

生物力学矫形鞋垫在脑性瘫痪儿童中应用效果的meta分析*

徐萍萍¹ 马丙祥^{2,3} 李华伟² 谢克功² 李瑞星² 孔亚敏²

脑性瘫痪(cerebral palsy, CP)简称脑瘫,是由一组持续存在的、导致活动受限的、中枢性运动和姿势发育障碍的症候群,这种症候群是由于发育中的胎儿或婴幼儿脑部非进行性损伤所致。CP的运动功能障碍常伴有感觉、知觉、认知、交流和行为障碍,以及癫痫和继发性肌肉、骨骼问题^[1-3]。据流行病学调查显示,脑瘫的发病率为0.2%—0.6%^[4],目前治疗方法也多是采用综合康复治疗。而运动障碍是脑瘫患儿的主要表现形式,患有CP的儿童由于肌肉过度无力、关节运动学异常和姿势反应异常而表现出功能限制^[5-6]。脑瘫患儿的足部问题也是康复治疗过程中的重点和难点,研究表明,足部功能异常将直接影响到膝关节和髋关节受力、脊柱曲度以及相关部位的肌肉、韧带等软组织^[7],会严重影响到患儿的平衡功能及步行能力。

生物力学矫形鞋垫是一种新型的可定制的康复辅助器具。可根据足部解剖结构及功能,定制个性化的鞋垫,并通过改善足踝力线以及距下关节生物力学关系,重新分布足底压力,改善患者步态的足部生物力学产品^[8-9]。近年来,对于矫形鞋垫治疗儿童脑瘫的相关报道较多,但多为小样本研究,且评价参数各有不同,统计学检验效能较低。故本研究是通过meta分析的方法,系统评价生物力学矫形鞋垫在CP中临床应用效果,并进行综合定量分析,以期为其在临床康复工作中的应用提供循证医学证据,更好地指导临床。

1 资料与方法

1.1 文献的纳入标准和排除标准

1.1.1 纳入标准:①研究类型:所有生物力学矫形鞋垫治疗脑瘫患儿的随机对照试验,文献语言可为中文或英文,发表时间无限制,有无单、双盲或者非盲法皆纳入。②研究对象:诊断符合中国脑性瘫痪康复指南(2015)制定的标准,能够明确诊断为CP的病例。③干预措施:试验组采用生物力学矫形鞋垫配合基础康复治疗的干预措施,对照组单纯采用基础康复治疗。④评价指标:粗大运动功能量表(gross motor function measure-88, GMFM-88); Berg平衡功能量表(Berg balance scale, BBS);下肢生物力学参数(立姿跟骨

休息位角度 RCSP);三维步态分析/足印分析法(步长、步速)。

1.1.2 排除标准:①研究类型:排除非RCT研究。②研究对象:排除非CP病例及动物实验类的文献。③干预措施:不符合纳入要求的文献。④疗效评价:指标不符合纳入要求的文献。⑤排除重复发表、文献质量低以及原始文献报道不清的文献。

1.2 研究方法

1.2.1 检索策略与数据提取:①数据库:英文文献数据库选择:PubMed、Embase、Cochrane Library;中文文献数据库检索选择:中国生物医学文献数据库(CBM)、中国知网数据库(CNKI)、中国维普数据库(VIP)、万方数据库(WanFang Data),检索时限设为数据库建库起至2020年11月18日。中文主题词:“生物力学矫形鞋垫”或“矫形鞋垫”或“ICB矫形鞋垫”和“脑性瘫痪”或“脑瘫”;英文主题词:“orthotic insoles” or “biomechanical orthotic insoles” or “postural insoles” or “ICB orthotic insoles” and “cerebral palsy” or “CP”。②文献筛选:首先由2名研究者独立进行文献的阅读与初筛选,初次保留的文献,并查找阅读全文,排除不符合纳入标准的文献;其次对双方提取的资料进行交叉核对;最后对存有争议的由专家小组评定,最终决定文献是否保留。③数据提取:对所筛选文献的内容进行提取,如研究题目、第一作者、发表年份、样本数、性别、年龄,以及干预措施、结局评价指标等。

1.2.2 质量评价:①质量评价由两名研究员,采用Cochrane系统评价员手册5.1.0标准对所纳入的文献进行偏倚风险^[10]评估,评价条目包括:随机方法、分配隐藏、盲法的实施、结果数据的完整性、选择性结局报告、其他偏倚。上诉每个条目按照“低风险(low)”“不清楚(unclear)”“高风险(high)”进行判定。

1.3 统计学分析

采用由Cochrane协作网所提供的RevMan 5.3软件,进行统计分析。对研究结果间的异质性采用 χ^2 检验进行评价,若 $I^2 < 50\%$, $P \geq 0.1$,则认为研究间同质性较好,使用固定效应模型进行meta分析;若 $I^2 \geq 50\%$, $P < 0.1$,说明研究间存在较大异质性,则使用随机效应模型,对其可能存在的异质性来源

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2023.06.017

*基金项目:国家自然科学基金面上项目(8197151825,81973904);河南省中医药科学研究专项课题(20-21ZY2034)

1 河南中医药大学,河南省郑州市,450000; 2 河南中医药大学第一附属医院; 3 通讯作者

第一作者简介:徐萍萍,女,硕士研究生; 收稿日期:2021-01-22

进行亚组分析、敏感性分析等。计数资料采用相对危险度(risk ratio, RR)进行分析,计量资料采用均数差(mean difference, MD)或采取标准化均数差(standard mean difference, SMD)分析,并计算95%的置信区间(95% confidence interval, 95%CI)。采用漏斗图的形式检验文献是否存在发表偏倚。

2 结果

2.1 文献检索结果

通过筛查,可初步检索出相关文献共1776篇,其中中文文献112篇,英文文献1664篇,剔除重复发表文献后,阅读题目和摘要,可筛选出符合纳入文献共37篇,进一步对全文进行阅读,剔除不符的文献(如诊断不明确、非RCT、结局指标无法利用等),最后纳入文献15篇^[11-25],其中英文4篇^[22-25],中文11篇^[11-21]。

2.2 纳入文献特征

纳入文献的基本特征见表1。

2.3 纳入文献的质量评价

纳入的15篇文献(表2),14篇采用随机方法分组^[11,13-25];

4篇采用隐藏分组^[22-25],其余均未提及;6篇采用盲法^[11,19,22-25],其中4篇采用双盲^[11,22-25],1篇采用单盲^[19];所有文献结局数据均完整;所有研究均完整报道了研究结果,未出现选择性报道情况。偏倚风险评价报告见图1。

2.4 meta分析结果

2.4.1 GMFM-88评分:有7篇文献报道了治疗后粗大运动功能评定量表(gross motor function measure,GMFM-88)评分,其中有6篇对D区进行了单独分析,各研究间无异质性($P=0.70, I^2=0\%$),采用固定效应模型。meta分析结果显示:2组差异有显著性意义[MD=3.68, 95%CI(3.26, 4.10), $Z=17.01, P<0.05$],提示矫形鞋垫治疗组D区功能评分优于对照组(图2)。另外有7篇对E区进行了单独分析,各研究间异质性较大($P<0.00001, I^2=85\%$),采用随机效应模型。meta分析结果显示:2组差异有显著性意义[MD=4.24, 95%CI(3.33, 5.15), $Z=9.16, P<0.05$],提示矫形鞋垫治疗组E区功能评分优于对照组(图3),但各研究间差异性较大,采用亚组分析未能发现原因,考虑GMFM-88评分量表是1个主观量表,不同的评估师存在不同的主观衡量标准,考虑这可能是导致其异质性偏大的1个主要原因。

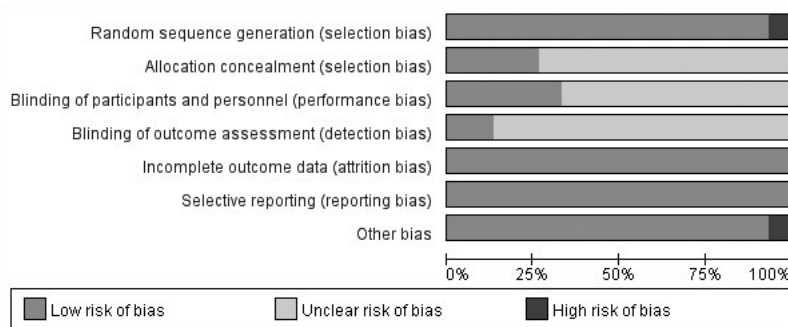
表1 纳入文献的基本特征

作者	发表年份	试验组		对照组		疗程	结局指标
		样本量(例)	干预措施	样本量(例)	干预措施		
何秀花,等 ^[11]	2018	28	ICB矫形鞋垫+常规康复训练	28	常规康复训练	8周	BBS
兰洋,等 ^[12]	2018	40	ICB矫形鞋垫+常规康复训练	40	常规康复训练	不详	BBS、GMFM
刘帅,等 ^[13]	2020	48	ICB矫形鞋垫+常规康复训练	48	常规康复训练	6个月	RCSP、BBS、GMFM
刘帅,等 ^[14]	2020	48	生物力学矫形鞋垫+常规康复训练	48	常规康复训练	1年	RCSP、BBS、GMFM
周伊敏,等 ^[15]	2018	20	ICB矫形鞋垫+常规康复训练	20	常规康复训练	3个月	RCSP、GMFM
张建博,等 ^[16]	2018	48	ICB矫形鞋垫+AFO+常规康复训练	48	AFO+常规康复训练	3个月	步长、步速
栾天明,等 ^[17]	2020	20	生物力学矫形鞋垫+常规康复训练	20	常规康复训练	3个月	步长、GMFM
毕锋莉,等 ^[18]	2018	20	ICB矫形鞋垫+常规康复训练	20	常规康复训练	3个月	GMFM
王楠,等 ^[19]	2016	30	生物力学矫形鞋垫+核心稳定性训练+常规康复训练	30	核心稳定性训练+常规康复训练	3个月	BBS、GMFM
芮洪新,等 ^[20]	2017	52	ICB矫形鞋垫+常规康复训练	52	常规康复训练	3个月	步长、步速、RCSP
郭爽,等 ^[21]	2018	15	生物力学矫形鞋垫+常规康复训练	15	常规康复训练	3个月	RCSP、BBS、GMFM 步长、步速
Christovão TC, et al ^[22]	2015	10	姿势鞋垫	10	安慰剂鞋垫	3个月	BBS,“起立-行走” 计时测试,6min步行距离,GMFM
Pasin Neto H ^[23]	2012	12	姿势鞋垫+踝足矫形器	12	踝足矫形器	1个月,6个月,1年	BBS,“起立-行走” 计时测试,6min步行距离,GMFM
Pasin Neto H ^[24]	2014	5	姿势鞋垫	5	安慰剂鞋垫	不清楚	三维步态分析
Pasin Neto H ^[25]	2017	12	姿势鞋垫	12	安慰剂鞋垫	3个月	三维步态分析

表2 纳入文献的质量评价

作者	年份	随机方法	分配隐藏	盲法		结果数据完整性	选择性报告结果	其他偏倚来源
				对受试者和干预提供者施盲	对结果评价者施盲			
何秀花	2018	是	未提及	是	未提及	是	低	低
兰洋	2018	否	未提及	未提及	未提及	是	低	低
刘帅,孙强三	2020	是	未提及	未提及	未提及	是	低	低
刘帅,黄艳	2020	是	未提及	未提及	未提及	是	低	低
周伊敏	2018	是	未提及	未提及	未提及	是	低	低
张建博	2018	是	未提及	未提及	未提及	是	低	低
栾天明	2020	是	未提及	未提及	未提及	是	低	低
毕锋莉	2018	是	未提及	未提及	未提及	是	低	低
王楠	2016	是	未提及	未提及	是	是	低	高
芮洪新	2017	是	未提及	未提及	未提及	是	低	低
郭爽	2018	是	未提及	未提及	未提及	是	低	低
Christovão TC	2015	是	是	是	未提及	是	低	低
Pasin Neto H	2012	是	是	是	是	是	低	低
Pasin Neto H	2014	是	是	是	未提及	是	低	低
Pasin Neto H	2017	是	是	是	未提及	是	低	低

图1 偏倚风险比例图



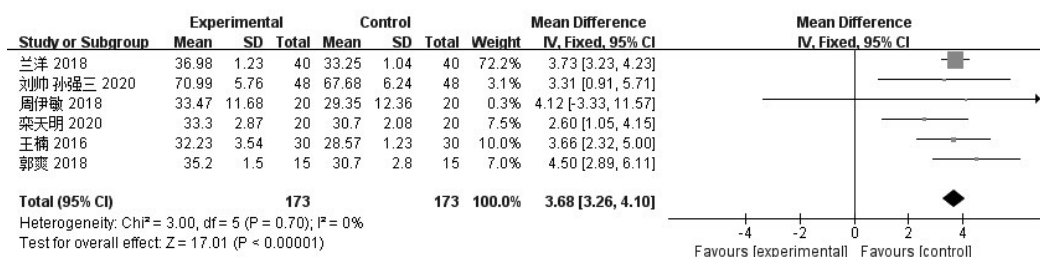
2.4.2 Berg平衡量表评分:有7篇文献报道了治疗后Berg平衡量表(Berg balance scale, BBS)评分情况,meta分析结果显示:各研究间异质性较大($P<0.00001$, $I^2=99\%$),采用随机效应模型。2组差异有显著性意义[MD=14.71, 95%CI (14.37, 15.05), $Z=85.02$, $P<0.05$],提示矫形鞋垫治疗组Berg平衡量表评分优于对照组,说明治疗后治疗组的平衡功能优于对照组(图4),因组间差异性较大,于是通过逐一剔除每篇文献,进行敏感性分析后,发现剔除刘帅2后, P 值变为0.02,

I^2 从99%降到62%, [MD=4.60, 95%CI (3.57, 5.64) $Z=8.73$, $P<0.05$],各项研究间异质性降低,表明该研究可能存在一定偏倚。

2.4.3 下肢生物力学参数:立姿跟骨休息位角度(RCSP):有4篇文献报道了治疗后立姿跟骨休息位角度RCSP左侧的效果,meta分析结果显示:各研究间无异质性($P=0.74$, $I^2=0\%$),采用固定效应模型。2组差异有显著性意义[MD=1.24, 95%CI (1.00, 1.47), $Z=10.33$, $P<0.05$],提示矫形鞋垫治疗组左侧立姿跟骨休息位

扭转角度优于对照组(图5);同时,该4篇文章也同样报道了治疗后立姿跟骨休息位角度RCSP右侧的结果,本文对此也进行了分析,meta分析结果显示:各研究间无异质性($P=0.80$, $I^2=0\%$),采用固定效应模型。2组差异有显著性意义[MD=1.33, 95%CI (1.06, 1.60), $Z=9.65$, $P<0.05$](图6),提示矫形鞋垫治疗组右侧立姿跟骨休息位扭转角度优于对照组,可见矫形鞋垫在立姿跟骨休息位扭转角度改善方面疗效确切。

图2 两组治疗后GMFM-88 D区评分比较



2.4.4 三维步态分析/足印分析法:①步长:在三维步态分析法评估方面,有4篇文献报道了治疗后步长的改善情况,各研究间异质性较大($P=0.0004$, $I^2=83\%$),采用随机效应模型。meta分析结果显示:差异具有显著性意义[MD=0.77, 95%CI(0.47, 1.08), $Z=4.98$, $P<0.05$](图7),提示矫形鞋垫治疗组步长优于对照组,因组间差异性较大,于是对其进行敏感性分析后,发现剔除栾天明后, I^2 降到52%, [MD=0.53, 95%CI(0.21, 0.86) $Z=3.18$, $P<0.05$],各项研究间异质性降低,表明该研究可能存在一定偏倚,但纳入该研究后,森林图结

果方向仍同前一致,合并效应数据也仍具有显著性意义。②步速:有3篇文献报道了治疗后步速的改善情况,各研究间异质性较大($P<0.00001$, $I^2=93\%$),采用随机效应模型。meta分析结果显示:差异具有显著性意义[MD=0.06, 95%CI(0.03, 0.09), $Z=4.59$, $P<0.05$](图8),证明矫形鞋垫治疗组步速优于对照组,因组间差异性较大,于是对其进行敏感性分析,剔除Pasin Neto H后, $I^2=0\%$,各研究间异质性消失,表明该研究可能存在一定偏倚。

图3 两组治疗后GMFM-88 E区评分比较

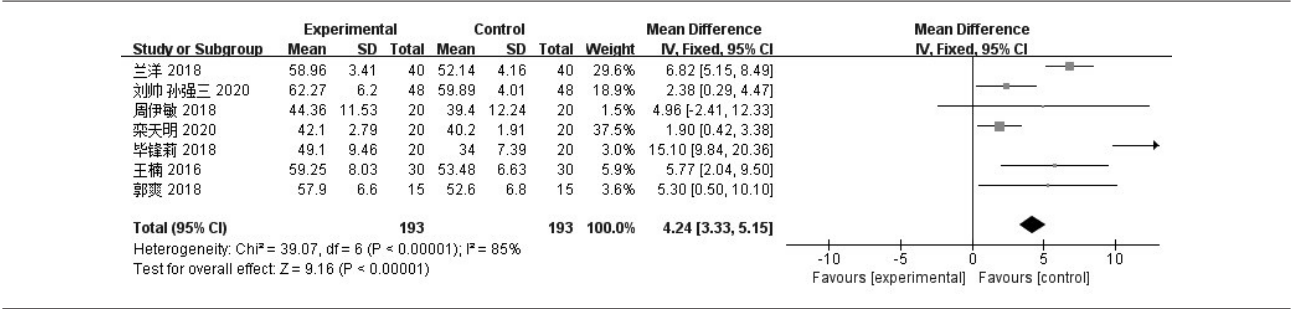


图4 两组治疗后Berg平衡量表评分比较

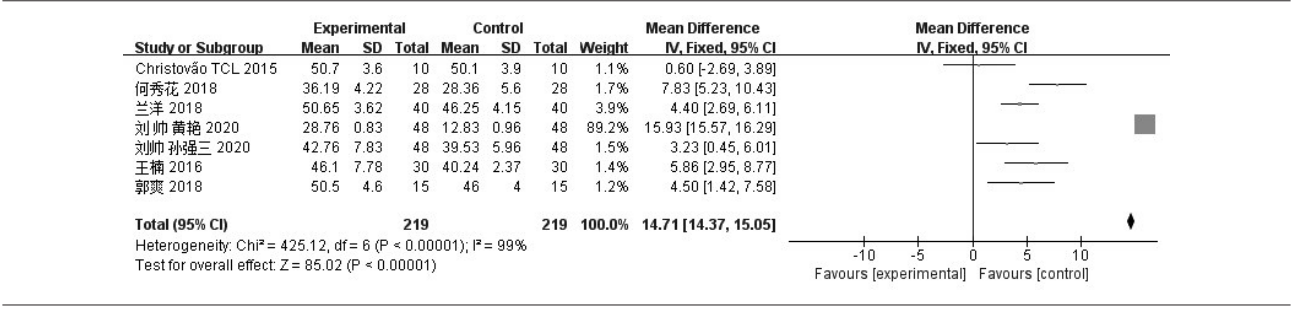


图5 两组治疗直立姿跟骨休息位角度RCSP左侧比较

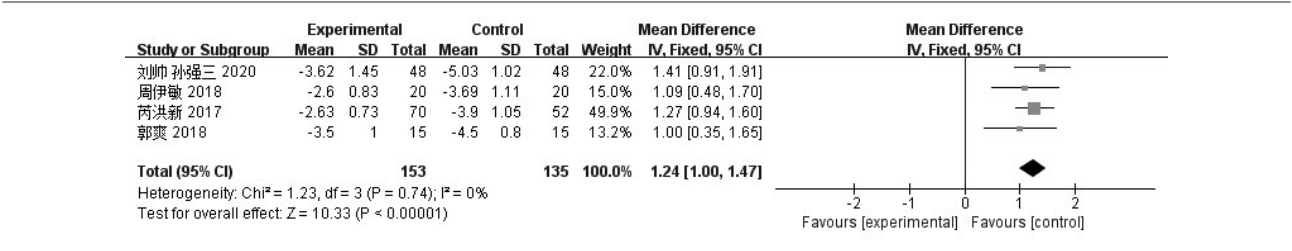


图6 两组治疗直立姿跟骨休息位角度RCSP右侧比较

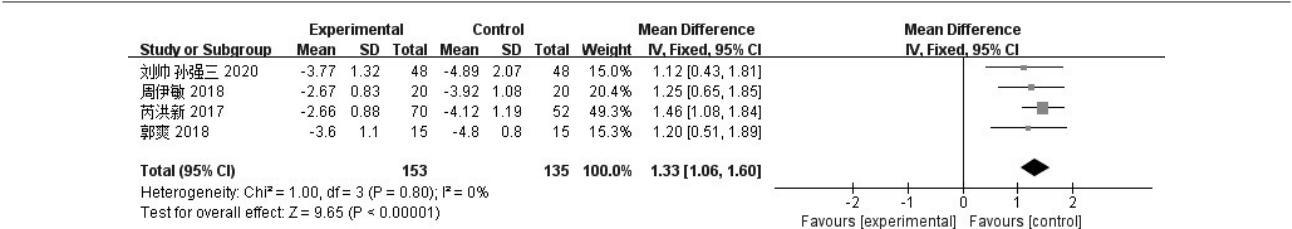


图7 两组治疗后步长比较

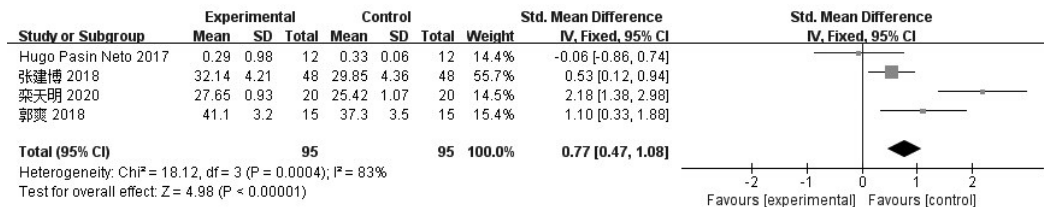
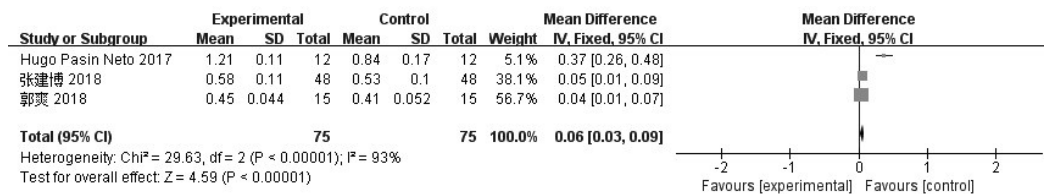


图8 两组治疗后步速比较



3 讨论

生物力学矫形鞋垫是由足部生物力学鼻祖 Merton 博士,根据足踝部解剖生理结构特点提出的一种矫正型的康复辅助器具,目的是纠正下肢生物力学异常,重新平衡足底生物力学分布^[9,26]。目前在生物力学矫形鞋垫方面的研究也越来越多,临床应用较为普遍。Aboutorabi 等报道^[27],刺激脚底皮肤特定区域的感受器可以提升本体感觉链并导致姿势张力的变化,并可优化下肢功能,通过增强中枢神经系统传入体感反馈来改善姿势稳定性。Wang 等^[28],在对足部平衡能力的研究也指出,矫形鞋垫能够调节神经、肌肉、骨骼状态,可以重新调整足部并增加足部与地面之间的表面积接触,增强足底表面的触觉刺激并进一步改善姿势稳定性。

Christovão TC^[22]在研究报告中提到,姿势鞋垫会引起感觉性的改变,刺激姿势反应,有利于身体更好的生物力学排列,这种鞋垫是改善被归类为 GMFCS 水平 I 和 II 级儿童功能平衡的重要工具。Jones RK 等^[29]提出,矫形鞋垫可使患儿的步长和步宽增加,从而提高步行能力,同时也增强踝跖屈力肌及踝部力量。杨杰等^[30]提出,矫形鞋垫可在小儿脑瘫患者早期使用,具备临床效率高,且不良反应少的优点。为更加系统的研究,对此本系统评价共纳入 15 篇文献,文献质量也相对较好,本次研究分别有 7 篇文献报道了治疗后 GMFM-88 评分情况,meta 分析合并效应数据结果显示:生物力学矫形鞋垫治疗组对 GMFM-88 评分的提高优于对照组,而同时也表明,生物力学矫形鞋垫配合常规康复技术在改善脑瘫患儿粗大运动功能方面优于单进行常规康复治疗技术。同时,生物力学矫形鞋垫治疗组在 Berg 平衡功能量表评分、下肢生立姿跟骨休息位角度 RCSP、步长、步速等评分方面的提高也优于对照组。基于此,生物力学矫形鞋垫可作为 1 项辅助

治疗,以提高患儿的运动功能。

本研究也存在局限性,在对筛选合格纳入的 15 篇文献数据处理中,发现仍存在 3 篇文献^[23-25]后期数据提取不出及提取出而不能使用的情况,考虑可能会存在发表偏倚,故在数据处理时予以剔除。另外,在结局指标中,GMFM-88 E 区评分结果提示异质性较大,且通过亚组分析也未找出异质性来源,终其考虑其可能存在有临床异质性,未来在临床上可以增加更多的客观指标来衡量治疗效果。因每个研究提取数据有限,对于步速等评价疗效的指标报道也相对较少,也会使发生偏倚的可能性增大。在效应指标提取时,有个别文章报道了儿童功能独立性量表(WeeFIM 量表)评分、改良 Ashworth 评价量表评分、髋关节活动度、胫骨扭转角度等指标,但由于文献少,尚不能纳入本文,期待以后能有更多相关的研究,为此方法提供更有利的证据。除此之外,在对所纳入的国内外 15 篇 RCT 研究的质量评估时,仅 4 篇文献提及分配隐藏,5 篇提及盲法,以上的不足使得本研究的论证强度受到一定程度的限制。对于未来的研究方向,研究方法设计方面需要进一步完善,要更加明确随机方法和样本量估算,实施分配隐藏方案和盲法,随访时间足够,对相关不良事件的发生要详细记录并探讨^[31],提高临床试验的质量。本篇系统评价仅对现有资料进行综合定量分析,并不能取代大规模、多中心的 RCT 研究,故今后仍需要关注更多大样本、更高质量的文献,为矫形鞋垫治疗儿童脑瘫提供更加可靠的循证医学证据,更好的指导临床。

综上所述,本研究的结果表明,当脑瘫患儿使用生物力学矫形鞋垫时,对运动障碍方面有直接积极的影响。生物力学矫形鞋垫可以提高患儿行走及站立时平衡能力,提高步态速度,纠正异常姿势及步态,改善粗大运动功能,提高患儿步

行能力及稳定性,可作为脑瘫患儿康复治疗过程中的重要辅助方法。在今后的研究中,可以考虑根据脑瘫的分型对患儿进行个性化的研究分析,配合常规康复技术,最大限度的提高患儿的运动功能,推荐临床推广应用。

参考文献

- [1] Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy april 2006[J]. Dev Med Child Neurol Suppl, 2007, 109: 8—14.
- [2] 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.
- [3] 唐久来,秦炯,邹丽萍,等.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.
- [4] Schwabe AL. Botulinum toxin in the treatment of pediatric upper limb spasticity[J]. Semin Plast Surg, 2016, 30(1): 24—28.
- [5] Leonard CT, Hirschfeld H, Forssberg H. The development of independent walking in children with cerebral palsy[J]. Dev Med Child Neurol, 1991, 33(7): 567—577.
- [6] Grecco LA, Tomita SM, Christovão TCL, et al. Effect of treadmill gait training on static and functional balance in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial[J]. Braz J Phys Ther, 2013, 17(1): 17—23.
- [7] Nigg BM, Nurse MA, Stefanyshyn DJ. Shoe inserts and orthotics for sport and physical activities[J]. Med Sci Sports Exerc, 1999, 31(7 Suppl): S421—S428.
- [8] Abbie N. 矫形鞋垫的革命[M]. 国际生物力学学院, 2008: 25.
- [9] 胡智宏,叶倩,孔叶平. 矫形鞋垫的作用机制及临床研究进展[J]. 中国康复, 2016, 31(3): 229—231.
- [10] Higgins JPT, Green S. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions[M]. USA: John Wiley & Sons, 2008: 649. Version 5.0.1
- [11] 何秀花,王明海. 矫形鞋垫对小儿脑瘫患者平衡功能及步行能力的影响[J]. 双足与保健, 2018, 27(9): 112—113.
- [12] 兰洋,李伟. 探究ICB矫形鞋垫对儿童足外翻的疗效[J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2018, 2(20): 155—156.
- [13] 刘帅,孙强三. ICB矫形鞋垫有纠正痉挛型双瘫患儿平衡、步行能力及下肢生物力学的作用[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(33): 5272—5276.
- [14] 刘帅,黄艳. 生物力学矫形鞋垫在痉挛型偏瘫患儿平衡及步行能力中的应用效果[J]. 医学理论与实践, 2020, 33(5): 837—839.
- [15] 周伊敏,宋福祥,张朋,等. ICB矫形鞋垫对纠正痉挛型脑性瘫痪患儿足外翻及粗大运动功能的影响[J]. 黑龙江医药科学, 2018, 41(5): 9—10+14.
- [16] 张建博,尚清,李想遇,等. ICB矫正鞋垫配合踝足矫形器改善偏瘫患儿步行功能效果探析[J]. 中国医学工程, 2018, 26(9): 59—62.
- [17] 栾天明,卢淑卿,张玉涵,等. 生物力学矫形鞋垫对痉挛型脑瘫儿童伴胫骨内扭转下肢功能的疗效分析[J]. 黑龙江医药科学, 2020, 43(4): 63—65.
- [18] 毕锋莉,王珊珊,崔静,等. ICB矫形鞋垫对偏瘫型脑瘫患儿步行能力的影响[J]. 滨州医学院学报, 2018, 41(5): 362—364.
- [19] 王楠,鲍超,徐道明. 核心稳定性训练联合足部生物力学矫形技术对脑瘫步行功能的影响[J]. 按摩与康复医学, 2016, 7(10): 14—16.
- [20] 芮洪新,宋骏,陈忆晴,等. ICB矫形鞋垫对儿童足外翻的疗效[J]. 江苏医药, 2017, 43(16): 1175—1177.
- [21] 郭爽,李晓捷,张尚,等. 生物力学矫形鞋垫对脑瘫伴足外翻儿童下肢功能的疗效[J]. 中国儿童保健杂志, 2018, 26(5): 575—578.
- [22] Christovão TC, Pasini H, Grecco LA, et al. Effect of postural insoles on static and functional balance in children with cerebral palsy: a randomized controlled study[J]. Braz J Phys Ther, 2015, 19(1): 44—51.
- [23] Pasin Neto H, Grecco LA, Christovão TC, et al. Effect of posture-control insoles on function in children with cerebral palsy: randomized controlled clinical trial[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2012, 13: 193.
- [24] Pasin Neto H, Grecco LA, Duarte NA, et al. Immediate effect of postural insoles on gait performance of children with cerebral palsy: preliminary randomized controlled double-blind clinical trial[J]. J Phys Ther Sci, 2014, 26(7): 1003—1007.
- [25] Pasin Neto H, Grecco LA, Ferreira LAB, et al. Postural insoles on gait in children with cerebral palsy: randomized controlled double-blind clinical trial[J]. J Bodyw Mov Ther, 2017, 21(4): 890—895.
- [26] Hannah LJ, Christopher JN, Richard KJ, et al. Inter-assessor reliability of practice based biomechanical assessment of the foot and ankle[J]. Journal of Foot and Ankle Research, 2012, 5: 14.
- [27] Aboutorabi A, Bahramizadeh M, Arazpour M, et al. A systematic review of the effect of foot orthoses and shoe characteristics on balance in healthy older subjects[J]. Prosthet Orthot Int, 2016, 40(2): 170—181.
- [28] Wang C, Goel R, Rahemi H, et al. Effectiveness of daily use of bilateral custom-made ankle-foot orthoses on balance, fear of falling, and physical activity in older adults: a randomized controlled trial[J]. Gerontology, 2019, 65(3): 299—307.
- [29] Jones RK, Zhang M, Laxton P, et al. The biomechanical effects of a new design of lateral wedge insole on the knee and ankle during walking[J]. Hum Mov Sci, 2013, 32(4): 596—604.
- [30] 杨杰,高永强,周厚勤,等. 小儿脑瘫早期应用生物力学矫形鞋垫治疗的临床分析[J]. 医学信息, 2013, 22: 622.
- [31] 徐换,徐小静,宋莎莎,等. A型肉毒毒素治疗儿童痉挛型脑瘫疗效的Meta分析[J]. 中国康复, 2019, 34(9): 489—493.