

肌筋膜链理论在痉挛型脑性瘫痪患儿康复中的应用研究进展*

马丙祥¹ 崔洁琼² 张建奎¹ 靳 辉¹ 李红波¹ 吴秋艳²

脑性瘫痪(cerebral palsy,CP)简称脑瘫,是由于发育中胎儿或婴幼儿脑部非进行性损伤所引起的一组持续存在的中枢运动和姿势发育障碍,它会导致永久性的功能活动受限。脑性瘫痪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],其中最常见的是痉挛型脑瘫(spastic cerebral palsy)。随着世界各国对肌筋膜链理论的关注,其在康复治疗学领域的发展及应用逐渐成为研究热点,为痉挛型脑瘫患儿步态及姿势异常方面的改善提供了一套新的思路,具有重要的临床意义。

肌筋膜结构整合疗法(myofascial structural integration, MSI)作为物理性康复手段,将整体论充分应用于姿势与运动分析中,肌筋膜链理论从功能上的整体性和力学传递的角度清晰描述了人体的稳定性、张力、拉力及姿势代偿等。有科学家认为肌筋膜在一定程度上可进行自我调节以适应身体压力和张力,而MSI疗法能放松肌筋膜的紧张度、优化粘弹性^[2-5],改善痉挛型脑瘫患儿的肌张力、异常姿势和运动功能。在此,本文作者就源于“PubMed”、“Web of science”及“中国期刊全文数据库”中,以肌筋膜链理论在脑瘫儿童康复中的应用为主题的相关中英文全文文献做一综述。

1 人体肌筋膜链理论概述

1.1 肌筋膜链的定义和组成

肌筋膜是包绕肌肉、血管、神经的结缔组织网,位于皮肤深层且渗透身体各个器官,其主要功能是传导肌肉产生的力量、减少肌肉间的摩擦、增加躯体柔韧性。纵横穿行于全身结缔组织的筋膜形成了肌筋膜链,它是基于标准的西方解剖学的拉力线,传递人体运动姿势的张力,并协助骨骼、肌肉运动和提供稳定性^[6]。德国人Franz Reuleaux^[7]在《机械运动学》中第一次创造性提出“链接概念”,并迅速推广应用到其他领域。Janda^[8]博士提出了“链反应(chain reaction)”概念,用来解释肌肉骨骼病理学中的一些现象,“链反应”由关节链、肌肉链、神经链组成,三大链结构在功能上相互影响。Phil Page^[9]认为人体肌肉链包括协同肌(synergists)、肌筋膜链(myofascial chains)和肌肉环带(muscle band)三种类型,三

种肌肉链与骨骼及神经系统彼此相互作用。肌筋膜链理论首先由著名物理手法治疗师Ida.Rolf博士提出,并由其学生国际著名手法治疗大师Thomas Myers通过解剖实践验证得出,Myers^[6]认为这是对传统肌肉解剖学的创新,突破了每条肌肉都有特定起止点的局限,强调肌肉系统的整体功能。他提出肌肉链(muscular chains)是运动链力量来源,肌筋膜链作为肌肉链的一部分,是人体功能代偿的基础。Richter Philipp^[10]认为随着近几年来人们对运动链的深入研究,多位Rolfers按摩师、理疗师、康复治疗师从不同角度提出并建立了多个个体肌肉模型。人体肌筋膜链主要包含后表线、前表线、体侧线、螺旋线、手臂线、功能线、前深线,分别从不同层面、方位对人体的核心稳定、姿势维持及运动功能发挥一定的作用^[11]。

1.2 肌筋膜链的生理学作用

Eldred等^[12]认为,除了肌肉和关节外,筋膜鞘是本体感觉最丰富的部位。在电子显微镜下研究显示,肌筋膜链中含有大量神经纤维、神经细胞。Myers^[6]认为肌筋膜链内包含丰富的神经感受器,能将本体感觉、压力、疼痛等反馈信号传递给中枢神经,其反弹效应可以缓冲身体肌肉机械收缩力量,减少或延迟疲劳的出现。白宇等^[13]认为筋膜作为一种结缔组织,从生物进化角度分析,它与单胚层生物的细胞外基质、两胚层生物的中胶层、三胚层生物的间充质为同源结构,其中高尔基腱器官(Golgi tendon organ,GTO)由包绕着肌腱胶原纤维的感觉神经末梢组成,是感受肌张力程度的本体感受器。肌筋膜链在机体中的作用主要有支撑骨骼系统,维持身体力线平衡;受压时传导电信息趋势(压电现象);将肌肉的收缩效应传至骨骼运动等^[14]。人体不同部位的肌肉、骨骼通过肌筋膜链组成了一个力学整体,建立了肌肉整体观。王银晖等^[15]认为在人体运动科学理论下,人体所有动作的完成都是在神经系统支配下,以肌肉为主动系统,筋膜肌腱为被动系统。Ingber等^[16]认为人体拥有正常姿势及步态是由于每个细胞处于正常的力学环境中。通过按摩肌筋膜链可以促进整个结缔组织胶原网达到力学平衡,对于改善人体异常姿态具有深远意义,其本质是从力学角度连接或“调整”人体系

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2019.12.020

*基金项目:河南省中医药研究专项课题(2017ZY2059)

1 河南中医药大学第一附属医院,河南郑州,450000; 2 河南中医药大学第一临床医学院

作者简介:马丙祥,男,教授,博士,主任医师; 收稿日期:2018-04-02

统。肌筋膜链理论从力学层面解释了人体机械运动的代偿现象,现代研究可以遵循它的延伸路径确定代偿出现的根本原因,从源头处解决疼痛和损伤等问题^[17]。

1.3 病理性肌筋膜链的特点

Hansen等^[18]通过研究表明,痉挛状态下肌肉及筋膜的病理性结构性改变可能增加肢体的僵硬程度,进一步造成患儿运动功能障碍和姿势异常,引起继发性的肌肉筋膜及其细胞外基质的结构性改变。肢体受肌肉痉挛强直状态的影响,在拉伸时会出现过高的肌张力,长时间会导致肌肉紧张和姿势异常,从而造成关节挛缩畸形。Tomasek等^[19]认为微观角度每个细胞都会涉及人体的“张力领域(Tensile Field)”,当细胞空间排列异常时,会出现代偿性移动,如果代偿仍无法使细胞空间排列恢复正常,则细胞功能就会受损,导致肌肉僵硬、紧张度高。Ingber等^[20]认为从微观角度看,细胞存在内在的力学平衡,如果每个细胞处于力失衡的状态,人体会表现出相应的症状,出现姿势异常等。胡新贞^[21]认为人体是一个协同完整的整体结构,临床上可以通过整体分析肌筋膜的结构、状态、紊乱和代偿模式对机体进行针对性的治疗。王芳玉等^[22]认为细胞同人体一样也是一个整体,存在内在的力学平衡。无论从肌肉角度还是从细胞角度,这种张力平衡如同中医理论的阴阳平衡,一方过强或过剩,都会引起相应的症状。

2 痉挛型脑瘫与肌筋膜链异常

对于痉挛型脑瘫而言,通过物理疗法、作业疗法、支持疗法、药物治疗和外科手术等综合康复治疗可在一定程度上纠正异常姿势,改善运动功能。Casesmith等^[23-24]认为无创治疗(如经颅磁刺激)效果通常是有限的或暂时的,不能实质性改变脑性瘫痪病变的自然进程或改善受疾病影响的肢体功能。局部注射肉毒素治疗,通常也只是短暂性的改善痉挛。Loi等^[25]认为针对轻度痉挛型CP患儿局部结构性病变,尤其是在肢体挛缩和畸形之前,全面综合的治疗方案是改善脑瘫患儿运动机能的重要途径。

2.1 痉挛型脑瘫患者的运动和姿势异常特点

痉挛型脑瘫以锥体系受损为主,临床常表现为四肢肌张力增高呈折刀征,上肢内收、内旋、屈肘、前臂旋前、拇指内收,下肢内收、内旋、屈膝、剪刀步等异常姿势,腱反射亢进、踝阵挛和其他病理征等^[26]。轻型患儿虽然可以独立行走,但往往表现为行走速度减慢、步幅缩短、双支撑相时间延长。Chandan^[27]认为由于肌肉的痉挛和挛缩,会使脑瘫患儿的骨骼发生变化,其中脊柱和四肢关节最常受到影响。Morrell等^[28]认为早期识别脑瘫患者的渐进性畸形可及时治疗和预防不可逆变化。

2.2 痉挛型脑瘫者的肌筋膜链异常特点

未成熟脑损伤所致上运动神经元损害的特征性表现是痉挛状态,而长期痉挛状态及其引发的肌肉病理学反应可以导致肌张力更高,并出现继发性挛缩。Smith等^[29]研究表明,在痉挛型脑瘫患儿中,骨骼肌及其细胞外基质发生了改变,肌束在被动状态下的僵硬程度随着细胞外基质胶原含量的增加和肌节长度的增加而增高,而不是单个肌纤维力学特性的异常,这些发现表明了肌肉和其细胞外基质的结构变化是肌张力增高和肢体僵硬的重要因素。Rose等^[30]认为痉挛型脑瘫患儿继发性肌肉结构损伤、细胞外基质和肌筋膜结构的改变会使肌张力异常,具体变化包括肌纤维的大小和分布、细胞外基质的增生、细胞基质的机械性能改变、肌细胞僵硬增加。肌筋膜链理论可以从整体上分析痉挛型脑瘫患儿姿势异常状态,例如足底筋膜过紧会导致膝关节过伸,膝过伸后会发生身体重心后移,继而导致骨盆的前倾、腰椎前凸等异常姿势。运用肌筋膜链牵一发而动全身的特点,松解足底筋膜会使膝关节过伸、骨盆前倾、含胸驼背等异常姿势得到缓解。痉挛型脑瘫患儿由于各种原因导致其内在张力发生了变化,继而使整条筋膜链的张力发生了改变,时间长久便会造成人体体态结构的异常。

3 肌筋膜结构整合疗法及其在临床应用进展

3.1 MSI疗法的定义及研究目的

MSI疗法是由Ida.Rolf博士在19世纪三十年代提出的一种以推拿软组织来放松筋膜层的特殊辅助疗法,本质上是通过一定的按摩手法松解僵硬紧张的结缔组织,包括肌筋膜、肌腱、韧带、骨骼肌等,使筋膜结缔组织结构和整体力线得以重塑。近年来有研究将该疗法用于痉挛型脑瘫患儿的治疗,在改善其运动功能和步态方面取得一定疗效。Bowman等^[31]认为肌筋膜链理论为康复治疗指明了道路,基于肌筋膜理论的MSI疗法并非只针对局部组织的病变,而是整体考虑了压力和张力在全身的分布及其造成的不利影响。

3.2 MSI疗法的具体操作、临床应用情况

MSI是整体-系统的治疗方式,重点在肌筋膜链,需要治疗师将机体作为一个整体进行治疗。专业Rolfers按摩师推拿肌肉和筋膜以缓解身体僵硬的部位,增加患儿运动稳定性,将身体调整到适当状态以促进运动功能的改善。MSI疗法的基本顺序为:开始于较浅层的肌筋膜链——浅表线、体侧线、后表线,然后是螺旋线,最后治疗“核心”的部位——集中于前深线上。在疗程最后阶段,将核心线与浅表线肌筋膜合并整合。Elizabeth^[32]认为通过MSI疗法,可提高机体新陈代谢,改善肌张力、使肌筋膜间的神经传导性增强。筋膜中包含丰富的神经末梢和自主神经,其中四种经典类型的机械感受器包括高尔基腱器官(感受肌纤维牵张)、帕西尼小体(感受压力)、鲁菲尼小体(感受剪切力)、游离神经末梢(感受

以上全部力及疼痛)^[38]。因此得到松解的肌筋膜,所在区域的新陈代谢增强,周围肌张力达到均衡,镶嵌在肌筋膜间的神经传导性增强。基于MSI疗法的优点,它常常被用于运动创伤性疾病、形体训练、竞技体育、康复治疗领域。

4 MSI疗法在治疗痉挛型脑瘫中的研究现状

4.1 MSI疗法对痉挛型脑瘫姿势和步态的影响

Hansen等^[32]认为通过MSI疗法,对受累肌肉筋膜进行有针对性的放松,并辅助以物理治疗、作业疗法等可以改善轻度痉挛型脑瘫儿童的异常姿势。Perry等^[33]研究发现,轻度脑瘫患儿通过MSI疗法联合常规康复治疗,其步态参数如步频、步速和步长均有改善。Ketelaar等^[34]对48月龄以下的婴幼儿进行每周10次、每次60—90min的MSI干预,根据患儿病情辅以常规治疗,采用GMFM-66评分和GAITRite®电子步态分析仪进行疗效评估,表明接受MSI治疗后步幅和运动质量有所改善,但GMFM-66评分和步态参数改变不明显。

Price等^[18]分析了2个粗大运动功能水平Ⅱ级的典型案例:例A为7岁男性右侧偏瘫型脑瘫患儿,例B为6岁的男性双瘫型脑瘫患儿。均接受了3个月的MSI治疗(每周10次、每次75min)和常规性治疗。分别在治疗前、治疗3个月、6个月后进行GAITRite®系统步态评估。结果表明,例A经过MSI系统治疗3个月后,单侧下肢支撑时间延长,且疗效维持一段时间后逐渐回落至基线。提示MSI疗法可能对肌肉有直接而短暂的影响,类似于脑瘫的其他治疗方法,如A型肉毒毒素注射^[35-36]。例B的治疗结果则提示:步速的增加并不能较好的反应患儿步态的改善,相反是对患儿行走过程中控制力欠佳的一个代偿。治疗后步态分析的变化表明,患侧步长明显增加,说明行走过程中足跟着地的改善及足尖行走的减少。MSI作为一种对脑瘫患儿综合治疗的辅助疗法,会使步态得到适度的、暂时的改变。

4.2 MSI疗法对痉挛型脑瘫运动功能水平的影响

Hansen等^[33]通过随机交叉试验观察MSI疗法的疗效,8例年龄在2—7岁、粗大运动分级水平Ⅱ—Ⅳ级的脑瘫患儿在接受物理治疗和作业治疗等综合治疗同时,治疗师针对核心和四肢肌肉群进行每周10次、每次60—90min的MSI治疗,并在每个治疗阶段后进行GMFM-66评分。结果显示,经过MSI疗法后,7/8例患儿GMFM-66评分有改善^[37],3/8例患儿踝关节背屈明显改善。Vaidya^[27]等对30例2—8岁的痉挛型脑瘫患儿进行研究,探讨MSI联合常规理疗对腓肠肌、腘绳肌、内收肌痉挛及下肢功能的影响。每组15例受试者,A组:MSI疗法和常规物理治疗(physical therapy,PT)。B组:常规PT治疗。在治疗前和治疗后采用改良Ashworth量表、改良Tardieu量表(MTS)对腓肠肌、腘绳肌、内收肌进行肌张力和痉挛评估,采用GMFM-88对总运动功能进行评估。结

果显示A组与B组相比痉挛降低明显,但两组间GMFM值没有明显的差异。提示MSI能促进痉挛型脑瘫的运动功能、改善肢体痉挛、放松和重新调整肌肉。GMFM评分无明显改善可能与研究干预时间太短、样本量小和治疗方案不完善等有关。Chandan^[27]认为MSI是一种非常有效、温和、安全的软组织松解方法,通过改善血液循环和神经系统的传导,增强人体自身的恢复能力。随着时间的推移,这种低负荷持续的整合,使肌筋膜组织伸展放松,从而增加了肢体运动的范围、灵活性并减轻痉挛。

4.3 局限性和未来研究方向

MSI疗法在临床研究中的局限性主要是研究样本量相对较小、GMFCS水平分布不均匀、GMFM-66参数是否为敏感评定标准、治疗组与对照组脑瘫患儿严重程度不均,以及测量方式有误差等。

MSI的优点是可以直接作用于肌肉筋膜组织,是一种无创性疗法,作为辅助治疗儿童痉挛型脑瘫的方法,对其步态姿势、运动功能等方面有所改善。在进一步的研究中,我们可以增加研究样本、减小评估误差,还可以考虑在研究设计中纳入其他评估标准。另外可以评估MSI疗法在非运动功能方面的益处,包括生长的正变化(身高和体重)和身体功能(肠道功能)、身体内在器官功能、生活沟通和社会功能。如果在未来研究中,MSI疗法继续表现出它的优势,我们可将它作为康复疗法的补充疗法,对其进一步进行评估以解决痉挛型脑瘫患儿肢体僵硬、姿势异常、肌肉和细胞外基质的病理性改变等问题。

5 小结

初步研究结果表明MSI疗法作为一种辅助技术可以放松肌肉和筋膜,促进痉挛型脑瘫儿童的运动功能、步态改善及纠正异常姿势。因此,将其作为综合康复治疗的辅助疗法具有一定的前景。

参考文献

- [1] O'Brien IM, Newmantaylor AJ, Burge PS, et al. The Definition and Classification of Cerebral Palsy[J]. Developmental Medicine & Child Neurology Supplement, 2007, 49(s109):1.
- [2] Schleip R. Fascial plasticity - a new neurobiological explanation: Part 1[J]. Journal of Bodywork & Movement Therapies, 2003, 7(1):11—19.
- [3] Schleip R. Fascial plasticity-a new neurobiological explanation: Part 2[J]. Journal of Bodywork & Movement Therapies, 2003, 7(2):104—116.
- [4] Thomas WM. Structural integration - developments in Ida Rolf's 'Recipe' - I[J]. Journal of Bodywork and Movement Therapies, 2004, 8:131—142.
- [5] Swartz MA, Tschumperlin DJ, Kamm RD, et al. Mechanical

- stress is communicated between different cell types to elicit matrix remodeling[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2001, 98(11):6180—6185.
- [6] Myers TW. *Anatomy trains: Myofascial meridians for manual and movement therapists*[M]. New York: Churchill Livingstone, 2001.
- [7] 李世明. 对人体运动环节重量矩测量方法的理论研究[J]. *上海体育学院学报*, 2004, 28(3):62—66.
- [8] Page P, Frank CC, Lardner R. Assessment and treatment of muscle imbalance: the Janda approach[M]. *Human Kinetics*, 2009.
- [9] Phil Page. Sensorimotor training: A "global" approach for balance training[J]. *Journal of bodywork and movement therapies*, 2005, 10(1): 188—192.
- [10] Richter Philipp, Eric. Hebgen. 赵学军,等译. 肌肉链与扳机点+手法镇痛的新理念及其应用[M]. 济南:山东科技出版社, 2011.9,12—13.
- [11] 迈尔斯, 关玲, 周维金,等. 解剖列车:徒手与动作治疗的肌筋膜经线[M]. 军事医学科学出版社, 2015.
- [12] Eldred E. The dual sensory role of muscle spindles[J]. *Physical Therapy*, 1965, 45:290
- [13] 白宇, 原林, 黄泳,等. 经络的解剖学发现——筋膜学新理论[J]. *世界科学技术:中医药现代化*, 2010, 12(1):20—24.
- [14] Marian Wolfe Dixon, 狄克逊, 李德淳,等. 肌筋膜按摩疗法[M]. 天津科技翻译出版公司出版, 2008.3—8.
- [15] 王银晖. 系统论视角下的运动链、链反应及功能性训练再认识[J]. *山东体育学院学报*, 2017, 33(3):86—93.
- [16] Ingber DE. Cellular mechanotransduction: putting all the pieces together again[J]. *Faseb Journal Official Publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology*, 2006, 20(7):811.
- [17] 原林. 筋膜学[M]. 北京: 清华大学出版社, 2011. 57—61.
- [18] Hansen AB, Price KS, Loi EC, et al. Gait changes following myofascial structural integration (Rolfing) observed in 2 children with cerebral palsy[J]. *Journal of Evidence-based Complementary & Alternative Medicine*, 2014, 19(4): 297—300.
- [19] Tomasek JJ, Gabbiani G, Hinz B, et al. Myofibroblasts and mechano-regulation of connective tissue remodelling[J]. *Nat Rev Mol Cell Biol*, 2002, 3(5):349—363.
- [20] Ingber DE. Cellular tensegrity revisited I. Cell structure and hierarchical systems biology[J]. *J Cell Sci*, 2003, 116: 1157—1173.
- [21] 胡新贞. 试析结合肌筋膜链理论与形体训练纠正不良身体姿态[J]. *当代体育科技*, 2015, 5(33):214—215.
- [22] 王芳玉, 董宝强, 宋杰. 肌筋膜链理论在针刺治疗KOA中应用探析[J]. *辽宁中医药大学学报*, 2017,(6):119—121.
- [23] Case-smith J, Frolek Clark GJ, Schlabach TL. Systematic review of interventions used in occupational therapy to promote motor performance for children ages birth-5 years[J]. *American Journal of Occupational Therapy*, 2013, 67(4): 413—424.
- [24] Jackman M, Novak I, Lannin N. Effectiveness of hand splints in children with cerebral palsy: a systematic review with meta-analysis[J]. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 2014, 56(2):138—147.
- [25] Loi EC, Buysse CA, Price KS, et al. Myofascial structural integration therapy on gross motor function and gait of young children with spastic cerebral palsy: a randomized controlled trial[J]. *Frontiers in Pediatrics*, 2015, 3:74.
- [26] 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.
- [27] Chandan K, Snehashri N et al. Effectiveness of Myofascial Release on Spasticity and Lower Extremity Function in Diplegic Cerebral Palsy: Randomized Controlled Trial[J]. *International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2014 03.10.4172/2329-9096.1000253.
- [28] Morrell DS, Pearson JM, Sauser DD. Progressive bone and joint abnormalities of the spine and lower extremities in cerebral palsy[J]. *Radiographics*, 2002, 22(2):257—268.
- [29] Smith LR, Lee KS, Ward SR, et al. Hamstring contractures in children with spastic cerebral palsy result from a stiffer extracellular matrix and increased in vivo sarcomere length[J]. *Journal of Physiology*, 2011, 589(10):2625—2639.
- [30] Rose J, Haskell WL, Gamble JG, et al. Muscle pathology and clinical measures of disability in children with cerebral palsy[J]. *Journal of Orthopaedic Research*, 1994, 12(6):758—768.
- [31] Bowman T. *Body 3: The Spine; Part Two; Tensegrity Continuum*[J]. *Massage Magazine*, 1999.
- [32] Hansen AB, Price KS, Feldman HM. Myofascial structural integration: a promising complementary therapy for young children with spastic cerebral palsy[J]. *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*, 2011, 17(2): 131—135.
- [33] Perry J, Jones MH, Thomas L. Functional evaluation of Rolfing in cerebral palsy[J]. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 1981, 23(6):717—729.
- [34] Ketelaar M, Vermeer A, Hart H, et al. Effects of a functional therapy program on motor abilities of children with cerebral palsy[J]. *Physical Therapy*, 2001, 81(9):1534—1545.
- [35] Kirschner J, Berweck S, Mall V, et al. Botulinum toxin treatment in cerebral palsy: evidence for a new treatment option [J]. *J Neurol*, 2001, 248(suppl 1):28—30.
- [36] Satila H, Pietikainen T, Iisalo T, et al. Botulinum toxin type A injections into the calf muscles for treatment of spastic equinus in cerebral palsy: a randomized trial comparing single and multiple injection sites[J]. *Am J Phys Med Rehab*, 2008, 87:386—394.
- [37] Sperotto L. Gross Motor Function Measure (GMFM-66 & GMFM-88) User's Manual[J]. *International Journal of Disability Development & Education*, 2016, 63(6):1—2.
- [38] 吴小川. 人类踝关节外侧韧带机械感受器的形态学研究[D]. 中山大学, 2009:1—2.