

· 论 著 ·

多通道功能性电刺激下四肢联动对脑卒中患者下肢运动功能和步行功能的影响*

王 路, 杜志伟[△], 关志恒, 于 瑞, 曾一鸣

(广州医科大学附属第二医院康复医学科, 广东 广州 510260)

[摘要] **目的** 探讨多通道功能性电刺激(FES)下四肢联动对脑卒中患者下肢运动功能和步行功能的影响。**方法** 将2022年4月至2023年1月该院康复医学科收治的40例脑卒中患者采用随机数字表法分为常规组和联合组,每组20例。2组均接受常规康复训练,常规组额外接受四肢联动训练,联合组额外接受多通道FES下四肢联动训练。采用Fugl-Meyer下肢运动功能量表(FMA-LE)、10 m最大步行速度(10 m MWS)、起立-行走计时测试(TUGT)评估2组患者治疗前、治疗4周后下肢运动功能和步行功能。**结果** 2组患者治疗4周后FMA-LE、10 m MWS、TUGT均较治疗前明显改善,且联合组患者治疗4周后FMA-LE评分明显高于常规组,10 m MWS明显快于常规组,TUGT明显短于常规组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** 多通道FES下四肢联动可有效改善脑卒中患者下肢运动功能和步行功能。

[关键词] 功能性电刺激; 脑卒中; 下肢; 运动功能; 步行功能

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2023.21.007

中图法分类号:R743.3;R493

文章编号:1009-5519(2023)21-3632-05

文献标识码:A

Effects of multichannel functional electrical stimulation combined with limb linkage training on lower limb motor function and walking function in stroke patients*

WANG Lu, DU Zhiwei[△], GUAN Zhiheng, YU Rui, ZENG Yiming

(Department of Rehabilitation, the Second Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou, Guangdong 510260, China)

[Abstract] **Objective** To explore the effects of multichannel functional electrical stimulation(FES) combined with limb linkage training on lower limb motor function and walking function in stroke patients. **Methods** From April 2022 to January 2023, a total of 40 stroke patients admitted to the Department of Rehabilitation Medicine of the hospital were randomly divided into the routine group and the combined group, with 20 cases in each group. Both groups received regular rehabilitation training. The conventional group received limb linkage training, while the combined group received multichannel FES combined with limb linkage training. Before and after four weeks training, Fugl-Meyer lower extremity scale(FMA-LE), 10-meter maximum walking speed(10 m MWS) and Timed Up and Go Test(TUGT) were used to evaluate the lower limb motor function and walking function of the two groups. **Results** After four weeks treatment, FMA-LE, 10 m MWS and TUGT in both groups were significantly improved compared with those before treatment, and the score of FMA-LE in the combined group was significantly higher than that in the routine group, 10 m MWS was significantly faster than that in the routine group, and the TUGT was significantly shorter than that in the routine group, with statistically significant differences($P < 0.05$). **Conclusion** FES combined with limb linkage training can effectively improve the lower limb motor function and walking function of stroke patients.

[Key words] Functional electrical stimulation; Stroke; Lower limbs; Motor function; Walking function

我国脑卒中发病率逐年走高,是全球高发国家之一,并且发病人群逐渐年轻化。近年来,脑卒中致死率显著下降,但致残率达50%~70%^[1]。大部分患者遗留肢体运动功能障碍,其中下肢运动功能障碍和步行功

能障碍严重影响了患者的生活质量^[2]。如何有效恢复脑卒中患者下肢运动功能和步行功能十分重要。

目前,国内肢体运动功能康复训练多为治疗师“一对一”徒手训练,存在一定的局限性,如治疗工作

* 基金项目:广东省医学科研基金项目(C2021075)。

作者简介:王路(1986—),本科,主管治疗师,主要从事神经康复研究。 △ 通信作者,E-mail:923885648@qq.com。

效率较低,患者过于依赖治疗师辅助等。因此,需寻找一种训练方法,既能降低对治疗师的依赖,又能有效恢复患者肢体功能^[3]。已有研究表明,四肢联动训练能有效改善脑卒中患者下肢运动功能和步行功能^[4-5],功能性电刺激(FES)也能促进患者下肢功能的恢复^[6-7]。但多通道 FES 下四肢联动干预脑卒中患者的研究较少见。本研究采用多通道 FES 下四肢联动干预脑卒中偏瘫患者,观察了对患者下肢运动功能和步行功能的影响,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 资料

1.1.1 一般资料 选取 2022 年 4 月至 2023 年 1 月本院康复医学科收治的脑卒中偏瘫患者 40 例作为研究对象,采用随机数字表法分为常规组和联合组,每组 20 例。本研究经本院医学伦理委员会审批通过(2021-hs-51)。2 组患者性别、年龄、病程、病变性质、偏瘫侧别等一般资料比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 2 组患者一般资料比较

组别	n	性别[n(%)]		年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	病程 ($\bar{x} \pm s$, d)	病变性质[n(%)]		偏瘫侧别[n(%)]	
		男	女			脑出血	脑梗死	左	右
常规组	20	8(40.0)	12(60.0)	59.20 \pm 7.94	61.40 \pm 11.21	7(35.0)	13(65.0)	13(65.0)	7(35.0)
联合组	20	9(45.0)	11(55.0)	59.75 \pm 7.58	61.05 \pm 11.45	8(40.0)	12(60.0)	11(55.0)	9(45.0)
χ^2/t	—	0.102		0.224	0.098	0.107		0.417	
P	—	0.749		0.824	0.923	0.744		0.519	

注:—表示无此项。

1.1.2 纳入标准 (1)符合脑血管病诊断标准^[8],经 CT 或磁共振检查确诊;(2)年龄 40~75 岁;(3)病程 1~6 个月,初次发病;(4)可在监护下安全独立行走距离大于 16 m;(5)简明精神状态量表评分大于或等于 24 分,能配合评估和治疗;(6)上、下肢肌群的肌张力分级为改良 Ashworth 量表小于 2 级;(7)签署本研究知情同意书。

1.1.3 排除标准 (1)下肢存在严重肌肉、骨骼疾病,如重度骨质疏松、关节炎伴严重疼痛等;(2)患严重心血管疾病、呼吸系统疾病等;(3)患有进展性或继发性脑损伤;(4)使用起搏器。

1.1.4 脱落标准 (1)出现严重不良反应;(2)因患者个人原因无法完成本研究;(3)治疗过程中出现上肢或下肢肌肉痉挛,无法完成治疗。

1.2 方法

1.2.1 治疗方法 2 组均接受常规康复训练,常规组额外接受四肢联动训练,联合组额外接受多通道 FES 下四肢联动训练。

1.2.1.1 常规康复训练 (1)肌肉力量训练:包括躯干及核心肌群训练、下肢屈伸肌群力量与耐力训练等;(2)肌肉牵伸:治疗师徒手牵伸患者躯干及下肢肌群,以抑制肌张力升高;(3)神经发育疗法:包括 Bobath 技术、Brunnstrom 技术、PNF 技术等;(4)体位转移训练:指导患者进行翻身、坐站转移等;(5)平衡训练:指导患者进行坐位和站立位平衡训练;(6)步行准备训练及步行训练:包括重心转移训练、站立姿势训练、迈步训练、踏步训练、步行训练等。每次 40 min,每天 1 次,每周 5 次,连续训练 4 周。

1.2.1.2 常规组 采用美国 Restorative Therapies 公司生产的 RT200 型四肢联动智能训练系统,选择

智能主被动模式,该模式可通过力学传感器智能感应并调节运动中踏板的阻力值大小,以达到目标速度。患者坐于四肢联动座椅上,绑好四肢固定绑带,治疗师指导患者进行四肢交替屈伸运动,并逐渐达到并保持目标速度进行训练。嘱咐患者训练中保持腹部肌群轻微收缩,以获得更好的躯干稳定;同时,双侧肢体均匀发力,健侧肢体勿过分用力,造成双侧发力不均匀。如训练中出现头晕、心慌、四肢关节疼痛等不适症状时立即停止训练。先接受 40 min 常规康复训练,再进行 20 min 四肢联动训练,每天 1 次,每周 5 次,连续训练 4 周。

1.2.1.3 联合组 采用 RT200 型四肢联动智能训练系统的下肢多通道 FES 电刺激进行治疗,对患侧 4 组肌群的肌腹进行电刺激,分别为股四头肌、腓绳肌、胫前肌和小腿三头肌,提前告知患者电刺激感受,电流强度大小以患者适宜为准,提前进行电流强度测试,以确定电流强度范围。该设备具有多通道 FES 与四肢联动的智能同步功能,先测试调整好电刺激最大值和最小值,四肢联动运动时下肢进行伸膝运动,以股四头肌和小腿三头肌为主动肌收缩为主,此时设备会根据肌群收缩强度,智能化调节给予该下肢股四头肌和小腿三头肌以电刺激,激活强化股四头肌收缩和小腿三头肌,同时,停止对伸膝运动拮抗肌(腓绳肌和胫前肌)的电刺激。下肢进行屈膝运动时以腓绳肌和胫前肌为主动肌收缩为主,此时设备会智能化调节给予腓绳肌和胫前肌以电刺激,起到激活强化作用,同时,停止对屈膝运动拮抗肌(股四头肌和小腿三头肌)的电刺激。即该设备能智能化动态调节进行多通道电刺激,从而改善主动肌与拮抗肌的运动协调性。先接受 40 min 常规康复训练,再进行 20 min 四肢联动

训练,进行四肢联动训练的同时给予 20 min 多通道 FES,每天 1 次,每周 5 次,连续训练 4 周。

1.2.2 观察指标 采用 Fugl-Meyer 下肢运动功能量表(FMA-LE)、10 m 最大步行速度(10 m MWS)、起立-行走计时测试(TUGT)评估 2 组患者治疗前、治疗 4 周后下肢运动功能和步行功能。由同一名医生完成对患者的评估,对该评估者设盲。2 组患者均完成本研究,未发生脱落。

1.2.2.1 FMA-LE 包括腱反射、屈伸肌共同运动、分离运动等内容,满分为 34 分,分数越高表示下肢运动功能越好^[9]。

1.2.2.2 10 m MWS 设置长 16 m 的步行通道,于 0、3、13、16 m 处标记,患者由起点步行至终点,记录 3~13 m 的时间,测试 3 次取最佳值,计算步速^[10]。

1.2.2.3 TUGT 准备有扶手的靠背椅,正前方 3 m 处放一标记物,患者坐在座椅上待评估者发出“开始”指令后,患者站起,按平时步态以最大速度向前走至标记处,绕过标记物后走回至椅子前,再转身坐下。记录从开始至坐下的时间,测量 3 次取平均值^[10]。

1.3 统计学处理 应用 SPSS23.0 统计软件进行数据分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,经检验符合正态分布,组内比较采用配对 t 检验,组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以率或构成比表示,组间比较采用 χ^2 检验。检验水准: $\alpha=0.05$ 。 $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 2 组患者治疗前后 FMA-LE 评分比较 2 组患者治疗前 FMA-LE 评分比较,差异无统计学意义($P>0.05$);2 组患者治疗 4 周后 FMA-LE 评分均明显高于治疗前,且联合组患者治疗 4 周后 FMA-LE 评分明显高于常规组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

表 2 2 组患者治疗前后 FMA-LE 评分比较($\bar{x} \pm s$,分)

组别	n	治疗前	治疗 4 周后	t	P
常规组	20	19.10±2.22	22.25±2.76	-15.094	<0.001
联合组	20	19.15±2.28	26.35±2.64	-30.830	<0.001
t	—	-0.070	-4.791	—	—
P	—	0.944	<0.001	—	—

注:—表示无此项。

2.2 2 组患者治疗前后 10 m MWS 比较 2 组患者治疗前 10 m MWS 比较,差异无统计学意义($P>0.05$);2 组患者治疗 4 周后 10 m MWS 均明显快于治疗前,且联合组患者治疗 4 周后 10 m MWS 明显快于常规组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 3。

2.3 2 组患者治疗前后 TUGT 比较 2 组患者治疗前 TUGT 比较,差异无统计学意义($P>0.05$);2 组患者治疗 4 周后 TUGT 均明显短于治疗前,且联合组患者治疗 4 周后 TUGT 明显短于常规组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 4。

表 3 2 组患者治疗前后 10 m MWS 比较($\bar{x} \pm s$,m/s)

组别	n	治疗前	治疗 4 周后	t	P
常规组	20	0.56±0.09	0.71±0.09	-28.377	<0.001
联合组	20	0.54±0.08	0.84±0.09	-42.822	<0.001
t	—	0.471	-4.545	—	—
P	—	0.640	<0.001	—	—

注:—表示无此项。

表 4 2 组患者治疗前后 TUGT 比较($\bar{x} \pm s$,s)

组别	n	治疗前	治疗 4 周后	t	P
常规组	20	33.14±3.72	28.90±4.14	17.547	<0.001
联合组	20	33.74±3.89	24.04±4.33	40.520	<0.001
t	—	-0.505	3.627	—	—
P	—	0.617	0.001	—	—

注:—表示无此项。

3 讨 论

50%~70%的脑卒中患者经积极救治后仍遗留运动功能障碍^[11]。由于大脑组织受损,高级中枢神经无法有效调控低位中枢神经,导致出现肌肉力量下降、肌张力异常、本体感觉障碍、下肢伸肌占优势的异常运动模式等,进而影响患者下肢运动功能和步行功能,严重影响患者日常活动^[12]。因此,寻找一种有效的康复治疗手段帮助患者改善下肢运动和步行尤为重要。本研究采用多通道 FES 下四肢联动干预脑卒中患者取得了满意疗效。

本研究所采用的四肢联动训练系统基于大脑可塑性原理,进行坐位的四肢交替屈伸运动,训练中会产生躯干的节律性旋转运动和四肢持续屈伸运动,能有效使躯干核心肌群及四肢屈伸肌群得到强化训练,同时,训练过程中会对下肢各关节软组织产生肌肉牵伸,改善肌张力。有研究表明,这种肢体屈伸交替运动能有效促进下肢运动功能恢复,进而提高步行功能^[13]。段好阳等^[14]采用为期 6 周的四肢联动训练干预脑卒中患者,结果显示,能有效改善患者躯干控制能力、平衡和步行功能。

FES 是按预先设定好的程序,以低频脉冲电流作用于目标肌群,刺激运动神经,诱发肌肉收缩,以促进肢体功能恢复的一种治疗手段^[15]。FES 可有效改善脑卒中患者遗留的运动功能障碍和感觉功能障碍,提高肌肉神经兴奋性、改善肌肉力量、改善组织代谢循环等^[16]。陈培荣等^[17]认为,多通路 FES 配合肢体交替运动干预脑卒中患者能强化本体感觉,改善主动肌和拮抗肌的协调性,进而促进脑功能重组,改善下肢运动功能。SHARIAT 等^[18]采用自行车运动结合 FES 干预脑卒中患者,结果显示,能有效改善患者下肢肌群的肌张力,增加膝关节和踝关节活动度,改善步行功能和步态参数。本研究结果与以上研究结论相似。

脑卒中患者由于中枢神经损伤,肢体肌群主动肌

和拮抗肌交互抑制下降,致肌张力增高,如肌张力评定达到改良 Ashworth 量表大于或等于 2 级则在运动中容易出现肌肉痉挛,如踝痉挛和上肢肌群肌肉痉挛^[19]。为避免患者因出现肌肉痉挛而无法完成本研究,在纳入标准中要求患者肢体肌张力分级为改良 Ashworth 量表小于 2 级。同时,本研究采用的设备具有多通道 FES 与四肢联动的智能同步功能,会智能判定四肢联动时肢体的屈伸状态,根据屈伸状态给予该动作主动肌以 FES,此时停止拮抗肌的 FES,从而起到对不同屈伸运动主动肌肌群的激活强化作用。另外,本研究治疗方案为先进行常规康复训练后再进行四肢联动训练和多通道 FES。常规训练包括肢体牵伸训练及肢体主动运动,患者肢体通过充分牵伸及运动后再进行四肢联动训练则可最大限度地避免四肢联动时出现肌肉痉挛,故本研究过程中患者均未出现肢体肌肉痉挛。

本研究结果显示,联合组患者治疗 4 周后 FMA-LE 评分明显高于常规组,10 m MWS 明显快于常规组,TUGT 明显短于常规组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。其作用机制可能为:(1)FES 下进行四肢交替运动能更有效地增强运动神经兴奋性和本体感觉,同时,激活大脑皮质神经运动区,加速大脑神经重塑进程^[20]。多通道 FES 能有效刺激肌群肌纤维收缩,促进机体产生动作电位,促进肌力恢复;训练时要求患者持续四肢主动屈伸运动,有利于强化肢体的主动控制能力,同时,给予 FES 能增强感觉刺激和神经肌肉纤维募集,FES 下四肢联动能起到神经肌肉的正向协同作用,提高运动协调性;多通道 FES 产生的刺激可通过神经细胞去极化传至大脑中枢神经,激活大脑皮质,改善神经新突触和轴突侧支的生长速度,促进中枢系统重塑,改善下肢运动功能^[21]。(2)FES 下四肢联动能有效激活人体核心肌群,提高核心稳定性。核心肌群主要包括腹部肌群、腰背部肌群等,在人体运动中起到中心力学支点的作用^[22]。训练中患者需保持腹肌轻微收缩以获得躯干稳定,并进行四肢交替运动,这能促使躯干进行小幅度旋转运动;结合肢体多通道 FES 能有效促进并提高患侧下肢肌群主动收缩,使四肢肌群运动时在力学关系上更加均衡,提高上肢-躯干核心-下肢的良性力学关系链式传导,进而改善肢体运动协调性。多数患者训练后表示除四肢外,腰背部及腹部肌群也会产生适度疲劳感,说明核心肌群能够得到训练。核心肌群稳定性改善后,患者在步行中能维持更好的躯干稳定性,进而减少步行中重心的不稳定波动,也有利于改善屈髋动作,从而提高步行功能^[23]。(3)训练中进行四肢闭链屈伸主动运动能有效减少肌肉萎缩,提高肌肉力量及耐力,尤其是改善股四头肌肌力,对强化下肢支撑、增强患侧膝关节控制、改善步行对称性十分关键。FES 利用低频脉冲电流刺激肌纤维产生即时效应,提高运动神

经元兴奋性,FES 下四肢联动能协同刺激运动神经元,较单纯四肢联动的效果更好^[24]。(4)要建立正确运动模式、纠正异常运动模式需通过大量重复且正确的运动模式训练^[25]。本研究采用 FES 下四肢联动,利用智能设备辅助患者进行正确运动模式下的重复性主动训练,FES 下四肢联动能更好地激活薄弱肌纤维收缩并有效参与运动,较单纯四肢联动能更好地改善主动肌与拮抗肌的协调性,从而改善下肢运动功能和步行功能。

综上所述,多通道 FES 下四肢联动可有效改善脑卒中患者的下肢运动功能和步行功能,值得临床推广应用。但本研究仍存在一些不足之处,如未进行疗效的长期随访,以及未使用表面肌电图、神经电生理检测等,不能精确表达患者下肢运动功能的改变,希望在今后的研究中逐渐完善。

参考文献

- [1] 王陇德,彭斌,张鸿祺,等.《中国脑卒中防治报告 2020》概要[J]. 中国脑血管病杂志,2022,19(2): 136-144.
- [2] GBD 2016 Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980 - 2016: A systematic analysis for the global burden of disease study 2016[J]. Lancet, 2017, 390(10100): 1151-1210.
- [3] 孟丽君,高正玉,陈玮,等.脑卒中患者运动功能恢复预测的研究进展[J]. 中华物理医学与康复杂志,2022,44(3):269-272.
- [4] 李岩,傅建明,李辉,等.四肢联动训练对脑卒中患者平衡及运动功能的影响[J]. 中国康复医学杂志,2019,34(1):78-80.
- [5] 荣积峰,吴毅,路微波,等.四肢联动对脑卒中偏瘫患者平衡功能和步行能力的影响[J]. 中国康复医学杂志,2015,30(10):1063-1065.
- [6] 李春镇,眭明红,于力争,等.基于行走模式功能性电刺激对脑卒中恢复期患者步态调控的研究[J]. 中国康复医学杂志,2019,34(5):562-565.
- [7] 苏彬,黄桂兰,房辉,等.功能性电刺激治疗脑卒中后步行功能障碍的临床应用及相关机制研究进展[J]. 中国康复医学杂志,2021,36(1):119-123.
- [8] 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.中国各类主要脑血管病诊断要点 2019[J]. 中华神经科杂志,2019,52(9): 710-715.
- [9] SULLIVAN K J, TILSON J K, CEN S Y, et al. Fugl-meyer assessment of sensorimotor function after stroke: Standardized training proce-

ture for elinieal practice and clinical trials[J]. Stroke, 2011, 42(2):427-432.

- [10] 朱娟, 钮金圆, 张文通. 计时起立行走和最大步行速度评估脑卒中患者功能的对比分析[J]. 中国康复医学杂志, 2017, 32(9):1026-1029.
- [11] 孟丽君, 高正玉, 陈玮, 等. 脑卒中患者运动功能恢复预测的研究进展[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2022, 44(3):269-272.
- [12] 王连, 张松, 郭铁成. 脑卒中后运动功能障碍患者感觉运动整合的研究进展[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2022, 44(5):463-466.
- [13] PINHEIRO D R, CABELEIRA M E P, DA CAMPO L A, et al. Effects of aerobic cycling training on mobility and functionality of acute stroke subjects: A randomized clinical trial[J]. NeuroRehabilitation, 2021, 48(1):39-47.
- [14] 段好阳, 刘福迁, 闫兆红, 等. 四肢联动功能训练对脑卒中患者躯干控制能力及平衡功能的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2015, 37(10):747-749.
- [15] SHARIFIFAR S, SHUSTER J J, BISHOP M D. Adding electrical stimulation during standard rehabilitation after stroke to improve motor function. A systematic review and meta-analysis[J]. Ann Phys Rehabil Med, 2018, 61(5):339-344.
- [16] 苏彬, 黄桂兰, 房辉, 等. 功能性电刺激治疗脑卒中后步行功能障碍的临床应用及相关机制研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2021, 36(1):119-123.
- [17] 陈培荣, 李奎, 吴丹丽, 等. 多通路功能性电刺激四肢联动对于脑卒中患者下肢功能恢复的影响[J]. 中国康复, 2017, 32(6):476-478.
- [18] SHARIAT A, NAKHOSTIN ANSARI N, HONARPISHE R, et al. Effect of cycling and func-

tional electrical stimulation with linear and interval patterns of timing on gait parameters in patients after stroke: A randomized clinical trial[J]. Disabil Rehabil, 2021, 43(13):1890-1896.

- [19] 吴晓燕, 吕君玲, 金荣疆. 脑卒中后痉挛的反射性介导与非反射性介导机制[J]. 中国康复医学杂志, 2021, 36(1):124-127.
- [20] 徐泉, 马迪, 潘钰, 等. 功能性电刺激下踏车训练对亚急性期脑卒中患者运动功能和心肺适能的效果[J]. 中国康复理论与实践, 2020, 26(9):1005-1009.
- [21] 王欣欣, 王强, 吴玉斌, 等. 多通道功能性电刺激对脑卒中偏瘫患者下肢功能的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2018, 40(5):345-347.
- [22] 王中莉, 傅建明, 姚云海, 等. 脑卒中患者躯干核心肌群等速定量测定与步态参数的相关性研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2017, 39(10):738-741.
- [23] GAMBLE K, CHIU A, PEIRIS C. Core stability exercises in addition to usual care physiotherapy improve stability and balance after stroke: A systematic review and meta-analysis[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2021, 102(4):762-775.
- [24] LURA D J, VENGLAR M C, VAN DUIJN A J, et al. Body weight supported treadmill vs. overground gait training for acute stroke gait rehabilitation[J]. Int J Rehabil Res, 2019, 42(3):270-274.
- [25] MOUCHEBOEUF G, GRIFFIER R, GASQ D, et al. Effects of robotic gait training after stroke: A meta-analysis[J]. Ann Phys Rehabil Med, 2020, 63(6):518-534.

(收稿日期:2023-02-09 修回日期:2023-09-16)

(上接第 3631 页)

- [15] CHEN Z, GUO Y, ZHAO D, et al. Comprehensive analysis revealed that CDKN2A is a biomarker for immune infiltrates in multiple cancers[J]. Front Cell Dev Biol, 2021, 9:808208.
- [16] JIAO H, WACHSMUTH L, KUMARI S, et al. Z-nucleic-acid sensing triggers ZBP1-dependent necroptosis and inflammation[J]. Nature, 2020, 580(7803):391-395.
- [17] NAGASAWA M, TOMIMATSU K, TERADA K, et al. Long non-coding RNA MANCR is a target of BET bromodomain protein BRD4 and plays a critical role in cellular migration and in-

vasion abilities of prostate cancer[J]. Biochem Biophys Res Commun, 2020, 526(1):128-134.

- [18] KARKI R, SUNDARAM B, SHARMA B R, et al. ADAR1 restricts ZBP1-mediated immune response and PANoptosis to promote tumorigenesis[J]. Cell Rep, 2021, 37(3):109858.
- [19] YANG S, CHEN M, LIN C. A novel lncRNA MYOSLID/miR-1286/RAB13 axis plays a critical role in osteosarcoma progression[J]. Cancer Manag Res, 2019, 11:10345-10351.

(收稿日期:2023-02-27 修回日期:2023-09-11)