

放散式体外冲击波对脑卒中患者下肢痉挛及三维步态参数的效果研究*

鲍赛荣^{1,2} 廖迪² 张其明² 张明兴² 刘春龙^{3,4}

摘要

目的:观察放散式体外冲击波对脑卒中偏瘫患者下肢痉挛、步态时空、对称性参数以及运动学参数的影响。

方法:选取40例符合入选标准的脑卒中偏瘫患者,将其随机分为试验组及对照组,每组20例。试验组进行常规康复治疗 and 患侧下肢放散式体外冲击波治疗(每周2次),连续3周,对照组进行常规治疗和安慰性冲击波治疗。分别于治疗前、第三周全部治疗结束后使用三维步态分析仪器检测并获得两组患者的步态参数。同时比较两组患者治疗前后腓绳肌、股四头肌、小腿三头肌改良Ashworth分级(MAS)评分,以及患侧下肢的Fugl-Meyer(FMA)评分。

结果:在第三周治疗结束后,两组患者步频、步幅、步速、患侧摆动相和健侧摆动相、踝关节最大背屈角度、踝关节最大跖屈角度均较治疗前明显提高($P<0.05$),步态周期、双支撑相、患侧支撑相、健侧支撑相、步长偏差、患侧健侧摆动相比值均较治疗前明显减小($P<0.05$)。组间对比显示,治疗后试验组患者步幅、步频、步速、步态周期、步长偏差、踝关节最大背屈角度、踝关节最大跖屈角度均优于对照组($P<0.05$)。治疗后试验组腓绳肌、股四头肌、小腿三头肌MAS评分及患侧下肢FMA评分均较治疗前改善($P<0.05$),并优于对照组($P<0.01, P<0.05$)。

结论:放散式体外冲击波能有效改善脑卒中偏瘫患者步态时空、运动学、对称性参数,提高脑卒中偏瘫患者的步行功能和步态的对称性。同时可以降低患侧下肢的痉挛,提高下肢运动功能。

关键词 放散式体外冲击波;脑卒中;三维步态参数;痉挛

中图分类号:R743.3,R318.01 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2019)-12-1423-08

The effects of radial extracorporeal shock wave therapy on gait parameters and spasticity in the patients of stroke with hemiplegia/BAO Sairong, LIAO Di, ZHANG Qiming, et al//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2019, 34(12): 1423—1430

Abstract

Objective: To observe the effects of radial extracorporeal shock wave therapy(rESWT) on gait parameters and spasticity in the patients of stroke with hemiplegia.

Method: Forty stroke patients with hemiplegia who met the inclusion criteria were randomly divided into the experimental group($n=20$) and control group($n=20$). The experimental group was given routine rehabilitation treatment and the rESWT (twice a week for three weeks). The control group was given routine rehabilitation treatment and the placebo rESWT. The gait parameters of the two groups were detected and obtained using a three-dimensional gait analysis instrument before treatment and after three-weeks treatment. At the same time, the modify Ashworth scale (MAS) scores of the hamstring, quadriceps, calf triceps and the Fugl-Meyer (FMA) scores of the lower limb were used before and after treatment.

Result: After three-weeks treatment, the cadence, stride length, walking velocity, nonparetic leg swing phase, paretic leg swing phase, the maximum range of motion of dorsiflexion, and the maximum range of motion of

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2019.12.006

*基金项目:广州中医药大学“青年英才培养工程”(QNYC20170107)

1 广州中医药大学,广州市,510000; 2 广东药科大学附属第一医院; 3 广州中医药大学针灸康复临床医学院; 4 通讯作者

作者简介:鲍赛荣,女,硕士研究生,主管治疗师; 收稿日期:2019-06-05

plantar flexion were significantly higher than those before treatment($P<0.05$), the gait cycle, double limbs stance phase, nonparetic leg stance phase, paretic leg stance phase, foot length deviation, and the ratio of paretic to nonparetic swing phase were significantly lower than before treatment($P<0.05$). The parameters were better in the experimental group than those in control group after treatment ($P<0.05$), such as stride length, cadence, walking velocity, gait cycle, foot length deviation, the maximum range of motion of dorsiflexion, and the maximum range of motion of plantar flexion. The MAS scores of the hamstring, quadriceps and calf triiceps and the FMA scores of the lower limb in the experimental group were significantly better than those before treatment($P<0.05$), and were superior to the control group ($P<0.01$, $P<0.05$).

Conclusion: Radial extracorporeal shock wave therapy can effectively improve the gait time-spatial parameters, kinematic parameters and symmetry parameters in the patients of stroke with hemiplegia. And it can also reduce the spasticity of the lower limb and improve the motor function of the lower limb.

Author's address Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou,510000

Key word radial extracorporeal shock wave therapy; stroke; three-dimensional gait parameters; spasticity

脑卒中是当前严重威胁人类健康和生命的重大疾病。在我国,每年有200万新发脑卒中病例,死亡人数165万/年,致残率75%^[1]。脑卒中后常遗留严重的功能障碍,例如下肢运动功能障碍,其中异常步态模式严重影响到患者的日常生活,提高步行能力对脑卒中患者尤为重要^[2-3]。

步态分析常用来研究人类行走的规律,具有定量、客观、准确、操作便捷等特点。步态参数中时空参数指的时间参数和空间参数,时间参数包括步行周期、支撑相、摆动相、单支撑相、双支撑相。空间参数包括步长、步幅、步速、步宽、步频等基本参数。步态对称性参数包括患侧健侧摆动相比值、健侧患侧支撑相比值以及步长偏差。此外,还有运动学参数,包括整个步行周期中踝关节最大背屈角和最大跖屈角^[4-5]。本试验从时空参数、对称性参数和运动学参数三方面来综合研究放散式体外冲击波对脑卒中患者步态的影响。

冲击波被定义为具有高峰值压力(100MPa),快速压力上升($<10\text{ns}$),和短持续时间($10\mu\text{s}$)的单一声脉冲序列。目前,冲击波已被成功运用于多种骨骼、肌腱疾病,包括颈肩肌筋膜疼痛综合征、网球

肘、骨折延迟不愈合、钙化性肌腱炎、股骨头缺血性坏死以及足底筋膜炎等^[6-11]。放散式体外冲击波治疗(radial extracorporeal shock wave therapy, rESWT)是骨骼肌系统体外冲击波治疗的一种,相对于传统的ESWT,rESWT具有易于操作、安全、费用低等特点。近年来国内外研究表明,ESWT具有缓解痉挛的作用,但目前国内尚缺乏ESWT对脑卒中偏瘫患者步态参数影响的研究报告。本研究首次应用GaitWatch 三维步态分析系统作为评价手段,同时结合量表来研究rESWT对脑卒中偏瘫患者步态参数及其运动功能的影响,现报道如下:

1 资料与方法

1.1 一般资料

根据纳入和排除标准,选取2014年4月—2018年8月在广东药科大学附属第一医院康复医学科住院的脑卒中偏瘫患者40例,签署知情同意书并按随机数字表法分为对照组和试验组,各20例。两组性别、年龄、病程、病变侧及病变性质等基本情况无显著性差异($P>0.05$),具有可比性,见表1。

纳入标准:①单侧肢体瘫痪,符合全国第四届脑

表1 两组患者一般资料

组别	例数	性别(例)		年龄(岁)	病程(月)	患侧(例)		病变性质(例)	
		男	女			左	右	脑梗死	脑出血
对照组	20	10	10	63.60±14.713	8.75±7.355	7	13	17	3
试验组	20	15	5	62.65±11.273	8.35±6.815	9	11	16	4
χ^2/t		2.667		0.229	0.178	0.417		0.173	
P		0.102		0.820	0.859	0.519		0.677	

血管疾病学术会议制订的脑卒中诊断标准,并经头颅CT/MRI确诊,且病情稳定;②患者意识清楚,无严重的认知和感觉障碍,能理解并配合康复治疗;③能独立或在监视下行走12m以上;④患侧下肢腓绳肌、股四头肌、小腿三头肌至少有两块肌肉肌张力的改良Ashworth分级 $\geq$ I级。所有患者对治疗相关情况均知情同意,并签署知情同意书,该研究经广州中医药大学伦理委员会批准。

排除标准:①不适合或不能行走的患者;②患有严重认知障碍而不能配合的患者;③伴周围或其他中枢神经系统疾病者;④患有严重心、肝、肾、功能障碍,血液系统疾病和严重的全身性疾病,影响康复训练者;⑤局部感染及皮肤破溃患者;⑥曾接受肉毒素注射或口服抗痉挛药等治疗者。

1.2 治疗方法

试验组和对照组均进行常规药物治疗和康复训练,其中常规康复训练主要包括下肢关节活动技术、下肢肌力及耐力训练、重心转移训练、站立平衡训练、迈步训练、患侧下肢负重、平行杠内行走及上下楼梯训练等,每天1次,每次40min,每周6次。试验组接受放散式体外冲击波治疗,每周2次,连续3周。本试验体外冲击波治疗采用XY—K—Shockmaster—500体外冲击波治疗仪(安阳市翔宇医疗设备有限责任公司)。跟腱冲击时采用R15治疗探头,直径15mm,其余部位均采用R20治疗探头,直径20mm。具体操作方法^[12]如下:

首先冲击腓绳肌,患者俯卧位,保持患侧膝关节伸直位,治疗部位皮肤涂以耦合剂,手柄压力为皮肤凹陷0.5—0.8cm,从肌腹上端至下端缓慢移动,2条线,每条线冲击1000次,冲击波强度为1.6bar,频率为8Hz。

然后冲击小腿三头肌,患者俯卧位,患侧膝关节伸直位,另一名治疗师固定住患侧的踝关节,保持踝关节处于最大背屈位,小腿三头肌表面皮肤涂以耦合剂,手柄压力为皮肤凹陷0.6—1.0cm,从肌腹上端至下端缓慢移动,2条线,每条线冲击1000次,冲击波强度为1.6bar,频率为6Hz。然后跟腱表面皮肤涂以耦合剂,手柄压力为皮肤凹陷0.1—0.3cm,从跟腱上端至下端缓慢移动,1条线,冲击1000次,冲击波强度为1.5bar,频率为6Hz。

最后冲击股四头肌,患者坐位,患侧膝关节保持

最大屈曲位,股四头肌表面皮肤涂以耦合剂,手柄压力为皮肤凹陷0.5—0.8cm,从肌腹上端至下端缓慢移动,2条线,每条线冲击1000次,冲击波强度为1.6bar,频率为8Hz。

对照组接受安慰性体外冲击波治疗,治疗时,治疗部位皮肤不涂耦合剂,用厚棉布将皮肤与探头隔开,冲击强度为0.1bar,冲击手柄不加压,冲击次数和频率与试验组相同。

1.3 评定指标

MAS评分:在治疗前及全部治疗结束后,应用改良Ashworth分级(modified Ashworth scale, MAS)评估患侧下肢腓绳肌、股四头肌、小腿三头肌的痉挛程度,MAS分为0级、I级、I⁺级、II级、III级、IV级。分级越高,痉挛程度越严重。为了方便统计分析,将0级、I级、I⁺级、II级、III级、IV级的分级分别记为0、1、2、3、4、5分。

FMA:在治疗前及全部治疗结束后,应用Fugl-Meyer评定量表(Fugl-Meyer Assessment, FMA)对患侧下肢进行运动功能评定,总分34分。

步态分析参数:在治疗前以及全部治疗结束后,应用章和电气公司生产的Gait Watch三维步态分析系统评估两组患者步态的时空参数、对称性参数和关节运动学参数。分别将7个传感器绑定在患者的骶骨、股骨外侧、胫骨内侧、脚背处。测试前,患者带上测量设备在步行轨道内先步行12m,待其完全了解评估流程后,再开始进行步态分析测试,得出步态相关参数。由于MAS评定、下肢FMA评分及步态分析均易受评定者及评定环境的影响,故要求评定时环境安静,固定同一名对分组情况不清楚的治疗师对研究对象进行盲法评估,尽量减少现场环境差异性、人为因素等对研究结果产生的影响。

1.4 统计学分析

采用SPSS20.0统计软件对试验结果进行统计分析。两组患者病种、患病侧、性别比较采用 χ^2 检验,两组患者的年龄、病程、FMA评分、步态参数差异比较采用 t 检验,MAS评分差异采用Kruskal-Wallis秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

2 结果

2.1 MAS评分

治疗前两组间腓绳肌、股四头肌、小腿三头肌MAS评分无显著性差异($P>0.05$)。治疗后,试验组腓绳肌、股四头肌、小腿三头肌MAS评分较治疗前降低($P<0.05$),对照组治疗前后肌张力无显著性差异($P>0.05$)。治疗后试验组腓绳肌、股四头肌、小腿三头肌MAS评分低于对照组($P<0.05$)。见表2—4。

2.2 FMA评分

治疗前两组间FMA评分无显著性差异($P>0.05$)。治疗后,两组FMA评分均较治疗前提高($P<0.01$)。治疗后试验组FMA评分高于对照组($P<0.05$)。见表5。

2.3 步态分析参数

空间参数比较:两组患者治疗前,步频、步速、步幅差异无显著性意义($P>0.05$)。治疗后,步频、步速、步幅较治疗前均升高($P<0.01$)。治疗后两组患者组间比较,试验组的步频、步速、步幅相对于对照组均明显改善($P<0.05$)。见表6。

时间参数比较:两组患者治疗前,步态周期、双支撑相、患侧支撑相、健侧支撑相、患侧摆动相和健侧摆动相差异均无显著性意义($P>0.05$)。治疗后,步态周期、双支撑相、患侧支撑相和健侧支撑相较治疗前均降低($P<0.05$),患侧摆动相和健侧摆动相较治疗前均升高($P<0.05$)。治疗后两组患者组间比

较,试验组的步态周期较对照组明显改善($P<0.05$),但试验组的双支撑相、健侧支撑相、健侧摆动相、患侧支撑相和患侧摆动较对照组均无明显差异($P>0.05$)。见表7。

对称性参数比较:两组患者治疗前,步长偏差、健侧患侧支撑相比值和患侧健侧摆动相比值差异均无显著性意义($P>0.05$)。治疗后,步长偏差、患侧健侧摆动相比值较治疗前均降低($P<0.05$)。治疗后两组患者组间比较,试验组的步长偏差相对于对照组明显改善($P<0.05$),但试验组的健侧患侧支撑相比值和患侧健侧摆动相比值对于对照组均无明显差异($P>0.05$)。见表8。

运动学参数比较:两组患者治疗前,踝关节最大背屈角度、踝关节最大跖屈角度差异均无显著性意义($P>0.05$)。治疗后,踝关节最大背屈角度、踝关节最大跖屈角度较治疗前均升高($P<0.05$)。治疗后两组患者组间比较,试验组的踝关节最大背屈角度、踝关节最大跖屈角度相对于对照组均明显改善($P<0.05$)。见表9。

3 讨论

研究结果显示,两组患者治疗后组间对比,试验组较对照组步态时空参数(步频、步幅、步速、步态周

表2 两组患者治疗前后腓绳肌MAS评定差异比较

参数	对照组(n=20)						试验组(n=20)						z	P
	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5		
治疗前	14	6	0	0	0	0	14	6	0	0	0	0	0.000	1.000
治疗后	14	6	0	0	0	0	19	1	0	0	0	0	-2.054	0.040
z				0.000						-2.054				
P				1.000						0.040				

表3 两组患者治疗前后股四头肌MAS评定差异比较

参数	对照组(n=20)						试验组(n=20)						z	P
	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5		
治疗前	1	13	5	1	0	0	1	12	6	1	0	0	-0.284	0.776
治疗后	1	14	5	0	0	0	5	14	1	0	0	0	-2.280	0.023
z				-0.209						-2.667				
P				0.835						0.008				

表4 两组患者治疗前后小腿三头肌MAS评定差异比较

参数	对照组(n=20)						试验组(n=20)						z	P
	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5		
治疗前	0	6	10	4	0	0	0	5	11	4	0	0	-0.238	0.812
治疗后	0	6	11	3	0	0	3	10	7	0	0	0	-2.634	0.008
z				-0.209						-2.969				
P				0.835						0.003				

表5 两组患者治疗前后下肢FMA评分比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	治疗前	治疗后	<i>t</i>	<i>P</i>
对照组	20.35±4.815	21.95±5.000	-10.514	0.000
试验组	20.80±4.324	25.00±4.353	-22.535	0.000
<i>t</i>	-0.311	-2.058		
<i>P</i>	0.758	0.047		

期)、对称性参数(步长偏差)、运动学参数(踝关节最大背屈、跖屈角度)、MAS评分及下肢FMA评分改善均较明显,且差异具有显著性($P < 0.05$)。以上结果表明,在为期3周的治疗中,相对于单纯的物理治疗,联合应用rESWT对患者的下肢痉挛及步行能力均能产生一个更好的治疗作用。这与El-Shamy

表6 两组患者治疗前后步态空间参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

参数	对照组(n=20)		试验组(n=20)	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
步频(步/min)	58.40±19.739	66.00±21.364 ^①	59.15±16.129	84.90±18.876 ^{①②}
步幅(cm)	51.15±13.876	56.25±15.911 ^①	54.15±18.062	67.65±19.375 ^{①②}
步速(cm/s)	26.20±13.931	32.60±16.797 ^①	29.35±14.651	48.80±21.185 ^{①②}

①治疗后与相应组治疗前相比 $P < 0.05$;②试验组与对照组治疗后相比 $P < 0.05$

表7 两组患者治疗前后步态时间参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

参数	对照组(n=20)		试验组(n=20)	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
步态周期(s)	2.5195±1.82618	2.2005±1.50283 ^①	2.0235±0.48775	1.4755±0.2992 ^{①②}
双支撑相时间(%)	39.35±9.747	35.80±8.383 ^①	40.15±9.172	32.55±7.193 ^①
患侧支撑相时间(%)	66.15±5.950	64.85±5.509 ^①	65.10±5.675	62.60±4.627 ^①
患侧摆动相时间(%)	33.85±5.950	35.15±5.509 ^①	34.90±5.675	37.40±4.627 ^①
健侧支撑相时间(%)	73.80±6.412	70.95±5.491 ^①	75.05±7.163	69.95±5.698 ^①
健侧摆动相时间(%)	26.20±6.412	29.05±5.491 ^①	24.95±7.163	30.05±5.698 ^①

①治疗后与相应组治疗前相比 $P < 0.05$;②试验组与对照组治疗后相比 $P < 0.05$

表8 两组患者治疗前后步态对称性参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

参数	对照组(n=20)		试验组(n=20)	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
步长偏差(cm)	16.95±6.100	13.35±5.537 ^①	15.95±8.727	9.25±6.648 ^{①②}
健侧患侧支撑相比值	1.1240±0.12976	1.1005±0.11883	1.1615±0.16301	1.1230±0.13019
患侧健侧摆动相比值	1.3610±0.39284	1.2595±0.37362 ^①	1.5815±0.85291	1.3075±0.42090 ^①

①治疗后与相应组治疗前相比 $P < 0.05$;②试验组与对照组治疗后相比 $P < 0.05$

表9 两组患者治疗前后运动学参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

参数	对照组(n=20)		试验组(n=20)	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
踝最大背屈角度(°)	4.30±2.736	6.40±2.583 ^①	3.75±3.537	10.40±3.992 ^{①②}
踝最大跖屈角度(°)	11.15±4.380	13.85±5.184 ^①	12.60±3.485	19.45±4.236 ^{①②}

①治疗后与相应组治疗前相比 $P < 0.05$;②试验组与对照组治疗后相比 $P < 0.05$

等^[13]的研究结果是一致的,他将冲击波应用于脑瘫患儿小腿三头肌,结果表明,体外冲击波能显著降低小腿三头肌肌张力、改善步态参数。Tae Gon Kim等^[14]应用体外冲击波治疗患有足底筋膜炎的脑卒中患者,在6周后患者的足底筋膜的厚度以及步态能力均有明显改善,而且在6个月后疗效更加明显。

脑卒中后痉挛发病率为17%—46%^[15],而下肢痉挛大多发生在踝关节和膝关节^[16]。痉挛的股四头肌和小腿三头肌会使得下肢伸肌共同运动模式进一

步强化,协调控制障碍,分离运动难以获得。痉挛的腓绳肌会导致患侧步长减小,膝关节控制障碍,严重影响患者行走能力。而步行能力的恢复是患者的主要康复目标之一。本试验冲击部位为股四头肌、腓绳肌、小腿三头肌,治疗后组间对比发现,试验组较对照组痉挛缓解更明显,且有显著差异($P < 0.05$)。且研究过程中,患者均可耐受,未出现明显疼痛或其他不适。这与国内外学者的研究结果相符。Manganotti等^[17]已经证明在冲击波治疗后,脑卒中患者

手腕和手指的肌张力明显下降,腕背屈被动关节活动度明显增加,且一半的治疗对象(10/20)疗效持续至少12周,在此期间未观察到与ESWT相关的副作用。Vidal等^[18]和Amelio等^[19]研究表明ESWT可以缓解痉挛型脑瘫患儿的肌肉痉挛。在我国,林歆等^[20]专门对体外冲击波治疗偏瘫患者上肢痉挛做了相关方面研究,结果表明,ESWT对偏瘫患者上肢痉挛有一定的影响,随访4周仍有疗效,且安全无副作用。鲍勇和杨志杰等^[21-22]利用单次ESWT治疗脑卒中后痉挛的小腿三头肌,在治疗结束即刻,患者小腿三头肌的痉挛程度较治疗前下降,踝关节背屈关节活动度明显高于治疗前($P < 0.05$)。

脑卒中患者步行时表现为“划圈步态”,步速较慢、患侧支撑相缩短、踝关节跖屈内翻,步态对称性降低、稳定性差,能量消耗增加。踝跖屈内翻会使得步行支撑早期足跟着地困难,在支撑相中后期,会导致身体在行走过程中足部向前推动的力量降低。在摆动相,踝跖屈使踝背屈不足,足廓清动作受影响。另外,它会导致踝关节不稳,进而影响整个身体的平衡^[23-24]。

小腿三头肌痉挛及足背屈无力是足跖屈内翻的主要原因,因为交互抑制原理,痉挛的小腿三头肌会进一步抑制踝背屈力量。经体外冲击波治疗后,小腿三头肌痉挛得到缓解,这种交互抑制作用会减弱,配合常规康复训练,踝背屈的力量更加容易诱发^[25],可重建步行中踝关节的控制和协调能力,使踝关节活动范围增大,改善步态运动学参数(踝最大背屈角度、踝最大跖屈角度)($P < 0.05$)。痉挛的小腿三头肌还会严重影响步态速度和步态对称性^[26],小腿三头肌痉挛缓解后步速增加、步态周期缩短($P < 0.05$)。在支撑相,股四头肌和腓绳肌通过拮抗收缩,共同维持膝关节的稳定。在摆动相,腓绳肌痉挛会出现膝关节屈曲,患腿迈步向前困难,使患侧步长缩短。股四头肌痉挛会强化下肢伸肌共同运动,导致摆动相启动困难,降低腓绳肌和股四头肌肌张力对脑卒中患者步行功能有很大意义^[27-28]。对腓绳肌和股四头肌进行体外冲击波治疗后,患者膝关节控制力增强,患侧单支撑相延长,健侧步长增大,步幅增大,步长偏差减小($P < 0.05$)。步长偏差能很好地反映步态的对称性^[29]。脑卒中后下肢肌肉痉挛得到缓解,能

提高下肢整体运动功能,提高下肢FMA评分($P < 0.05$),而步态各参数的改善也是下肢运动功能改善的具体体现。本研究所使用的GaitWatch三维步态分析系统是偏瘫患者步态的有效评价手段,能定量地测量出患者步行周期中的时空参数、对称性参数和运动学参数,客观定量的步态评估对于评价脑卒中后运动功能缺失、治疗效果以及预后是不可避免的^[30-31]。

目前体外冲击波缓解肌肉痉挛、改善步态参数的机制尚未完全明确。痉挛的发病机理主要为过度增高的牵张反射。当体外冲击波作用于痉挛性肌肉时,较强的机械应力效应可增强人体肌腱干细胞的体外诱导分化^[32],加速退化组织的再生,促进新血管形成和钙沉积物的再吸收,增加细胞膜通透性,引起组织松解、促进微循环^[33-35],对肌腱持续或者间歇的压力还可降低脊髓运动神经元的兴奋性^[36-37]。但也有学者认为,体外冲击波治疗痉挛时并未降低脊髓运动神经元兴奋性^[22,38],更有可能是通过改变机械特性实现的。另外,ESWT可以诱导酶性和非酶性的一氧化氮(NO)化学合成,NO参与周围神经系统的神经肌肉接头形成,在中枢神经系统中,NO具有重要的神经传导、记忆和突触可塑性的生理功能^[39]。

目前,体位冲击波缓解痉挛的最佳治疗参数尚无统一的标准,大多依据临床工作者的临床经验。关于每周治疗次数,本试验为每周两次、治疗强度为1.6bar。治疗过程中,患者未有不适应,且皮肤未有瘀斑瘀点出现。由于不同每周治疗次数对脑卒中下肢痉挛疗效对比方面的研究较少,所以还需要进一步的研究来证实。当体外冲击波缓解小腿三头肌痉挛时,大多研究者将治疗强度设置在1.0—2.5bar之间^[22,36,40],并都获得了满意的疗效,但关于不同治疗强度之间的对比研究还非常少。李亚梅等^[36]比较了两种输出压力(1.5bar, 2.0bar),发现这两种输出压力均可缓解下肢痉挛,且后者治疗后10m步行时间低于前者,认为后者比前者更能提高步行能力。但其关于步行能力的评价指标较单一,不同治疗强度对步行空间参数和对称性参数的影响还不明确。在冲击部位的选择上,Yoon等^[41]比较肌肉腹部和肌腱连接处的体外冲击波治疗,发现两者均能降低卒中后的痉挛,且没有显著性差异。Oh等^[42]从122篇筛

选出的文章中选出9项试验纳入标准,结果显示ESWT缓解痉挛效果持续约12周,冲击次数及冲击部位(肌腹或肌腱连接处)对于结果没有显著性影响。但由于其纳入的试验数量有限,关于冲击次数和冲击部位对于冲击波疗效的对比研究还需要更加深入和更大样本量的研究。

综上所述,rESWT联合常规的康复训练能有效缓解下肢痉挛并提高步行能力。相关研究也表明^[43-45],股四头肌、腓绳肌和小腿三头肌痉挛缓解后,下肢的运动功能和步行能力均得到提高,这表明下肢各肌群肌张力降低与步态各参数的变化具有良好的相关性。事实上,正常步态及步行能力需要下肢各肌群综合协调地发挥作用、共同维持。冲击波作用后,各肌群肌张力变化与步态各参数间的内在相关性尚需进一步探讨。由于该研究观察时间尚不够长,缺乏远期疗效的观察,接下来还需进行更大样本、更长时间的研究。

参考文献

- [1] 王陇德,王金环,彭斌. 中国脑卒中防治报告(2015)[J]. 概要, 2015, 14(4): 217.
- [2] 刘丽玲,倪朝民,岳童,等. 脑卒中患者步行时足底压力中心不对称性及其与步速的相关性[J]. 中国康复医学杂志, 2017, 32(4):409—413.
- [3] Bruni MF, Melegari C, De Cola MC, et al. What does best evidence tell us about robotic gait rehabilitation in stroke patients: a systematic review and meta-analysis[J]. Journal of Clinical Neuroscience, 2018, 48: 11—17.
- [4] 万青,吴伟,刘慧华,等. 脑卒中患者偏瘫步态的时空及关节运动学参数分析[J]. 中国康复医学杂志, 2014, 29(11):1026—1030.
- [5] 胡玲. 应用三维步态分析指导痉挛型脑瘫儿童康复治疗研究[D]. 重庆: 重庆医科大学, 2012.
- [6] Haffner N, Antonic V, Smolen D, et al. Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) ameliorates healing of tibial fracture non-union unresponsive to conventional therapy[J]. Injury, 2016, 47(7):1506—1513.
- [7] Taylor J, Dunkerley S, Silver D, et al. Extracorporeal shock-wave therapy (ESWT) for refractory Achilles tendinopathy: a prospective audit with 2-year follow up[J]. Foot(Edinb), 2016, 26:23—29.
- [8] Furia JP. Safety and efficacy of extracorporeal shock wave therapy for chronic lateral epicondylitis[J]. American Journal of Orthopedics (Belle Mead, NJ), 2005, 34(1):1—9; discussion 19.
- [9] Huisstede BM, Gebremariam L, van der Sande R, et al. Evidence for effectiveness of Extracorporeal Shock-Wave Therapy (ESWT) to treat calcific and non-calcific rotator cuff tendinosis-a systematic review[J]. Manual Therapy, 2011, 16(5): 419—433.
- [10] Frassanito P, Cavalieri C, Maestri R, et al. Effectiveness of extracorporeal shock wave therapy and kinesio taping in calcific tendinopathy of the shoulder: a randomized controlled trial[J]. European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine, 2018, 54(3):333—340.
- [11] Mishra BN, Poudel RR, Banskota B, et al. Effectiveness of extra-corporeal shock wave therapy (ESWT) vs methylprednisolone injections in plantar fasciitis[J]. Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma, 2019, 10(2):401—405.
- [12] 郭佳宝,朱毅,陈炳霖,等. 放散式体外冲击波治疗脑卒中后肢体痉挛的系统评价[J]. 中国康复医学杂志, 2017, 32(2): 207—212.
- [13] El-Shamy SM, Eid MA, El-Banna MF. Effect of extracorporeal shock wave therapy on gait pattern in hemiplegic cerebral palsy: a randomized controlled trial[J]. American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, 2014, 93(12): 1065—1072.
- [14] Kim TG, Bae SH, Kim GY, et al. The effects of extracorporeal shock wave therapy on stroke patients with plantar fasciitis[J]. Journal of Physical Therapy Science, 2015, 27(2):523—526.
- [15] Zorowitz RD, Gillard PJ, Brainin M. Poststroke spasticity: sequelae and burden on stroke survivors and caregivers[J]. Neurology, 2013, 80(3 Supplement 2):S45—S52.
- [16] Wissel J, Schelosky LD, Scott J, et al. Early development of spasticity following stroke: a prospective, observational trial[J]. Journal of Neurology, 2010, 257(7):1067—1072.
- [17] Manganotti P, Amelio E. Long-term effect of shock wave therapy on upper limb hypertonia in patients affected by stroke[J]. Stroke, 2005, 36(9):1967—1971.
- [18] Vidal X, Morral A, Costa L, et al. Radial extracorporeal shock wave therapy (rESWT) in the treatment of spasticity in cerebral palsy: a randomized, placebo-controlled clinical trial[J]. NeuroRehabilitation, 2011, 29(4):413—419.
- [19] Amelio E, Manganotti P. Effect of shock wave stimulation on hypertonic plantar flexor muscles in patients with cerebral palsy: a placebo-controlled study[J]. Journal of Rehabilitation Medicine, 2010, 42(4):339—343.
- [20] 林歆,丛芳,李辰. 低能量体外冲击波用于痉挛治疗的研究[J]. 中国康复理论与实践, 2012, 18(1):64—67.
- [21] 鲍勇,包兴华,丁旭,等. 气压弹道式体外冲击波对脑卒中腓

- 肠肌痉挛的疗效观察[J]. 中国医学前沿杂志, 2014, 6(6): 18—20.
- [22] 杨志杰, 阎文静, 陈修平, 等. 分散式体外冲击波治疗脑卒中后小腿三头肌痉挛的疗效研究[J]. 中国康复医学杂志, 2013, 28(4):352—355.
- [23] Chen CC, Hong WH, Wang CM, et al. Kinematic features of rear-foot motion using anterior and posterior ankle-foot orthoses in stroke patients with hemiplegic gait[J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2010, 91(12): 1862—1868.
- [24] Balaban B, Tok F. Gait disturbances in patients with stroke [J]. PM&R, 2014, 6(7): 635—642.
- [25] Hara T, Abo M, Hara H, et al. The effect of repeated botulinum toxin A therapy combined with intensive rehabilitation on lower limb spasticity in post-stroke patients[J]. Toxins(Basel), 2018, 10(9): 349.
- [26] Lin PY, Yang YR, Cheng SJ, et al. The relation between ankle impairments and gait velocity and symmetry in people with stroke[J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2006, 87(4):562—568.
- [27] Stoquart GG, Detrembleur C, Palumbo S, et al. Effect of botulinum toxin injection in the rectus femoris on stiff-knee gait in people with stroke: a prospective observational study[J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2008, 89(1):56—61.
- [28] Tok F, Balaban B, Yasar E, et al. The effects of onabotulinum toxin A injection into rectus femoris muscle in hemiplegic stroke patients with stiff-knee gait: a placebo-controlled, nonrandomized trial[J]. American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, 2012, 91(4): 321—326.
- [29] 李华, 姚红华, 刘利辉. 肌力训练对偏瘫步态的影响及下肢功能评定与步态分析间的相关性[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2003, 25(1):34—36.
- [30] 单莎瑞, 黄国志, 曾庆, 等. 步态诱发功能性电刺激对脑卒中后足下垂患者步态时空参数的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2013, 28(6):558—563.
- [31] 李威, 曾祥斌, 章荣, 等. 核心稳定性训练对脑卒中偏瘫患者步态时空参数和对称性参数的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2014, 29(9):816—822.
- [32] Leone L, Raffa S, Vetrano M, et al. Extracorporeal shock wave treatment (ESWT) enhances the in vitro-induced differentiation of human tendon-derived stem/progenitor cells (hTSPCs)[J]. Oncotarget, 2016, 7(6):6410.
- [33] Suhr F, Delhasse Y, Bungartz G, et al. Cell biological effects of mechanical stimulations generated by focused extracorporeal shock wave applications on cultured human bone marrow stromal cells[J]. Stem Cell Research, 2013, 11(2): 951—964.
- [34] Yamaya S, Ozawa H, Kanno H, et al. Low-energy extracorporeal shock wave therapy promotes vascular endothelial growth factor expression and improves locomotor recovery after spinal cord injury[J]. Journal of Neurosurgery, 2014, 121(6):1514—1525.
- [35] Wang CJ, Wang FS, Yang KD, et al. Shock wave therapy induces neovascularization at the tendon-bone junction. A study in rabbits[J]. Journal of Orthopaedic Research, 2003, 21(6): 984—989.
- [36] 李亚梅, 张晶, 黄林, 等. 体外冲击波对脑卒中患者小腿三头肌痉挛的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2018,40(4): 272—277.
- [37] Leone J A, Kukulka CG. Effects of tendon pressure on alpha motoneuron excitability in patients with stroke[J]. Physical therapy, 1988, 68(4):475—480.
- [38] Radinmehr H, Nakhostin Ansari N, Naghdi S, et al. Effects of one session radial extracorporeal shockwave therapy on post-stroke plantarflexor spasticity: a single-blind clinical trial[J]. Disability and Rehabilitation, 2017, 39(5):483—490.
- [39] Mariotto S, Cavalieri E, Amelio E, et al. Extracorporeal shock waves: from lithotripsy to anti-inflammatory action by NO production[J]. Nitric Oxide, 2005, 12(2):89—96.
- [40] Tirbisch L. Effects of radial shock wave therapy on sural triceps spasticity in hemiplegic patients in subacute phase: a controlled randomized trial[J]. Kinésithérapie, 2015, 15: 62—69.
- [41] Yoon SH, Shin MK, Choi EJ, et al. Effective site for the application of extracorporeal shock-wave therapy on spasticity in chronic stroke: muscle belly or myotendinous junction [J]. Annals of Rehabilitation Medicine, 2017, 41(4):547.
- [42] Oh JH, Park HD, Han SH, et al. Duration of treatment effect of extracorporeal shock wave on spasticity and subgroup-analysis according to number of shocks and application site: a meta-analysis[J]. Annals of Rehabilitation Medicine, 2019, 43(2):163.
- [43] 陈奕雄, 倪莹莹, 邱承尧, 等. 重复注射 A 型肉毒毒素对脑卒中后下肢痉挛状态的影响[J]. 中国康复理论与实践, 2011, 17(5):449—451.
- [44] 窦祖林, 陶勤丰, 丘卫红, 等. A 型肉毒毒素对脑损伤后下肢痉挛的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2001, 23(6):4—6.
- [45] Caty GD, Detrembleur C, Bleyenheuft C, et al. Effect of simultaneous botulinum toxin injections into several muscles on impairment, activity, participation, and quality of life among stroke patients presenting with a stiff knee gait [J]. Stroke, 2008, 39(10):2803—2808.