(12): 2035—2039.
- [19] 张静云, 王莹莹, 王春方, 等. 基于等速技术的健康成人膝关节屈伸肌肌力的年龄和性别特征的研究[J]. 中国康复医学杂志, 2020, 35(1): 54—59.
- [20] Ampomah K, Amano S, Wages NP, et al. Blood flow-restricted exercise does not induce a cross-transfer of effect: a randomized controlled trial[J]. Med Sci Sports Exerc, 2019, 51(9): 1817—1827.
- [21] Dankel SJ, Jessee MB, Abe T, et al. The effects of blood flow restriction on upper-body musculature located distal and proximal to applied pressure[J]. Sports Med, 2016, 46(1): 23—33.
- [22] 孙科, 魏文哲, 赵之光. 下肢低强度加压训练中血流受限部位和未受限部位肌肉活动的差异[J]. 中国体育科技, 2019, 55(5): 14—19.

(上接第45页)

- [19] Ferrari S, Vanti C, Pellizzer M, et al. Is there a relationship between self-efficacy, disability, pain and sociodemographic characteristics in chronic low back pain? A multi-center retrospective analysis[J]. Archives of Physiotherapy, 2019, 9(1): 1—9.
- [20] Bandura A, Watts RE. Self-efficacy in Changing Societies [J]. Journal of Cognitive Psychotherapy, 1999, 10 (4) : 281—283.
- [21] Du S, Hu L, Bai Y, et al. The influence of self-efficacy, fear-avoidance belief, and coping styles on quality of life for chinese patients with chronic nonspecific low back pain: A multisite cross-sectional study[J]. Pain Pract, 2018, 18(6): 736—747.
- [22] Bandura A. Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change[J]. Psychol Rev, 1977, 84(2): 191—215.
- [23] 孙海燕, 陈静, 景慧云, 等. 自我效能增强干预对老年全膝关节置换术后患者恐惧症及康复的影响[J]. 老年医学与保健, 2019, 25(6): 813—816.
- [24] Aykut Selçuk M, Karakoyun A. Is there a relationship between kinesiophobia and physical activity level in patients with knee osteoarthritis? [J]. Pain Medicine, 2020, 21 (12) : 3458—3469.
- [25] Sanchez-heran A, Agudo-carmona D, Ferrer-pena R, et al. Postural stability in osteoarthritis of the knee and hip: analysis of association with pain catastrophizing and fear-avoidance beliefs[J]. PM R, 2016, 8(7): 618—628.
- [26] 方雯, 王秀红, 汪俊华, 等. 术前衰弱对单侧全膝关节置换术后老年患者膝关节功能康复的影响研究[J]. 中国全科医学, 2021, 24(8): 968—976.
- [27] 蔡立柏, 刘延锦, 崔妙然, 等. 全膝关节置换术恐惧症患者术后早期功能锻炼体验的质性研究[J]. 中华护理杂志, 2019, 54(11): 1663—1668.
- [28] 夏京花, 陈欧, 吕晓燕, 等. 移动网络平台在全膝关节置换患者院外康复中应用效果的Meta分析[J]. 中国实用护理杂志, 2020(13): 1036—1037.
- [29] 张丽峰, 李静. 个性化康复指导在老年病人膝关节置换术围术期中的应用及护理[J]. 护理研究, 2015, 29(33): 4151—4152.