

动态套装矫形器在脑性瘫痪康复中的研究进展

连贝贝^{1,2}, 郭津^{1,2}, 公超¹

【关键词】 脑性瘫痪; 动态套装矫形器; 研究进展; 康复

【中图分类号】 R49; R742 【DOI】 10.3870/zgkf.2023.01.012

脑性瘫痪(cerebral palsy, CP)简称脑瘫,是一组持续存在的中枢性运动和姿势发育障碍、活动受限综合征,这种综合征是由于发育中的胎儿或婴幼儿脑部非进行性损伤所致^[1]。全球范围内脑瘫患病率约为0.15%~0.40%^[2]。几乎所有脑瘫儿童都伴有不同程度的运动发育障碍,伴随终生,给儿童及其家庭带来严重影响。根据《国际功能、残疾和健康分类(儿童青少年版)》(international classification of functioning, disability and health children and youth version, ICF-CY)建议,康复治疗不应仅限于身体结构和功能,要将个体与活动、参与等领域联系起来,最终提高儿童的独立性^[3]。动态套装矫形器(dynamic suit orthosis, DSO)作为一种补充和替代疗法,利用大脑神经系统的可塑性,通过增加本体感觉输入和病理反射、纠正异常身体姿势建立正确的运动模式^[4-5]。根据治疗目的和生产商不同,DSO设计差异很大,包括覆盖全身的矫正衣,矫正裤、矫正手套等较小的矫形器^[5]。DSO通常具有两种干预措施:①仅穿戴DSO进行长时程干预;②DSO结合悬吊、滑轮系统等高强度运动项目或神经发育治疗^[6]。目前研究表明,DSO种类繁多,价格昂贵,负面影响较大,并且没有标准统一的训练方案,关于其有效性存在较大争议。本文主要阐述DSO的发展现状和临床应用,为临床康复治疗提供参考依据。

1 DSO 概述

1.1 动态矫正衣 动态矫正衣最初是俄罗斯为宇航员研发的太空服,以预防失重对宇航员肌肉萎缩和骨质疏松的影响,并将其命名企鹅套装(penguin

suit)^[7]。20世纪90年代,以太空服为原型设计了阿德利套装(Adeli suit),开始用于脑瘫儿童的治疗^[8]。随后这种治疗服在不同国家被采用,并根据各自的协议进行命名,如Therasuit, Polish Suit, Therapy Suit, Pediasuit等。动态矫正衣是一种个体化设计的服装,由帽子、背心、短裤、护膝和鞋底附件组成,上面有挂钩、环和弹性带,可以通过调节绑带使儿童的肢体处于适当位置,并通过挂钩连接悬吊等装置对儿童进行全方位密集训练^[9]。

1.2 Theratogs Theratogs由一种轻便、透气的纤维制成,包括躯干和短裤系统以及一个定制的外部捆扎系统^[10]。Theratogs是由Beverly Cusick开发设计并于2002年推出的治疗产品,在美国食品和药物管理局注册为I类医疗设备^[11]。

1.3 莱卡矫形器 莱卡矫形器(lycra orthosis)是一种以莱卡面料为基础制成的矫形器,莱卡是一种弹性合成纤维,可以紧贴在人体表面,为身体提供恒定压力^[12]。

1.4 动态弹性织物矫形器 动态弹性织物矫形器(dynamic elastomeric fabric orthoses, DEFO),又称为稳定输入压力矫形器(stabilizing pressure input orthosis, SPIO),20世纪90年代开始用于脑瘫儿童的治疗,是以莱卡或类似弹性面料量身定制的矫正衣,由双层或三层莱卡纤维面料组成前半部分,再与氯丁橡胶背板相结合^[13]。

2 DSO 的作用机制

动态套装矫形器常应用于脑瘫儿童的运动功能障碍,其作用机制为:①通过调节弹性带使肢体处于不同位置,并在不同体位下进行动态功能训练,激活肌肉和关节深处的本体感受器,将感觉信息传入中枢和前庭系统,提高关节位置觉和身体意识,帮助儿童建立正确的运动和姿势模式^[14-15];②缓解肌肉痉挛,增强肌力。由于长时间的拉伸和与皮肤紧密接触,DSO可以提供一定的压力和中性温度,帮助减轻肌肉痉挛^[16]。此外,通过调节绑带的长短和角度,模拟正常肌群的运动模式并提供阻力负荷,使肌张力恢复正常,肌力增

基金项目:黑龙江省自然科学基金项目(LH2020H006);黑龙江省教育厅基本科研业务费基础研究项目(2019-KYYWF-1366);儿童康复医学学科团队项目(JDXKTD-219006)

收稿日期:2022-06-28

作者单位:1. 佳木斯大学,黑龙江 佳木斯 154007;2. 佳木斯大学附属第三医院,黑龙江 佳木斯 154007

作者简介:连贝贝(1996-),女,硕士研究生,主要从事小儿脑瘫综合治疗方面的研究。

通讯作者:郭津,guojin8002@163.com

强^[9,17];③调节姿势控制,增强躯干稳定性。姿势控制是将身体保持在正确的空间位置,DSO可以提供动态姿势校正,改变生物力学对齐,在肩部、躯干、骨盆和臀部提供支撑,从而改善近端稳定性和四肢功能^[11,18]。郭川等^[19]通过动态矫正衣治疗20例脑卒中患者后,应用运动捕捉系统采集患者躯干运动信息,应用表面肌电分析系统采集患者三角肌、斜方肌、股直肌和臀中肌等的积分肌电值,发现穿戴矫正衣后患者躯干前屈、侧屈角度减小,上下肢肌群的表面肌电分值增加,说明动态矫正衣可以增强躯干稳定性并限制异常代偿姿势,提高上下肢肌群的运动控制能力,从而维持患者姿势稳定;④在大脑中重新输入正确的本体感觉和姿势运动模式,通过重复及密集训练,使大脑中相关的神经功能区、核团及突触的形态和结构发生可塑性变化,帮助脑瘫儿童最终学会相应的运动技能^[20-21]。

3 DSO的训练方法

3.1 训练强度 关于DSO训练的周期较难确定,因为矫正衣种类繁多,训练方法多样。一项系统综述分析显示,动态矫正衣密集训练强度通常为每天2~4h,每周4~5天,共3~4周^[22]。对于不进行密集治疗的贴身矫正衣,每天穿戴时间为6~12h,一般持续3~6个月。

3.2 训练前准备 在开始治疗的前一周,脑瘫儿童需要穿戴DSO进行适应性练习,在此期间不参与任何运动训练,逐渐增加穿戴时间,直到每天12h,为之后的治疗计划做准备^[23]。

3.3 悬吊系统 又称为“蛛网笼”,儿童穿着矫正衣位于笼内,腰带和弹性带连接笼子,运动训练时通过调整弹性带的不同长度和方向,提供各种姿势下的助力和阻力,促进儿童姿势稳定和平衡控制能力^[17]。

3.4 滑轮系统 由基本的滑轮系统、支撑绳、身体不同部位的悬吊带及不同重量的沙袋组成。训练过程中通过消除重力影响,强化弱肌力量,治疗师还可以利用滑轮和皮带系统,训练目标肌肉,促进儿童的分离运动。其主要目标是提高肌力,改善关节活动范围和肌肉柔韧性^[24]。

4 DSO的临床应用研究

4.1 DSO对脑瘫儿童平衡及姿势控制的影响 脑瘫儿童由于肌力异常和感觉统合失调常表现出姿势控制能力下降,躯干稳定在姿势控制和肢体活动中起着至关重要的作用^[25]。Neves等^[26]对22名脑瘫儿童进行持续5周的动态矫正衣密集训练后发现,儿童的躯干控制能力增强,姿势稳定性增加,Romeo等^[27]采用莱

卡服装对5名脑瘫儿童进行治疗,并使用坐姿稳定测量仪器进行评估,发现其躯干稳定性增强,坐姿平衡改善,6个月后的随访显示这种改善持续存在。一项单盲随机对照实验采用DEFO对粗大运动功能分级系统(gross motor function classification system, GMFCS)III~IV级的脑瘫儿童进行干预,发现脑瘫儿童坐姿平衡和上肢运动功能改善,并且2h与6h的治疗效果相同,提示对依从性差的儿童可进行2h的干预^[28]。江雨擎等^[29]应用动态矫正衣和悬吊系统对痉挛型双瘫儿童进行干预,干预时间为每天1h,每周5天,持续3个月,结果表明矫正衣密集训练可以改善脑瘫儿童的平衡功能及姿势控制。脑瘫儿童脊柱畸形会导致背部和肋骨疼痛,影响儿童的坐姿平衡和活动能力^[30]。一项随机对照实验发现,每天至少8h的Theratogs结合常规康复训练,可以有效调节痉挛型双瘫儿童的胸段后凸,改善儿童脊柱背侧活动范围,重新调整重力线,提高脑瘫儿童的平衡控制能力,降低跌倒风险^[31]。Giray等^[13]研究发现,SPIO与常规康复训练结合可以改善脑瘫儿童的脊柱后凸姿势,但不能改善脊柱侧弯和髋关节侧化,此外该研究还发现每天穿戴SPIO 2h与6h具有同样的治疗效果。ElKafy等^[32]采用Theratogs矫形内衣、Azab等^[33]采用Threasuit对痉挛型双瘫儿童进行干预后发现,儿童脊柱形状特征有显著改善,说明DSO可以促进脑瘫儿童躯干、骨盆和下肢之间的正常对齐,改善儿童的姿势和平衡,帮助儿童获得正确的站立姿势。

4.2 DSO对脑瘫儿童异常步态的影响 脑瘫儿童在运动过程中,由于不随意运动肌收缩增加及生物力学异常会导致步态模式异常^[34]。一项系统综述研究了DSO对脑瘫儿童时空步态参数的影响,结果显示,DSO干预后步行速度、步频、步长和步长对称性方面有显著变化,提示DSO结合物理治疗可以改善脑瘫儿童的步态功能^[6]。El-Shamy等^[35]研究发现,采用Theratogs对运动障碍型脑瘫儿童进行干预后脑瘫儿童的步速、步长、步幅、双支撑相时间有所改善,Jung等^[36]对痉挛型脑瘫儿童进行Theratogs干预后也发现了类似的步态改善。Kim等^[37]将20例GMFCS I~II级脑瘫儿童分为神经发育治疗组(neurodevelopmental treatment, NDT),阿德利套装疗法(Adeli suit treatment, AST)联合NDT组,持续6周干预后发现,两组脑瘫儿童的粗大运动功能和平衡能力均有所改善,而AST联合NDT组的时间空间步态参数改善明显,提示AST干预可能改善脑瘫儿童的步行功能。脑瘫儿童下肢的生物力学分析显示,DSO干预可改善步态功能。Martins等^[38]对偏瘫儿童采用有或无弹性

的 Therasuit 治疗后,采用三维步态分析系统评估显示,一个步态周期中,支撑相期的髋关节伸展程度增加,首次触地期和摆动相中期的髋关节屈曲程度减少;踝关节在弹性 Therasuit 的帮助下,首次触地期的足底屈曲减少,支撑相期和摆动期足背屈增加,减轻了痉挛下肢的马蹄足模式;膝关节首次触地期和摆动期屈曲程度增加,但其个体间差异较高,研究结果显示 Therasuit 可以改善偏瘫儿童的步态功能,尤其对踝关节的改善程度更大。Chang 等^[39]采用设计的外置带式矫形器矫正脑瘫儿童的腿部对齐,发现步速、步幅和步频有显著提高,并且足底压力的变化说明该矫形器可以帮助矫正腿部对齐,提高步态性能。

4.3 DSO 对脑瘫儿童粗大运动功能的影响 动态套装矫形器可以提供高强度和长时间的训练,利用大脑神经可塑性,改善脑瘫儿童的运动功能^[5]。一项病例回顾性研究发现,采用动态矫正衣对脑瘫儿童进行密集训练,为期 4 周,每周 5 天,每天 3~4 h,干预后发现脑瘫儿童粗大运动功能显著改善,并且儿童功能损伤越严重,改善越明显^[40]。Mahani 等^[41]采用改良 AST 对脑瘫儿童进行每天 2 h、每周 5 天,共 4 周的密集训练后发现,改良 AST 密集训练可以显著改善儿童粗大运动功能。Elliott 等^[42]采用莱卡手臂夹板对痉挛型脑瘫儿童进行治疗,每天 6 h,每周 5 天,3 个月后脑瘫儿童上肢痉挛缓解,表现出更快、更准确的动作,说明该矫形器可以改善脑瘫儿童上肢运动功能。一项单盲随机对照实验研究了改良套装疗法对痉挛型双瘫儿童的疗效,每天 2 h,持续治疗 3 周后发现,改良套装疗法结合常规康复训练可以有效改善脑瘫儿童的粗大运动功能^[43]。DSO 对脑瘫儿童粗大运动功能的改善具有一定的争议性。2016 年一项 meta 分析研究显示,动态矫正衣治疗对脑瘫儿童和青少年粗大运动功能的影响有限,综合效应量较小,并建议在 ICF-CY 各功能领域下对该疗法进行进一步研究^[9]。Bailes 等^[44]对 20 名 GMFCS 分级 III 级的脑瘫儿童进行随机单盲对照实验,实验组采用 Therasuit 密集训练治疗,对照组穿戴控制服进行相同的治疗,结果显示组间差异无统计学意义,说明动态矫正衣治疗不能改善脑瘫儿童粗大运动功能。Bar-Haim 等^[14]将 24 名 GMFCS II~IV 级脑瘫儿童随机分为 AST 密集训练实验组和 NDT 对照组,两组均进行每天 2 h,每周 5 天,共 4 周的治疗后发现,AST 与 NDT 对脑瘫儿童粗大运动功能的改善相似,在进行常规剂量干预后,AST 组改善效果不明显,提示这种改善可能是强化训练的结果。另有病例报告报道,对两名 GMFCS 分级 III 级、痉挛型双瘫儿童进行 Therasuit 密集训练干预后,测得粗大运动功

能(gross motor function measure, GMFMD)中的 D、E 能区改善不明显,说明 Therasuit 对脑瘫儿童粗大运动功能作用有限^[45]。一项系统综述表明 DSO 可以改善脑瘫儿童的近端稳定性,但对粗大运动功能没有显著改善,并存在一些负面影响,如穿脱衣物不便、如厕困难和局部发绀等现象^[46]。

4.4 DSO 对脑瘫儿童的不良影响 DSO 干预对脑瘫儿童运动功能益处有限,并可能产生不良影响。Novak 等^[2]在 2020 年发表的一篇关于脑瘫儿童防治干预措施的系统评价中指出,动态矫正衣被列为“最好不做”(黄灯,弱阴性),并且不推荐将其作为一线治疗或单独治疗。此外,2021 年国际临床实践指南提出,不建议将动态矫正衣用于改善脑瘫儿童和青少年的身体功能^[47]。不推荐将 DSO 作为脑瘫补充和替代疗法的原因可能是:①穿戴 DSO 增加了膀胱和肠道问题,可能会导致儿童尿失禁和便秘,降低儿童独立如厕的能力,此外还会造成呼吸功能下降,长时间的挤压会产生发绀等问题^[18,48]。Nicholson 等^[48]让 12 名脑瘫儿童穿戴莱卡矫形器,每天至少 6 h,运动学分析和儿童生活功能评估发现,虽然近端稳定性改善,但所有儿童都报告了不良事件,如穿衣困难、如厕困难等,给家庭生活带来极大不便;②DSO 穿脱困难,增加了儿童和照护人员的负担,由于 DSO 密集训练时间长,长时间穿戴会造成压痕、摩擦痛,炎热环境中穿戴会造成体温升高、皮肤发红、湿疹和不适感^[49];③多项研究显示,父母对 DSO 干预满意度不高^[50],并且不考虑使用该类型矫形衣,主要原因是 DSO 干预效果不显著,对儿童和家长造成的困难更多,Bailes 等^[47]采用 Therasuit 对 20 名脑瘫儿童进行治疗后,进行家长满意度调查,发现实验组和对照组的大多数家长都报告了不良事件,并且有 3 名家长要求停止治疗;④DSO 的制作成本高、周期长,价格昂贵,不易清洗,需仔细考虑其成本和效益^[51]。

5 不同 DSO 的比较

动态矫正衣基于反馈理论和运动学习理论,结合蛛网笼、滑轮系统调节前庭功能、改善姿势对齐,适合于各类型脑瘫儿童的治疗。动态矫正衣主要用于脑瘫儿童粗大运动功能的训练,训练周期一般为每天 2~4 h,每周 5 天,共 3~4 周,还可以通过改善姿势对齐及躯干稳定,促进安全有效的步态模式。但该矫正衣对粗大运动功能改善作用微小,穿脱繁琐,穿戴时间过长,可能产生勒痕、排便困难、不透气等情况,家长满意度较低。

Theratogs 材料柔软,通过温和的外部力量调整

异常姿势,适用于各类型脑瘫儿童,尤其是 GMFCSI-II 级儿童,主要用于改善平衡和步态功能,还可以产生暂时性和间歇性的压力作用于不同身体部位,缓解肌肉和关节痉挛。Theratogs 穿着舒适,可长期穿戴并进行日常活动,同时解决了如厕不便的问题。该矫形器需要进行个体化定制,可进行居家康复训练,但治疗师需要教导家长穿戴方法,并且随着儿童的发育更换频繁。动态莱卡矫形器是量身定制的贴身服装,可以抑制肌张力增加、软组织挛缩和自主运动,主要用于改善近端关节稳定性和平衡功能。该矫形器可用于治疗各类型脑瘫儿童,穿戴时间一般为 4~6 h,持续 2~3 个月,其优点包括不限制肢体运动、透气和易进行密集训练,但对于肺功能严重受损、与活动减退和严重运动损伤相关的难治性周围发绀的儿童,需谨慎进行相关部位的治疗。

6 小结和展望

综上所述,虽然 DSO 在一定程度上可以改善脑瘫儿童的步态、平衡、姿势控制及粗大运动功能,但关于该治疗方法的有效性在国际上存在较大争议。DSO 在脑瘫康复治疗中的证据水平很低,主要原因是缺乏大规模临床随机对照试验,特别缺乏在 ICF-CY 理论架构上有关功能及参与的高质量研究。因此,需要开展更多的循证医学研究来证实该方法的有效性并对其原理做出解释。此外,还应确定单独使用套装疗法及其结合密集治疗的临床效果和最适治疗强度。最后,研发人员应考虑到与 DSO 相关的依从性问题、时间和经济负担,未来的研究不仅要调查其成本效益和长期效益,还要调查治疗师的意见,以加强动态套装矫形器的有效性。

【参考文献】

- [1] Vitrikas K, Dalton H, Breish D. Cerebral Palsy: An Overview [J]. Am Fam Physician, 2020, 101(4): 213-220.
- [2] Novak I, Morgan C, Fahey M, et al. State of the Evidence Traffic Lights 2019: Systematic Review of Interventions for Preventing and Treating Children with Cerebral Palsy[J]. Curr Neurol Neurosci Rep, 2020, 20(2): 3-19.
- [3] Damiano DL, Longo E, Carolina de Campos A, et al. Systematic Review of Clinical Guidelines Related to Care of Individuals With Cerebral Palsy as Part of the World Health Organization Efforts to Develop a Global Package of Interventions for Rehabilitation [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2021, 102(9): 1764-1774.
- [4] Hylton N, Allen C. The development and use of SPIO Lycra compression bracing in children with neuromotor deficits[J]. Pediatr Rehabil, 1997, 1(2): 109-116.
- [5] Karadağ-Saygi E, Giray E. The clinical aspects and effectiveness of suit therapies for cerebral palsy: A systematic review[J]. Turk J Phys Med Rehabil, 2019, 65(1): 93-110.
- [6] Belizón-Bravo N, Romero-Galisteo RP, Cano-Bravo F, et al. Effects of Dynamic Suit Orthoses on the Spatio-Temporal Gait Parameters in Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review [J]. Children, 2021, 8(11): 1016-1036.
- [7] Turner AE. The efficacy of Adeli suit treatment in children with cerebral palsy[J]. Dev Med Child Neurol, 2006, 48(5): 324.
- [8] 周自云, 吴德. 阿德里装治疗法在脑性瘫痪中应用的研究进展 [J]. 国际儿科学杂志, 2014, 41(04): 383-385.
- [9] Martins E, Cordovil R, Oliveira R, et al. Efficacy of suit therapy on functioning in children and adolescents with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis[J]. Dev Med Child Neurol, 2016, 58(4): 348-360.
- [10] Shaari IH, Abu Osman NA, Shasmin HN. A case study on interface pressure pattern of two garment orthoses on a child with cerebral palsy[J]. Proc Inst Mech Eng H, 2020, 234(8): 884-894.
- [11] Flanagan A, Krzak J, Peer M, et al. Evaluation of short-term intensive orthotic garment use in children who have cerebral palsy [J]. Pediatr Phys Ther, 2009, 21(2): 201-204.
- [12] Shaari IH, Osman N, Shasmin HN. Interface Pressure of Lycra Orthosis at Different Postures in Children with Cerebral Palsy (CP)[J]. Sains Malaysiana, 2018, 47(4): 763-771.
- [13] Giray E, Keniş-Coşkun Ö, Güngör S, et al. Does stabilizing input pressure orthosis vest, lycra-based compression orthosis, improve trunk posture and prevent hip lateralization in children with cerebral palsy? [J]. Turk J Phys Med Rehabil. 2017, 64(2): 100-107.
- [14] Bar-Haim S, Harries N, Belokopytov M, et al. Comparison of efficacy of Adeli suit and neurodevelopmental treatments in children with cerebral palsy[J]. Dev Med Child Neurol, 2006, 48(5): 325-330.
- [15] Morris C, Bowers R, Ross K, et al. Orthotic management of cerebral palsy: recommendations from a consensus conference[J]. NeuroRehabilitation, 2011, 28(1): 37-46.
- [16] Gerard A, Toussaint-thorin M, Mohammad Y, et al. PROPENS-IX: pressure garment therapy using compressive dynamic Lycra® sleeve to improve bi-manual performance in unilateral cerebral palsy: a multicenter randomized controlled trial protocol[J]. Trials, 2022, 23(1): 117-117.
- [17] Scheeren EM, Mascarenhas LPG, Chiarello CR, et al. Description of the Pediasuit Protocol™[J]. Fisioter mov, 2012, 25(3): 473-480.
- [18] Blair E, Ballantyne J, Horsman S, et al. A study of a dynamic proximal stability splint in the management of children with cerebral palsy[J]. Dev Med Child Neurol, 1995, 37(6): 544-554.
- [19] 郭川, 卞海波, 赵坤坤, 等. 动态矫正衣对脑卒中患者前伸够物时躯干运动和肢体表面肌电的即刻效应分析[J]. 中国康复, 2020, 35(10): 507-511.
- [20] 黄真. “运动学习”相关理论及其在脑性瘫痪康复中的应用[J]. 中国康复医学杂志, 2007, 2007(07): 652-655.
- [21] 蒋媛, 罗开涛, 钱立锋, 等. 全功能动态矫正衣辅助治疗小儿痉挛型脑瘫 40 例临床观察[J]. 中医儿科杂志, 2022, 18(03): 87-

- 91.
- [22] Clemente Remón dL, Agnieszka Panufnik M. Effectiveness of therapeutic suits and intensive suit trainings in individuals with cerebral palsy and other neurological disorders: a scoping review [J]. *Physiother Quart*, 2021, 29(2): 12-22.
- [23] El-Shamy, SM, El-Kafy, EMA. Combined effect of orthotic intervention and conventional exercise training on balance and gait performance in cerebral palsy: a randomized controlled trial[J]. *Bull Fac Phys Ther*, 2022, 27(1): 10-17.
- [24] Afzal F, Manzoor S, Afzal A. Latest trends in pediatric physical therapy and concept of intensive pediatric physical therapy[J]. *RMJ*, 2017, 42(4):581-583.
- [25] Heyrman L, Desloovere K, Molenaers G, et al. Clinical characteristics of impaired trunk control in children with spastic cerebral palsy[J]. *Res Dev Disabil*, 2013, 34(1): 327-334.
- [26] Neves EB, Krueger E, Stéphanie De Pol, et al. Benefícios da Terapia Neuromotora Intensiva (TNMI) para o Controle do Tronco de Crianças com Paralisia Cerebral[J]. *Revista Neurociências*, 2014, 21(4): 549-555.
- [27] Romeo DM, Specchia A, Sini F, et al. Effects of Lycra suits in children with cerebral palsy[J]. *Eur J Paediatr Neurol*, 2018, 22(5): 831-836.
- [28] Giray E, Karadag-Saygi E, Ozsoy T, et al. The effects of vest type dynamic elastomeric fabric orthosis on sitting balance and gross manual dexterity in children with cerebral palsy: a single-blinded randomised controlled study[J]. *Disabil Rehabil*, 2020, 42(3): 410-418.
- [29] 江雨擎, 张丽华, 康贝贝, 等. 全方位密集运动训练对痉挛型双瘫脑性瘫痪儿童运动功能的影响[J]. *中国中西医结合儿科学*, 2020, 12(5): 426-429.
- [30] I Tsirikos A. Development and treatment of spinal deformity in patients with cerebral palsy[J]. *Indian J Orthop*, 2010, 44(2): 148-158.
- [31] El-Kafy EMA, El-Shamy SM. The impact of conservative soft orthotic intervention with strapping on thoracic kyphotic posture and spinal mobility in children with cerebral palsy: a randomized control trial[J]. *Bull Fac Phys Ther*, 2022, 27(1): 9-16.
- [32] Kafy EMAE, El-Shamy SM. Efficacy of TheraTogs orthotic undergarment on modulation of spinal geometry in children with diplegic cerebral palsy[J]. *Bull Fac Phys Ther*, 2021, 26(1): 29-37.
- [33] Azab A. Effect of suit therapy on back geometry in spastic diplegic cerebral palsied children[J]. *J Am Sci*, 2014, 10(10):245-251.
- [34] Monbaliu E, De Cock P, Mailleux L, et al. The relationship of dystonia and choreoathetosis with activity, participation and quality of life in children and youth with dyskinetic cerebral palsy[J]. *Eur J Paediatr Neurol*, 2017, 21(2): 327-335.
- [35] El-Shamy SM, Kafy EMAE. Efficacy of axial TheraTogs on gait pattern in children with dyskinetic cerebral palsy: a randomized controlled trial[J]. *Bull Fac Phys Ther*, 2021, 26(1): 12-19.
- [36] Jung J, Jeong J, Lee D, et al. Comparison of spatio-temporal gait parameters depending on using TheraTogs in children with spastic cerebral palsy[J]. *Current Paediatric Research*, 2019, 23(1): 5-10.
- [37] Kim MR, Lee BH, Park DS. Effects of combined Adeli suit and neurodevelopmental treatment in children with spastic cerebral palsy with gross motor function classification system levels I and II[J]. *Hong Kong Physiother J*, 2016, 34(6): 10-18.
- [38] Martins E, Cordovil R, Oliveira R, et al. The Immediate Effects of a Dynamic Orthosis on Gait Patterns in Children With Unilateral Spastic Cerebral Palsy: A Kinematic Analysis[J]. *Front Pediatr*, 2019, 7(2): 42-64.
- [39] Chang WD, Chang NJ, Lin HY, et al. Changes of Plantar Pressure and Gait Parameters in Children with Mild Cerebral Palsy Who Used a Customized External Strap Orthosis: A Crossover Study[J]. *Biomed Res Int*, 2015;2015:813942.
- [40] Mélo TR, Yamaguchi B, Chiarello CR, et al. Intensive neuromotor therapy with suit improves motor gross function in cerebral palsy: a Brazilian study[J]. *Motricidade*, 2017, 13(4): 54-61.
- [41] Mahani MK, Karimloo M, Amirjalali S. Effects of Modified Adeli Suit Therapy on Improvement of Gross Motor Function in Children with Cerebral Palsy[J]. *HKJOT*, 2011, 21(1): 9-14.
- [42] Elliott C, Reid S, Hamer P, et al. Lycra® arm splints improve movement fluency in children with cerebral palsy[J]. *Gait Posture*, 2011, 33(2): 214-219.
- [43] Alagesan J, Shetty A. Effect of Modified Suit Therapy in Spastic Diplegic Cerebral Palsy-A Single Blinded Randomized Controlled Trial[J]. *Online J Health Allied Scs*, 2010, 9(4): 14-17.
- [44] Bailes AF, Greve K, Burch CK, et al. The Effect of Suit Wear During an Intensive Therapy Program in Children With Cerebral Palsy[J]. *Pediatr Phys Ther*, 2011, 23(2): 136-142.
- [45] Bailes AF, Greve K, Schmitt LC. Changes in two children with cerebral palsy after intensive suit therapy: a case report[J]. *Pediatr Phys Ther*, 2010, 22(1): 76-85.
- [46] Wells H, Marquez J, Wakely L. Garment Therapy does not Improve Function in Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review[J]. *Phys Occup Ther Pediatr*, 2018, 38(4): 395-416.
- [47] Jackman M, Sakzewski L, Morgan C, et al. Interventions to improve physical function for children and young people with cerebral palsy: international clinical practice guideline[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2021, 64(5): 536-549.
- [48] Nicholson JH, Morton RE, Attfield S, et al. Assessment of upper-limb function and movement in children with cerebral palsy wearing lycra garments[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2001, 43(6): 384-391.
- [49] Knox V. The Use of Lycra Garments in Children with Cerebral Palsy: A Report of a Descriptive Clinical Trial[J]. *BJOT*, 2003, 66(2): 71-77.
- [50] Rennie DJ, Attfield SF, Morton RE, et al. An evaluation of lycra garments in the lower limb using 3-D gait analysis and functional assessment (PEDI)[J]. *Gait & Posture*, 2000, 12(1): 1-6.
- [51] Neves EB. Trends in Neuropediatric Physical Therapy[J]. *Front Public Health*, 2013, 4(1): 5-7.