

·临床研究·

全身垂直律动疗法改善痉挛型脑性瘫痪患儿运动学参数的研究*

徐纯鑫¹ 金 晟³ 陈 岑¹ 陆洋阳¹ 翟歆映² 沈 敏¹ 任 婕² 程 慧^{1,4}

摘要

目的:运用三维运动解析系统评价全身垂直律动疗法改善痉挛型脑瘫患儿运动学参数的效果。

方法:对2018年1月至2019年1月同济大学附属养志康复医院收治的18例痉挛型脑瘫患儿(试验组),按照相同年龄、相同GMFCS分级,同期与上海交通大学附属上海儿童医学中心康复医学科收治痉挛型脑瘫患儿(对照组)进行1:1配对,如果配对过程中有多名患儿符合配对条件,则选用简单随机法确定配对对象,总计36例样本。其中对照组进行常规康复训练,试验组在常规康复训练的基础上再进行全身垂直律动疗法干预。所有患儿每周均接受3次常规康复训练,包括PT、OT、ST、中医传统康复等,以及每天至少60min的居家训练,3个月为1个疗程,总计两个疗程;试验组在此基础上再进行全身垂直律动疗法干预,每周3次,每次25min,3个月为1个疗程,总计两个疗程。试验前后,采用三维运动解析系统对两组患儿步行时空参数(步长、步速、步频、步宽、支撑相%、摆动相%)及下肢各关节支撑相运动学参数进行分析,并对两组儿童进行物理治疗评定及66项粗大运动功能评估(gross motor function measure-66, GMFM-66),评估脑瘫患儿整体功能情况,分析其疗效差异。

结果:两组患儿治疗前后物理治疗评定(伸膝—踝背屈角度、腓角角度、Ely试验、Thomas试验)、步行时空参数(步长、步宽)、运动学参数(支撑相时髌关节屈曲角度、支撑相时踝关节跖屈角度)及GMFM-66分数均有显著性差异($P<0.05$)。其中试验组治疗后物理治疗评定(伸膝—踝背屈角度、腓角角度、Ely试验、Thomas试验)、步行时空参数(步长、步宽)、运动学参数(支撑相时踝关节跖屈角度、支撑相时髌关节屈曲角度)及GMFM-66分数指标均优于对照组,差异有显著性意义($P<0.05$)。

结论:相较于常规康复训练,全身垂直律动疗法结合常规康复训练可有效地缓解脑瘫患儿肌肉痉挛状态,改善痉挛型脑瘫患儿异常运动模式,改善其步长、步宽,改善髌、踝步行时运动学参数以及整体的粗大运动功能。

关键词 痉挛型脑性瘫痪;全身律动;三维运动解析;运动学参数

中图分类号:R742.3 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2023)-08-1066-007

Kinematic study of whole body vibration therapy for improving spastic cerebral palsy/XU Chunxin, JIN Sheng, CHEN Cen, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2023, 38(8):1066—1072

Abstract

Objective:To explore the impact of whole body vibration therapy (WBV) on the kinematic parameters of children with spastic cerebral palsy based on three-dimensional gait analysis.

Method:From January 2018 to January 2019, 18 children with spastic cerebral palsy admitted to the Yangzhi Rehabilitation Hospital Affiliated to Shanghai Tongji University were enrolled. 18 children matched in age and GMFCS in Shanghai Children's Medicine Center were enrolled also. If more than one child in Shanghai Children's Medicine Center matched, a simple random method was used to determine whom should be chosen. 18

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2023.08.007

*基金项目:上海市养志康复医院内科研项目(YJKYQN202010);上海市卫生健康委员会临床科研项目(20214Y0154)

1 同济大学附属养志康复医院(上海市阳光康复中心),上海市,201613; 2 上海中医药大学; 3 上海交通大学附属上海儿童医学中心;

4 通讯作者

第一作者简介:徐纯鑫,男,住院医师; 收稿日期:2021-10-25

children from the Yangzhi Rehabilitation Hospital (experimental group) were treated with WBV and comprehensive rehabilitation, other 18 children from Shanghai Children's Medicine Center (control group) were treated with comprehensive rehabilitation only. Both groups received comprehensive rehabilitation treatment 40 minutes per session, 3 sessions a week, and additional training at least 60 minutes per day at home. The experimental group received additional WBV 3 times a week, 25 minutes each time. Both groups took 3 months a course and two courses in total. Before and after treatment, physical assessment, three-dimensional gait analysis and Gross motor function measure-66 (GMFM-66) was used to evaluate passive joint range of motion, muscle length, walking time and space parameters (step length, pace, stride frequency, step width, support phase%, swing phase%), kinematic parameters and motor function for two groups.

Result: After treatment, physical assessment (knee extension-ankle dorsiflexion angle, popliteal angle, Ely test, Thomas test), space parameters (step length, step width), kinematics parameters (support-phase hip flexion angle, support-phase ankle plantar flexion angle) and GMFM-66 score were all significantly improved ($P < 0.05$) for both groups. The experimental group improved more than that of the control group ($P < 0.05$).

Conclusion: WBV with comprehensive rehabilitation can effectively improve the abnormal movement pattern of children with spastic cerebral palsy.

Author's address Yangzhi Rehabilitation Hospital, Tongji University, Shanghai, 201613

Key word spastic cerebral palsy; whole body vibration therapy; three-dimensional gait; kinematic parameters

脑性瘫痪是由发育不成熟的大脑先天性发育缺陷或获得性等非进行性脑损伤所导致,主要表现为持续存在的中枢性运动和姿势发育障碍、活动受限的症候群^[1]。运动发育和姿势异常是脑瘫的核心表现。近年来,临床康复治疗和研究都以解决脑瘫患儿的运动障碍为主导。2014年中国康复医学会儿童康复专业委员会、中国残疾人康复协会小儿脑瘫康复专业委员会修订了我国脑性瘫痪的临床分型、分级标准,分别为:痉挛型四肢瘫、痉挛型双瘫、痉挛型偏瘫、不随意运动型、共济失调型、混合型。认为脑性瘫痪为持续性的中枢性运动障碍,伴有运动和姿势发育异常、反射发育异常、肌张力及肌力异常。痉挛型脑瘫患儿异常增高的肌张力仍是影响其运动模式、ADL能力的主要原因之一^[2]。因此,寻求一种有效、无创的方式来缓解脑瘫儿童肌张力,改善其运动功能,提高其生活质量是至关重要的。目前用于辅助治疗的外部设备,如跑步机和举重机的使用逐渐广泛^[3],而全身垂直律动疗法(whole body vibration therapy, WBV)作为治疗运动功能、平衡功能和移动功能的一种新的治疗方式近来被逐渐关注。国内外相关研究证明,WBV疗法具有改善脑瘫儿童粗大运动功能及增加骨密度等疗效^[4],然而目前研究WBV疗法用于缓解脑瘫儿童肢体痉挛状态的相关临床研究依然较少。因此,本研究将运用WBV

疗法干预痉挛型脑瘫患儿肌肉痉挛状态,评价其改善脑瘫儿童异常肌张力、异常运动模式的疗效。

1 资料与方法

1.1 一般资料

研究对象为2018年1月至2019年1月同济大学附属养志康复医院收治的18例痉挛型脑瘫患儿(试验组),按照相同年龄、相同粗大运动功能分级(gross motor function classification system, GMFCS)分级,同期与上海交通大学附属上海儿童医学中心康复医学科收治痉挛型脑瘫患儿(对照组)进行1:1配对,如配对过程中有多个样本符合配对条件,且采用抽签法确定配对对象,总计纳入36例样本。纳入样本的年龄选择为3—7岁,GMFCS分级≤Ⅱ级,试验组与对照组中痉挛型偏瘫各12例、痉挛型双瘫各6例,两组一般资料比较无显著性差异($P > 0.05$),具有可比性,见表1。所有入组患儿每周均接受3次常规康复治疗(物理治疗、作业治疗、中医传统康复治疗等),另外,要求每天至少60min的居家康复训练,3个月为1个疗程,总计两个疗程。试验组在接受常规康复训练基础上,每周接受WBV疗法干预3次,每次25min,3个月为1个疗程,总计两个疗程。干预前后所有患儿均进行物理治疗评定及三维运动解析,且物理治疗评定均由一名物理治疗师完成。

表1 两组一般资料情况

组别	GMFCS 分级(例)				脑瘫分型(例)	
	I 级		II 级		痉挛型	双瘫
	3—4 ⁺⁺ y	5—7y	3—4 ⁺⁺ y	5—7y		
试验组	6	4	5	3	12	6
对照组	6	4	5	3	12	6
合计	12	8	10	6	18	18

注:各项比较 $P>0.05$

临床注册号:ChiCTR1800017783,伦理批号:ChiECRCT-20180128。

诊断标准:参照2015年《中国脑性瘫痪康复治疗指南》,脑性瘫痪的诊断标准为4项必备条件及2项参考条件^[5]。必备条件:①中枢性运动障碍持续存在;②运动和姿势发育异常;③反射发育异常;④肌张力及肌力异常。参考条件:①引起脑性瘫痪的病因学依据;②头颅影像佐证(磁共振、CT、B超)。

纳入标准:①符合痉挛型脑瘫诊断标准;②年龄为3—7岁;③自愿加入本研究,并可以配合临床观察且监护人签署知情同意;④GMFCS分级 $\leq$ II级;⑤无其他严重心、肝、肾等全身器质性病变及内分泌和代谢性障碍疾病。

排除标准:①6个月内进行过外科手术及肉毒素注射;②伴有严重的认知功能障碍;③癫痫控制不稳定;④患儿身体质量指数(Body Mass Index, BMI) >24 (超重)。

脱落标准:①患儿在干预过程中出现较严重不良反应(如剧烈的疼痛,肢体僵硬);②儿童在试验期间依从性差,不能按要求完成试验;③儿童或其家属不愿意继续进行试验。

1.2 评定指标

1.2.1 主要指标:三维运动解析评定:以改良 Helen Hayes 模型为基础,运用 Motion Analysis 三维运动解析系统(美国)进行分析。采用反光 Marker 在躯体两侧对称标记,下肢标记位置分别为:第1趾骨、第2至3趾骨间、第5趾骨,足内外踝、足跟(与第2至3趾骨间标记点平行)、胫骨平台、膝关节内外侧髁、大腿下1/3处(大腿 Wand)、髌前上棘、髌后上棘、小腿下1/3处(小腿 Wand)。上肢标记位置分别为:肩峰、右侧肩胛下角、肱骨外上髁、桡骨茎突。采集并分析步行的时空参数及运动学参数。

1.2.2 次要指标:物理治疗评定:被动测量踝背屈角度(伸膝/屈膝)、膝关节屈伸角度、髋角角度、髋关节

屈伸角度、髋关节内外旋角度、髋关节内收外展角度、Ely 测试、Thomas 测试,两组患儿治疗前后物理治疗评定均由同一物理治疗师完成。

粗大运动功能评估:治疗前后采用66项粗大运动功能评估量表(gross motor function measure-66, GMFM-66)对纳入的两组儿童的整体运动功能进行评估。GMFM-66包含:①躺和滚;②坐;③爬行和跪;④站;⑤步行、跑步和跳跃,该量表目前在临床上被广泛运用于评估CP儿童运动功能,并且被证实是评估CP预后情况的有效工具^[6]。

1.3 干预方案

1.3.1 WBV 设备选择及治疗频率:设备选用无障碍垂直律动机LD103(中国台湾,震动频率:4—13Hz,振幅2mm),参照先前的文献标准^[7-8],设置震动频率为7Hz,治疗频率为每周3次,每次25min,3个月为1个疗程,总计两个疗程。

1.3.2 WBV 治疗方法:所有患儿均先进行10min端坐位律动训练后再进行15min站立位律动训练,具体训练方案如下:①端坐位下训练:选取适合患儿坐高的座椅,座位时确保躯干与大腿成角90°,大腿与小腿成角90°,双下肢自然下垂,在律动机表面放置一倾斜角度为30°的斜板,患儿双足紧贴斜板表面,治疗师双手控制住患儿双侧膝关节,稍作垂直按压,使患儿双侧踝关节在背屈状态下进行律动训练。每次训练10min。②站立位下训练:患儿站立于律动机表面,双侧下肢放松,治疗师帮助患儿双侧膝关节屈曲约10°,双足紧贴律动机表面进行律动训练,每次15min。

1.3.3 常规康复治疗方案及质量控制:两组患儿均接受常规康复训练,其中包括物理治疗、作业治疗及中医传统康复治疗。物理治疗包含被动肌肉拉伸(跟腱、腓绳肌、髋屈肌和双下肢内收肌等)、主动肌肉强化训练(臀大肌、股四头肌、背屈肌等),姿势控制训练(如坐在Bobath球上进行翻正训练)以及双杠间步行训练等。作业治疗以手功能训练为主,包含:桡侧抓握训练(握笔),拇指食指指尖捏法(扣子、黄豆、绿豆、拿汤勺、拿钥匙开门等)。中医传统康复训练包括中医推拿疗法及穴位针灸疗法,每项训练每周3次,每次40min。另外,督促家长进行每天至少60min的居家康复训练。3个月为1个疗程,总计两个疗程。协助两组患儿进行常规康复训练的治疗

师均接受项目内康复质量控制,康复质量控制方法主要包括项目内康复技术、康复方案的培训等。

1.4 统计学分析

应用SPSS 23.0进行统计学分析,认为 $P < 0.05$ 具有显著性意义。计量资料(物理治疗评定中关节活动角度、肌肉长度测量以及步行时空参数、运动学参数)采用均数±标准差描述,并采用 t 检验对结果进行分析。计数资料(Ely测试、Thomas测试)采用 χ^2 检验分析。

2 结果

在干预过程中两组患儿均未发生脱落样本及剔除样本,试验过程中均无产生不良反应。

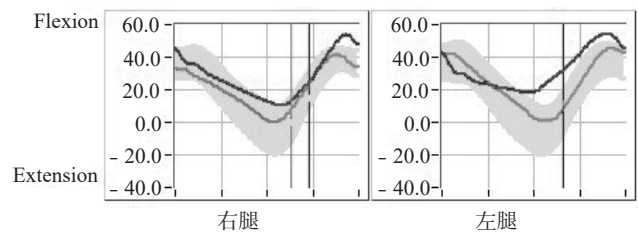
两组患儿治疗前物理治疗评定(伸膝—踝背屈角度、屈膝—踝背屈角度、膝关节屈伸角度、腓角角度、髌关节屈伸角度、髌关节内外旋角度、Ely测试、Thomas测试),步行时空参数(步长、步速、步频、步宽、支撑相%、摆动相%),运动学参数(髌、膝、踝支撑相屈伸角度),以及GMFM-66分数均无显著性差异($P > 0.05$),具有可比性。

治疗前后组内分析发现,物理治疗评定:双侧伸膝—踝背屈角度、双侧腓角角度;步行时空参数:双侧步长、步宽;运动学参数:双侧支撑相时踝关节跖屈角度、双侧支撑相时髌关节屈曲角度在两组中均有明显改善,差异有显著性意义($P < 0.05$)。两组GMFM-66分数同样在治疗前后有明显改善($P < 0.05$),其中试验组组内差异更加显著($P < 0.01$)。

组间分析结果表明,治疗后物理评定中双侧伸膝—踝背屈角度、双侧腓角角度、双侧Ely测试以及双侧Thomas测试结果具有显著性差异($P < 0.05$),而双侧膝关节屈伸角度、双侧髌关节屈伸角度以及双侧髌关节内外旋角度均无明显差异。时空参数中双侧步长及步宽组间结果有显著性差异($P < 0.05$),双侧步速、双侧步频以及支撑相时间、摆动相时间等参数均无差异。运动学参数中双侧支撑相时踝关节跖屈角度、双侧支撑相时髌关节屈曲角度指标差异有显著性意义($P < 0.05$),且试验组优于对照组,而双侧支撑相膝关节运动学参数组间差异无显著性。GMFM-66分数显示组间具有显著性差异($P < 0.05$)。见图1—2、表2—5。

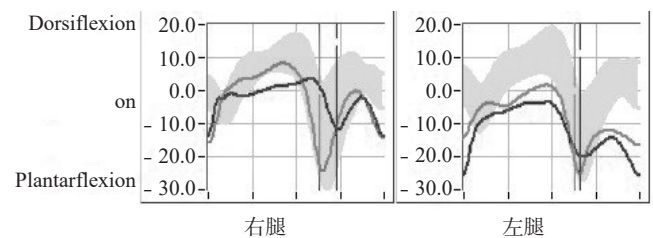
治疗前后的组内及组间结果均表明物理治疗评定中被动伸膝—踝背屈角度、腓角角度、Ely测试、Thomas测试;步行时空参数:步长、步宽;运动学参数:支撑相时踝关节跖屈角度、支撑相时髌关节屈曲

图1 以试验组1名患儿为例,治疗前后步行时髌关节屈伸角度变化



黑色为治疗前,灰色为治疗后

图2 以试验组1名患儿为例,治疗前后步行时踝关节屈伸角度变化



黑色为治疗前,灰色为治疗后

表2 物理治疗评定计量资料指标治疗前后比较 ($\bar{x} \pm s$)

参数指标	例数	试验组	对照组	t 值	P 值
伸膝—踝背屈角度(°)					
右侧					
治疗前	36	-2.31±0.25	-3.56±0.65	-0.41	0.516
治疗后	36	6.25±0.27	3.27±0.39	4.20	0.014
t 值		-5.35	-3.21		
P 值		0.000 ^①	0.001		
左侧					
治疗前	36	-3.51±0.27	-3.89±0.77	-0.39	0.691
治疗后	36	5.31±0.61	2.21±0.45	1.57	0.007
t 值		-6.11	-3.41		
P 值		0.001	0.012		
腓角角度(°)					
右侧					
治疗前	36	50.91±7.25	53.27±5.39	-3.21	0.411
治疗后	36	40.11±2.36	45.20±1.57	-5.91	0.016
t 值		10.41	6.91		
P 值		0.000 ^①	0.001		
左侧					
治疗前	36	51.99±2.37	53.81±5.21	-1.19	0.441
治疗后	36	42.75±6.21	48.75±4.77	-6.27	0.003
t 值		8.26	5.29		
P 值		0.000 ^①	0.010		

注:① $P < 0.001$ 。

表3 物理治疗评定计数资料指标治疗前后比较（例）					
参数指标		试验组	对照组	χ^2 值	P 值
Ely测试阳性					
右侧					
	治疗前	10	11	0.114	0.735
	治疗后	3	9	4.500	0.034
左侧					
	治疗前	11	12	0.120	0.729
	治疗后	4	10	4.208	0.040
Thomas测试阳性					
右侧					
	治疗前	13	12	0.131	0.717
	治疗后	5	11	4.050	0.044
左侧					
	治疗前	9	14	3.010	0.083
	治疗后	6	12	4.000	0.046

表4 步行时空参数、运动学参数治疗前后比较 ($\bar{x}\pm s$)					
参数指标	例数	试验组	对照组	t值	P值
步长(cm)					
右侧					
治疗前	36	27.53±7.45	27.44±7.36	5.24	2.71
治疗后	36	30.64±8.58	28.64±6.64	0.37	0.039
t值		- 3.22	- 1.37		
P值		0.037	0.014		
左侧					
治疗前	36	27.17±5.34	29.71±6.29	- 2.37	0.121
治疗后	36	32.25±2.77	30.81±1.65	1.39	0.041
t值		- 2.79	- 1.04		
P值		0.021	0.000		
步宽(cm)					
治疗前	36	21.45±3.83	24.21±3.81	- 2.31	0.291
治疗后	36	17.21±4.37	21.87±4.21	- 2.08	0.015
t值		2.01	3.45		
P值		0.000	0.019		
支撑相踝关节跖屈角(°)(spl)					
右侧					
治疗前	36	- 7.62±3.21	- 6.21±0.21	- 1.34	0.425
治疗后	36	2.37±0.21	- 1.59±0.89	4.21	0.000
t值		- 4.77	- 3.21		
P值		0.000	0.011		
左侧					
治疗前	36	- 8.27±1.41	- 7.28±1.48	- 1.41	0.478
治疗后	36	1.37±0.91	- 1.67±0.24	1.37	0.004
t值		- 6.11	- 4.91		
P值		0.000	0.003		
支撑相髋关节屈曲角度(°)(shflx)					
右侧					
治疗前	36	48.63±2.37	51.33±5.21	- 2.77	0.571
治疗后	36	41.27±4.88	47.23±5.25	- 6.16	0.017
t值		5.12	4.99		
P值		0.014	0.037		
左侧					
治疗前	36	50.21±3.41	49.81±2.33	1.99	0.817
治疗后	36	42.37±2.89	44.23±4.91	- 2.81	0.039
t值		7.01	3.22		
P值		0.001	0.008		

Spl:Support Plantarflexion;Shflx:Support hip flexion

角度以及GMFM-66分数有明显改善,因此,可以认为WBV疗法结合常规治疗有一定改善痉挛型脑瘫患儿的下肢痉挛状态的效果(小腿三头肌张力、腓绳肌张力、股直肌张力以及屈髋肌群张力改善),改善其行走时步态及步行功能(步长增加、步宽减少、改善步行时踝关节过度跖屈及髋关节过度屈曲),以及脑瘫患儿总体的粗大运动功能情况。

表5 GMFM-66治疗前后比较 ($\bar{x}\pm s$,分)					
测试时间	例数	试验组	对照组	t值	P值
治疗前	36	63.78±3.96	62.03±5.60	1.08	0.287
治疗后	36	69.00±6.04	63.31±5.48	2.96	0.006
t值		- 7.409	- 4.192		
P值		0.000	0.001		

3 讨论

WBV疗法是应用全身律动机通过机械力产生一种对抗地心引力的上下来回的冲击力量。人体主要透过骨头、肌肉、脊柱来传导推力,研究证明人类生物谐振表象分为粗大运动、肌肉收缩、脊髓神经元三个层次,本质上为大脑皮质节律与兴奋性^[9-11],适宜频率的振动刺激即生物谐振能够影响神经系统的活动,逐步产生新的适应性改变,从而恢复神经—肌肉运动的正常节律,提高患者的运动能力^[12-13]。国外相关基础研究及临床应用研究证明,通过WBV可提高骨骼肌质量指数,增加运动能力^[14-15]。也有大量基础研究证明,7Hz频率及以下的WBV,可有效的降低脑卒中患者异常增高的肌张力,证实该法可有效的改善成年人因脑损伤引起的肌肉痉挛^[7,16]。针对这一靶向疗效,将WBV应用于痉挛型脑瘫儿童康复治疗,是有据可循的。

痉挛型脑瘫患儿异常增高的肌张力是影响其运动模式、ADL能力的主要原因之一^[1]。目前,国内外干预痉挛型脑瘫患儿异常增高的肌张力方式主要有:选择性脊神经根切断术、肉毒毒素注射治疗、关节松动术、肌肉牵伸技术以及姿势控制(主动姿势牵伸)等。SDR手术及肉毒毒素注射均有效、快速地降低痉挛型脑瘫患儿异常增高的肌张力,但此两种方法皆属创伤性治疗;关节松动术、肌肉牵伸等传统康复技术亦可有效降低其肌张力,但相对耗时,因此,寻求一种可以有效、无创的缓解肌张力的康复训

练方式是必要的。本结果表明,WBV配合常规康复训练可有效地改善痉挛型脑瘫患儿的腿部张力,研究报道WBV的振动刺激可激活痉挛肌肉对抗肌的初级肌梭并提高其活性,从而减少肌肉痉挛^[17]。

由于大脑控制失调引起张力异常,痉挛型脑瘫患儿普遍存在异常步态:蹲伏步态(crouch gait)^[18-19]、马蹄足畸形(club foot)或尖足步态(toe walking)^[20-21],以及下肢旋转畸形(lower rotation deformity)^[22]等。对于脑瘫儿童来说,步行能力与他们的生活质量密切相关^[23],步态异常使脑瘫的并发症恶化,行动不便和行走困难可能会严重限制儿童的日常活动^[24]。通过本研究发现,WBV配合常规康复训练,可有效改善痉挛型脑瘫患儿步行时步长、步宽以及支撑相时髋、踝关节角度(改善髋屈曲及踝跖屈),改善其步行功能及整体的粗大运动功能。步行功能的产生依赖于脊髓中枢系统,它接受上级中枢的调控,并对本体感觉信号进行整合,产生生物电活动,通过引起伸肌与屈肌的交替兴奋与抑制,从而产生步行周期。先前的研究还表明脑瘫多存在本体感觉失调的问题^[25],而本体感觉在步态和姿势中也起到重要的作用。因此,WBV可以通过对神经肌肉系统的调控,增加本体感觉以及引发正常交替兴奋与抑制的生物电活动来改善脑瘫的步态。需要注意的是,时空参数中步行速度具有特别的意义,它是衡量残疾程度的重要指标,可以预测脑瘫在社区的活动水平^[26],而在本研究结果中步速未有显著改善,提示痉挛不仅是影响脑瘫社区活动水平的因素,其他原因如肌力,亦是重要的因素。本研究通过WBV结合常规康复治疗显示腓角角度显著降低,即腓绳肌张力得到改善,然而支撑相时期的膝关节过度屈曲未有显著改善,这表明了腓绳肌痉挛问题确实有所改善,但可能存在的膝伸展肌群无力使得运动学参数改善不明显。但也有研究认为,WBV可以增加肌肉厚度,改善肌肉力量,如Lee等^[27]报道了WBV干预后胫骨前肌以及比目鱼肌肌肉厚度有显著增加,这一问题尚待进一步的研究。

尽管WBV的负面副作用很少发生,但仍有文献报道了WBV的不良反应,Cheng等^[28]研究中一名参与者引发腿部僵硬,另一名主诉表现背部肌肉酸痛症状。Ruck^[29]报导了1名患者脚部或踝关节区域

出现发红。尽管WBV治疗很少会出现严重的不良反应,但在进行治疗的过程中仍需予以关注和监督,尤其对于年纪较小以及感觉功能严重损伤的患者。关节红肿被认为是常见的现象。

综上所述,WBV结合常规康复训练,可有效的改善痉挛型脑瘫患儿屈髋肌群、腓绳肌、股直肌、腓肠肌等肌群的异常痉挛状态,改善痉挛型脑瘫患儿的异常步行模式,提升步行效率及稳定性,从而改善脑瘫患儿整体的粗大运动功能。本研究不足之处在于,由于WBV训练中包含的站立体位,对运动功能较差的脑瘫患儿存在挑战,为了保证试验的安全性,出于保守原则,本研究主要选择GMFCS等级I—II运动功能受限程度较轻的受试者进行分析。另外,本研究缺少对支持脑瘫患儿肌肉痉挛改善的肌电结果,故其结果的推广尚待研究。

参考文献

- [1] 李晓捷,唐久来,马丙祥,等. 脑性瘫痪的定义、诊断标准及临床分型[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2014, 29(19):1520.
- [2] 李晓捷. 我国小儿脑瘫康复的现状与对策[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2008, 30(5):353—355.
- [3] Franki I, Desloovere K, De Cat J, et al. The evidence-base for basic physical therapy techniques targeting lower limb function in children with cerebral palsy: a systematic review using the International Classification of Functioning, Disability and Health as a conceptual framework[J]. Journal of Rehabilitation Medicine, 2012, 44(5):385.
- [4] Saquetto M, Carvalho V, Silva C, et al. The effects of whole body vibration on mobility and balance in children with cerebral palsy: a systematic review with meta-analysis [J]. J Musculoskel Neuron, 2015, 15(2):137—144.
- [5] 唐久来,秦炯,邹丽萍. 中国脑性瘫痪康复指南(2015): 第一部分[J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30(7):747—754.
- [6] Te Velde A, Morgan C. Gross motor function measure (GMFM-66 & GMFM-88) user's manual, 3rd edition, book review[J]. Pediatric Physical Therapy, 2022, 34(1): 88—89.
- [7] Chang SF, Lin PC, Yang RS, et al. The preliminary effect of whole-body vibration intervention on improving the skeletal muscle mass index, physical fitness, and quality of life among older people with sarcopenia[J]. BMC Geriatr, 2018, 18(1):17.
- [8] Ahlborg L, Andersson C, Julin P. Whole-body vibration training compared with resistance training: effect on spastici-

- ty, muscle strength and motor performance in adults with cerebral palsy[J]. J Rehabil Med, 2006, 38(5):302—308.
- [9] 许光旭, 顾绍钦, 孟殿怀, 等. 健康青年人步行效率分析: 肌肉谐振规律的前驱研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2009, 31(4):253—255.
- [10] Liepert J, Binder C. Vibration-induced effects in stroke patients with spastic hemiparesis: a pilot study[J]. Restor Neurol Neuros, 2010, 28(6):729—735.
- [11] Noma T, Matsumoto S, Shimodono M, et al. Anti-spastic effects of the direct application of vibratory stimuli to the spastic muscles of hemiplegic limbs in post-stroke patients: a proof-of-principle study[J]. J Rehabil Med, 2012, 44(4):325—330.
- [12] Song S, Lee K, Jung S, et al. Effect of horizontal whole-body vibration training on trunk and lower-extremity muscle tone and activation, balance, and gait in a child with cerebral palsy[J]. Am J Case Rep, 2018, 19:1292—1300.
- [13] Amatya B, Khan F, Galea M. Rehabilitation for people with multiple sclerosis: an overview of Cochrane Reviews [J]. Cochrane Database Syst Rev, 2019, 1:CD012732.
- [14] Camerota F, Galli M, Celletti C. Quantitative effects of repeated muscle vibrations on gait pattern in a 5-year-old child with cerebral palsy[J]. Case Rep Med, 2011:359126.
- [15] Jung Y, Chung EJ, Chun HL, et al. Effects of whole-body vibration combined with action observation on gross motor function, balance, and gait in children with spastic cerebral palsy: a preliminary study[J]. J Exerc Rehabil, 2020, 16(3):249—257.
- [16] Paoloni M, Mangone M, Scettri P, et al. Segmental muscle vibration improves walking in chronic stroke patients with foot drop: a randomized controlled trial[J]. Neurorehab Neural Re, 2010, 24(3):254—262.
- [17] Alam MM, Khan AA, Farooq M. Effect of whole-body vibration on neuromuscular performance: a literature review [J]. Work, 2018, 59(4):571—583.
- [18] Gage WH, Winter DA, Frank JS, et al. Kinematic and kinetic validity of the inverted pendulum model in quiet standing[J]. Gait Posture, 2004, 19(2):124—132.
- [19] Lindén O, Hägglund G, Rodby-Bousquet E, et al. The development of spasticity with age in 4,162 children with cerebral palsy: a register-based prospective cohort study[J]. Acta Orthop, 2019, 90(3):286—291.
- [20] Skaaret I, Steen H, Huse AB, et al. Comparison of gait with and without ankle-foot orthoses after lower limb surgery in children with unilateral cerebral palsy[J]. J Child Orthop, 2019, 13(2):180—189.
- [21] Gage JR. Gaitanalysis. An essential tool in the treatment of cerebral palsy[J]. Clin Orthop Relat R, 1993, (288):126—134.
- [22] Mueske, NM; Öunpuu, S; Ryan, DD, et al. Impact of gait analysis on pathology identification and surgical recommendations in children with spina bifida[J]. Gait Posture, 2019, 67:128—132.
- [23] Booth ATC, Buizer AI, Meyns P, et al. The efficacy of functional gait training in children and young adults with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis[J]. Dev Med Child Neurol, 2018, 60(9):866—883.
- [24] Cleary SL, Taylor NF, Dodd KJ, et al. Barriers to and facilitators of physical activity for children with cerebral palsy in special education[J]. Dev Med Child Neurol, 2019, 61(12):1408—1415.
- [25] Jovellar-Isiegas P, Resa Collados I, Jaén-Carrillo D, et al. Sensory processing, functional performance and quality of life in unilateral cerebral palsy children: a cross-sectional study[J]. Int J Environ Res Public Health, 2020, 17(19):7116.
- [26] Pirpiris M, Wilkinson AJ, Rodda J, et al. Walking speed in children and young adults with neuromuscular disease: comparison between two assessment methods[J]. J Pediatr Orthoped, 2003, 23(3):302—307.
- [27] Lee BK, Chon SC. Effect of whole body vibration training on mobility in children with cerebral palsy: a randomized controlled experimenter-blinded study[J]. Clin Rehabil, 2013, 27(7):599—607.
- [28] Cheng HY, Yu YC, Wong AM, et al. Effects of an eight-week whole body vibration on lower extremity muscle tone and function in children with cerebral palsy[J]. Res Dev Disabil, 2015, 38:256—261.
- [29] Ruck J, Chabot G, Rauch F. Vibration treatment in cerebral palsy: a randomized controlled pilot study[J]. J Musculoskel Neuron, 2010, 10(1):77—83.