

·综述·

肉毒毒素治疗对脑性瘫痪患儿肌肉形态改变的研究进展*

陈莹¹ 徐开寿^{1,2}

脑性瘫痪是指发生于发育中胎儿或婴幼儿脑部,非进行性损伤导致的可引起活动受限的运动和姿势发育性持续障碍的一组疾病,常伴有感知觉行为障碍及继发性肌肉骨骼变形等问题^[1]。80%—90%的脑性瘫痪患儿可有不同程度的肢体痉挛,由于痉挛肌肉的生长速度较慢,仅达骨骼生长速度的55%^[2],容易导致肌肉骨骼变形(如跟腱挛缩和髋关节发育不良等),进而影响其日常生活和学习。因此,肢体痉挛问题是当前脑性瘫痪治疗中最迫切需要解决的问题之一,及时应用A型肉毒毒素(botulinum toxin type A, BTX-A)不仅可缓解肢体痉挛,还可预防挛缩与畸形的进一步发展。

BTX-A注射治疗是利用BTX-A作用于神经肌肉接头处,通过抑制突触前膜对神经递质——乙酰胆碱的释放,使靶肌群发生松弛性麻痹。BTX-A治疗技术被证实为安全有效的治疗方法^[3],目前广泛地应用于脑性瘫痪患儿肢体痉挛的处理。近几年,国际上关于BTX-A注射对痉挛肌群的形态学参数(如肌肉长度、肌肉体积和生理横截面积等)影响的报道日益增多,但国内却鲜见报道。因此,本文将对注射BTX-A后的脑性瘫痪患儿的肌肉形态改变进行综述,以期对临床实践和将来进一步的研究提供参考。

1 脑性瘫痪患儿的肌肉形态发育及其检测

由于脑性瘫痪常伴有继发性的肌肉骨骼变形问题(如软组织挛缩和骨骼旋转畸形等),可严重影响患儿的社会活动能力及生存质量,因此,若能及早了解脑性瘫痪患儿的肌肉形态特点及发展规律,对于及时进行临床干预的指导以防止或减缓肌肉骨骼继发性畸形的发展将有非常重要的意义。

有学者^[4]通过研究5—11岁的正常儿童在6个月内的肌肉形态及肌力变化等发育模式,利用了磁共振成像技术(magnetic resonance imaging, MRI)和测力计等测量受试儿童的大腿肌群的肌体积、生理横截面积及膝关节屈伸肌群的肌力(包括等张及等长收缩力矩峰值等),结果表明在儿童发育的某一时期,肌肉形态与肌力有密不可分的关系,特别强调了两者在正常儿童力量增长的过程中显著相关,而与性别

则无明显相关;该研究还分析了大腿肌群的肌体积、生理横截面积及肌力之间的关系,结果表明肌体积与肌力显著相关,并指出在之前的研究中,由于肌电图不能同时收集肌肉的等张收缩及等长收缩的力矩峰值数据,因此一直以来的测量数据可能偏低。该研究可为后续对脑性瘫痪患儿的肌肉形态变化规律研究提供数据参考。此外,近年来对下肢血流量与肌体积关系的研究日益增多。有研究表明^[5-6]应用血流限制法(blood-flow restriction, BFR)结合低强度的抗阻训练对增加肌体积及肌力的效应不亚于传统的高强度抗阻训练,利用充气臂带、加压袖带或弹性绷带限制肢体血流量后,可能产生一系列复杂的机制(如代谢性应激及机械张力)刺激肌肉的自分泌或旁分泌,从而产生肥厚性应答,提示肢体受压及血流量减少所引发的刺激与肌体积及肌肉发育可能存在关联,可为日后对儿童骨骼肌肉的发育与训练的研究提供新思路,但目前主要在健康成人中展开了相关研究^[7-8],具体机制尚未完全明确。Barrett和Lichtwark^[9]进行了关于脑性瘫痪患儿肌肉形态和结构的系统性综述分析,相关证据提示,在同龄的脑性瘫痪患儿中,痉挛型患儿的肌体积比非痉挛型的患儿小^[10-16],并且其腓肠肌缩短可能是由于相应腱膜的收缩及肌纤维直径的减少所致^[17]。Barber等^[18]对15例2—5岁的脑性瘫痪患儿与20例正常同龄儿童的肌体积及肌长度进行了对比研究,结果发现患儿肌体积较正常儿童显著减少,此外,该研究还指出,肌体积的缩小在儿童早期即可发生,在此年龄组别的儿童肌体积、肌长度均与年龄呈正相关,肌肉形态结构、肌体积与肌力密切相关^[19]。以往一般认为脑性瘫痪患儿肢体痉挛畸形的发展是由于肌肉痉挛僵硬而长期活动受限所致,然而现在有学者提出影响脑性瘫痪患儿肌肉发育的因素更为复杂,可能受到神经因素、内分泌因素、营养因素及机械因素等多因素的调控,随着患儿的生长发育,肌体积的缩小可能会更明显^[20]。目前对于脑性瘫痪患儿肌长度的变化是有争议的,特别是对于痉挛型脑性瘫痪患儿来说,一方面,有文献报道并非所有脑性瘫痪患儿的肌长度都会明显缩短,甚至有学者认为他们的肌长度没有显著差异^[6,11,13];另

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2016.01.025

*基金项目:广州市科技计划项目(2014J4100136)

1 广州市妇女儿童医疗中心康复科,广州,510120; 2 通讯作者
作者简介:陈莹,女,硕士研究生; 收稿日期:2015-03-03

一方面,有人指出与正常儿童肌和偏瘫患儿未受累肢体肌比较,痉挛肌的肌长度明显缩短^[21-22]。这可能是由于研究中选取对象的年龄、痉挛的受累程度、个体发育差异以及肌肉测量技术尚未统一所致。

如前所述,脑性瘫痪患儿的肌肉生长速度缓慢,因而其肌肉形态的改变也不易察觉。在肌肉变化的早期,由于肌肉萎缩或痉挛改变不明显,故患儿及其家属无法及时得知病变情况,往往直到出现临床可见的肌肉萎缩、挛缩甚至肢体障碍才开始进行干预治疗,为此,选择直观、方便可靠的肌肉检测手段显得十分必要。以往肌肉形态的测量多依赖MRI技术,然而由于MRI成本较高、不便操作以及检查地点受限等因素的存在,导致MRI在肌肉检测领域的开展受限,故学者们开始把目光投向超声成像技术(ultrasound imaging, USI)。USI是一种实时、无创和便捷的成像方法,同时也是第一种可以辅助诊断肌肉疾病的成像技术^[23]。具有对人体无创、无痛苦、无辐射、结果直观及不受检查地点约束等优点,因此人体肌肉形态测量领域得以广泛应用。USI在分析和评估肌肉形态上可以提供丰富和有意义的信息,如肌纤维长度、肌肉厚度、肌肉的横截面积和羽状角等。三维超声甚至可以测量肌体积,可客观、直接地反映肌肉形态以及更便于观察患儿治疗前后肌肉的动态变化。国外已有不少学者利用USI对脑性瘫痪患儿的常用肌肉形态学参数进行研究,包括了肌肉厚度^[24-28]、肌束长度和羽状角^[17,21,29-30]以及估算肌肉体积^[31]的研究,由此可见,USI可较好地用于监测脑性瘫痪患儿的肌肉形态变化。

2 BTX-A 注射对脑性瘫痪患儿肌肉形态学的改变

BTX-A用于脑性瘫痪的治疗已有20余年。近年来随着人们对脑性瘫痪患儿肌肉形态结构变化的日趋关注,BTX-A对脑性瘫痪患儿肌肉形态的影响也成为研究热点。2004年有研究报道使用34只1月大的雄性Sprague-Dawley大鼠,作为模拟青少年的实验模型,对大鼠的左下肢腓肠肌单次注射剂量为6U/kg体重的BTX-A(保妥适®,此剂量为当时用于脑性瘫痪患儿的推荐治疗剂量),分成注射后3天、1周、2周、1个月、2个月、3个月、6个月及1年这8个时间组,每组由4—5只大鼠组成,并在相应时间点进行运动诱发电位、肌收缩力及肌质量的评估与测量^[32]。结果表明,在注射后2周组中实验侧肢体的肌质量较对侧减少32%;在注射后3个月组中发现实验侧肢体肌质量有所增加,但仍较对侧减少了24%;注射后6个月组及注射后1年组中,实验侧肢体肌质量分别已恢复至对侧的92%和96%。国外有学者使用新西兰兔进行类似研究^[33],把20只1岁大的雌性新西兰兔平均分成4组,随机选择其一侧下肢股四头肌作为实验注射部位,BTX-A(保妥适®)注射总剂量为3.5U/kg体重。第一组为对照组,只注

射与实验组等量的生理盐水;第二组为BTX-A单次注射组,第三及第四组均为BTX-A每月1次重复注射组,分别持续3个月及6个月,之后探讨每组的肌力、肌质量及肌肉收缩成分(muscle contractile material)的变化。结果发现与对照组相比,注射后1、3、6个月的肌力分别降低了88%、89%及95%;股外侧肌、股直肌及股内侧肌的肌质量在注射后第1个月分别减少了50%、42%及31%,其后,在第3个月各减少了68%、51%及50%,最后,在第6个月还减少了76%、44%及31%,其中,肌肉收缩成分主要被脂肪所替代,并在第3及第6个月分别减少80%及64%。据此,该作者认为BTX-A注射可能由于其对神经肌肉的抑制作用,使肌肉萎缩及肌收缩成分发生改变,从而导致重复注射组出现严重的肌力下降。

Barber等^[34]在2013年首次报道了2—5岁的脑性瘫痪患儿腓肠肌注射BTX-A后肌肉形态在1年内的变化,研究中不仅对比了单次注射和重复注射的肌肉形态差异,还与正常同龄儿童的肌肉形态进行了对比。研究中选取20例正常同龄儿童作为对照组,余下15例脑性瘫痪患儿随机分成单次注射组以及分别在基线水平、第4及第8个月时注射一次的重复注射组,单次注射BTX-A(保妥适®)总量均为6U/kg体重,双瘫型及偏瘫型的脑性瘫痪患儿注射部位均为患肢的小腿三头肌;两组脑性瘫痪患儿在注射后均进行物理疗法及佩戴踝足矫形器,其中,物理疗法包括核心肌肉力量强化训练、牵伸、步态重塑(gait re-education)、平衡训练及活动技巧训练;结果发现与基线水平比较,12个月后三组的腓肠肌体积、长度及生理横截面积均有所增长;其次,与对照组相比,单次注射组及重复注射组的肌体积增长明显较小,分别是对照组的60%和66%;最后,在试验组之间,肌体积、肌长度及生理横截面积无论是在基线水平或12个月后比较其差异均无显著性意义,结果发现与前述的动物实验所述注射BTX-A后肌肉大幅度萎缩的结果有所矛盾,且Barber等不认为重复注射会如动物实验结果所示对肌肉生长发育有不良的复合效应。Williams等^[19]首次探讨了脑性瘫痪患儿注射BTX-A后肌肉形态的短期改变。该研究选取了15例5—11岁的双瘫型脑性瘫痪患儿并在双下肢腓肠肌应用BTX-A(保妥适®),剂量为2—6U/kg体重,其中有5例患儿同时进行了双内侧腓绳肌(半膜肌及半腱肌)的BTX-A注射,剂量为2—4U/kg体重,其余的注射部位还有比目鱼肌(剂量为1—2U/kg体重)、内收肌(剂量为1U/kg体重)、股直肌(剂量为1U/kg体重)及胫骨前肌(剂量为1U/kg体重),患儿每条腿注射的肌肉总数量不超过3块,随后利用MRI分别测量患儿注射前2周及注射后5周的肌体积及肌长度,使用6min步行试验、定时起立行走及手持测力计等方法进行后续的活动能力评估。结果发现,在肌体积变化方面:①两个时间点之间相比较,受试者小腿后侧肌群的肌体积并无显著性差异;②15例患儿的腓肠

肌体积确有缩小,平均减少了4.5%,但比目鱼肌体积却有明显增长,约3.96%;③在10例仅接受腓肠肌BTX-A注射的脑性瘫痪患儿中,他们腓绳肌体积并没有显著差异。尽管如此,在单独测量腓绳肌的每一块肌肉时却发现,股二头肌体积较前有了明显增长,约4.67%,半腱肌与半膜肌的肌体积则保持相对恒定,而腓绳肌的拮抗肌——股四头肌体积却显著增长了4.23%。再者,5例同时接受小腿后侧肌群和腓绳肌BTX-A注射的脑性瘫痪患儿情况则与前述10例的结果有所不同,不仅他们的腓绳肌变化无显著性差异,而且他们的股四头肌体积也无显著差异。尽管结果表明BTX-A确实使靶肌群体积发生一定程度的缩小,但与先前动物实验所报道减少31%—50%^[33]的结果相去甚远,并且暗示BTX-A注射可能会引起靶肌周围拮抗肌和协同肌发生代偿性肥大。目前尚无证据表明患儿接受了BTX-A注射后导致肢体功能受损。可见,上述的动物实验与人体研究的结果差异较大。

3 BTX-A治疗脑性瘫痪患儿肌肉痉挛的临床应用证据

近20年来,BTX-A注射已广泛地应用于脑性瘫痪患儿肢体痉挛的处理,且相关证据表明其有助于缓解肢体痉挛、改善关节活动度及步态^[3]。Ade-Hall等^[35]在早年的meta分析中指出,有相关随机对照研究证实BTX-A在下肢痉挛治疗中的有效性。在2009年报道了Albavera-Hernández等^[36]的相关meta分析,进一步肯定了BTX-A对于缓解肢体痉挛的安全性及有效性。自Koman等^[37]首次报道了关于脑性瘫痪患儿上肢注射BTX-A的随机对照试验,结果发现与对照组相比,实验组的上肢功能在短期内有了明显改善,此后,BTX-A在上肢痉挛的应用研究日益增多。2010年Hoare等^[38]报道了在BTX-A注射后,两种手功能训练方法,限制—诱导运动疗法、双手训练的对比研究,以期指导上肢功能康复疗法的选择,明确提出BTX-A注射并不适合作为一种独立的治疗方法使用,需与多种康复手段相结合才能更好地改善患儿肢体功能。关于如何能够更好地把BTX-A应用到脑性瘫痪治疗中的研究至今仍在继续。

在2013年Molenaers等^[39]的报道中,作者分别选取了24岁以下的799例患儿,并将其分成各由577例及222例患儿组成的两组,一组进行了应用BTX-A的疗效相关因素分析,另一组则进行了BTX-A的重复注射治疗效果分析的研究。两组患儿下肢均行BTX-A注射,在注射前及注射后2个月利用3D步态分析、临床疗效分析及目的达到量表(goal attainment scale)进行评价,研究结果不仅证实了重复注射治疗的成效,并揭示了BTX-A注射的疗效与患儿肢体痉挛的受累程度、注射方式及位点等因素显著相关,还与注射后的训练强度、是否运用支具及矫形器佩戴的时长等因素有关,同时也提出BTX-A注射治疗并非独立的治疗方法,而是脑性瘫

痪治疗中功能性康复的辅助手段。国内也有报道^[40—42]显示应用BTX-A对改善脑性瘫痪患儿的肢体关节活动度、纠正不良步态及姿势、站立、步行及平衡能力等有明显疗效。

BTX-A的应用是在治疗痉挛方面的一个新里程碑,目前在治疗脑性瘫痪肢体痉挛方面的证据水平比较高,达到I级^[3]。由于此药物的化学特性,单次注射后药效仅维持3—6个月,而脑性瘫痪患儿的康复过程漫长,重复注射的应用很难避免。尽管重复注射可能不如首次注射的效应强烈,但目前的研究证实同样可改善肢体痉挛,且可作为脑性瘫痪患儿长期康复治疗的辅助手段,但具体的病例选择、介入时机、长期应用对肌力的影响以及注射的剂量和频率对脑性瘫痪患儿肌肉生长发育的影响等尚不清楚。

4 小结

综上所述,BTX-A注射作为有效缓解肢体痉挛且相对安全的治疗技术,已成为儿童脑性瘫痪治疗的一种常规手段。在对脑性瘫痪患儿重复注射BTX-A的研究中表明,重复注射并不会加重肌肉的萎缩和影响肢体活动功能^[19,24],提示重复注射BTX-A在改善肢体痉挛的同时也能长期重复使用,可满足脑性瘫痪患儿长期的康复治疗需要,但其对痉挛肌的长期及短期效应、介入时机、注射的剂量和频率对脑性瘫痪患儿肌肉生长发育的影响等方面尚需深入探讨。目前BTX-A治疗对脑性瘫痪患儿肌肉形态影响尚不清楚,上述动物实验与人体研究的结果存在较大争议。在动物实验中均可发现显著的肌肉萎缩以及注射后的肢体功能下降,但在一段时间后萎缩的肌肉体积又逐渐恢复,而在人体研究中,尽管也出现肌肉的萎缩,但萎缩程度较动物实验结果低。再者,仅在Williams^[19]的实验中发现了周围拮抗肌及协同肌的代偿性肥大效应,这可能是由于动物实验中使用的并非脑性瘫痪动物模型、注射后并没有进行相关的康复训练以及注射的频率不同所致。与此同时,在人体研究之间的结果也并非完全一致,Williams和Barber的研究之间以及与较前的研究结果^[43—44]相比较也有明显差异,或许是由于患儿的年龄、肢体痉挛的严重程度、个体差异以及肌肉测量的方法不同等因素所致。因此,BTX-A治疗对于脑性瘫痪患儿肌肉形态改变的影响及其相关机制还需进一步研究。

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] Chiu HC, Ada L, Butler J, et al. Relative contribution of motor impairments to limitations in activity and restrictions in participation in adults with hemiplegic cerebral palsy[J]. Clin Rehabil, 2010, 24(5):454—462.

- [3] Novak I, McIntyre S, Morgan C, et al. A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2013, 55(10):885—910.
- [4] Pitcher CA, Elliott CM, Williams SA, et al. Childhood muscle morphology and strength: alterations over six months of growth[J]. *Muscle Nerve*, 2012, 46(3):360—366.
- [5] Pearson SJ, Hussain SR. A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy[J]. *Sports Med*, 2015, 45(2):187—200.
- [6] Scott BR, Loenneke JP, Slattery KM, et al. Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development[J]. *Sports Med*, 2015, 45(3):313—325.
- [7] Yasuda T, Loenneke JP, Thiebaud RS, et al. Effects of blood flow restricted low-intensity concentric or eccentric training on muscle size and strength[J]. *PLoS One*, 2012, 7(12):e52843.
- [8] Yasuda T, Fukumura K, Sato Y, et al. Effects of detraining after blood flow-restricted low-intensity training on muscle size and strength in older adults[J]. *Aging Clin Exp Res*, 2014, 26(5):561—564.
- [9] Barrett RS, Lichtwark GA. Gross muscle morphology and structure in spastic cerebral palsy: a systematic review[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2010, 52(9):794—804.
- [10] Lieber RL, Steinman S, Barash IA, et al. Structural and functional changes in spastic skeletal muscle[J]. *Muscle Nerve*, 2004, 29(5):615—627.
- [11] Elder GC, Kirk J, Stewart G, et al. Contributing factors to muscle weakness in children with cerebral palsy[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2003, 45(8):542—550.
- [12] Lampe R, Grassl S, Mitternacht J, et al. MRT-measurements of muscle volumes of the lower extremities of youths with spastic hemiplegia caused by cerebral palsy[J]. *Brain Dev*, 2006, 28(8):500—506.
- [13] Fry NR, Gough M, McNee AE, et al. Changes in the volume and length of the medial gastrocnemius after surgical recession in children with spastic diplegic cerebral palsy[J]. *J Pediatr Orthop*, 2007, 27(7):769—774.
- [14] Fry NR, Gough M, Shortland AP. Three-dimensional realisation of muscle morphology and architecture using ultrasound [J]. *Gait Posture*, 2004, 20(2):177—182.
- [15] Malaiya R, McNee AE, Fry NR, et al. The morphology of the medial gastrocnemius in typically developing children and children with spastic hemiplegic cerebral palsy[J]. *J Electromyogr Kinesiol*, 2007, 17(6):657—663.
- [16] McNee AE, Gough M, Morrissey MC, et al. Increases in muscle volume after plantarflexor strength training in children with spastic cerebral palsy[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2009, 51(6):429—435.
- [17] Shortland AP, Harris CA, Gough M, et al. Architecture of the medial gastrocnemius in children with spastic diplegia [J]. *Dev Med Child Neurol*, 2002, 44(3):158—163.
- [18] Barber L, Hastings-Ison T, Baker R, et al. Medial gastrocnemius muscle volume and fascicle length in children aged 2 to 5 years with cerebral palsy[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2011, 53(6):543—548.
- [19] Williams SA, Reid S, Elliott C, et al. Muscle volume alterations in spastic muscles immediately following botulinum toxin type-A treatment in children with cerebral palsy[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2013, 55(9):813—820.
- [20] Gough M, Shortland AP. Could muscle deformity in children with spastic cerebral palsy be related to an impairment of muscle growth and altered adaptation?[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2012, 54(6):495—499.
- [21] Mohagheghi AA, Khan T, Meadows TH, et al. In vivo gastrocnemius muscle fascicle length in children with and without diplegic cerebral palsy[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2008, 50(1):44—50.
- [22] Moreau NG, Teefey SA, Damiano DL. In vivo muscle architecture and size of the rectus femoris and vastus lateralis in children and adolescents with cerebral palsy[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2009, 51(10):800—806.
- [23] Heckmatt JZ, Dubowitz V, Leeman S. Detection of pathological change in dystrophic muscle with B-scan ultrasound imaging[J]. *Lancet*, 1980, 1(8183):1389—1390.
- [24] Ohata K, Tsuboyama T, Ichihashi N, et al. Measurement of muscle thickness as quantitative muscle evaluation for adults with severe cerebral palsy[J]. *Phys Ther*, 2006, 86(9):1231—1239.
- [25] Ohata K, Tsuboyama T, Haruta T, et al. Relation between muscle thickness, spasticity, and activity limitations in children and adolescents with cerebral palsy[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2008, 50(2):152—156.
- [26] Ohata K, Tsuboyama T, Haruta T, et al. Longitudinal change in muscle and fat thickness in children and adolescents with cerebral palsy[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2009, 51(12):943—948.
- [27] Moreau NG, Simpson KN, Teefey SA, et al. Muscle architecture predicts maximum strength and is related to activity levels in cerebral palsy[J]. *Phys Ther*, 2010, 90(11):1619—1630.
- [28] Moreau NG, Falvo MJ, Damiano DL. Rapid force generation is impaired in cerebral palsy and is related to de-

- creased muscle size and functional mobility[J]. *Gait Posture*, 2012, 35(1):154—158.
- [29] Bland DC, Prosser LA, Bellini LA, et al. Tibialis anterior architecture, strength, and gait in individuals with cerebral palsy[J]. *Muscle Nerve*, 2011, 44(4):509—517.
- [30] Mohagheghi AA, Khan T, Meadows TH, et al. Differences in gastrocnemius muscle architecture between the paretic and non-paretic legs in children with hemiplegic cerebral palsy[J]. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2007, 22(6):718—724.
- [31] Park ES, Sim E, Rha DW, et al. Estimation of gastrocnemius muscle volume using ultrasonography in children with spastic cerebral palsy[J]. *Yonsei Med J*, 2014, 55(4):1115—1122.
- [32] Ma J, Elsaidi GA, Smith TL, et al. Time course of recovery of juvenile skeletal muscle after botulinum toxin A injection: an animal model study[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2004, 83(10):774—780, 781—783.
- [33] Fortuna R, Vaz MA, Youssef AR, et al. Changes in contractile properties of muscles receiving repeat injections of botulinum toxin (Botox)[J]. *J Biomech*, 2011, 44(1):39—44.
- [34] Barber L, Hastings-Ison T, Baker R, et al. The effects of botulinum toxin injection frequency on calf muscle growth in young children with spastic cerebral palsy: a 12-month prospective study[J]. *J Child Orthop*, 2013, 7(5):425—433.
- [35] Ade-Hall RA, Moore AP. Botulinum toxin type A in the treatment of lower limb spasticity in cerebral palsy[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2000, (2):D1408.
- [36] Albavera-Hernández C, Rodríguez JM, Idrovo AJ. Safety of botulinum toxin type A among children with spasticity secondary to cerebral palsy: a systematic review of randomized clinical trials[J]. *Clin Rehabil*, 2009, 23(5):394—407.
- [37] Koman LA, Mooney JF 3rd, Smith B, et al. Management of cerebral palsy with botulinum-A toxin: preliminary investigation[J]. *J Pediatr Orthop*, 1993, 13(4):489—495.
- [38] Hoare BJ, Wallen MA, Imms C, et al. Botulinum toxin A as an adjunct to treatment in the management of the upper limb in children with spastic cerebral palsy (UPDATE)[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2010, (1):D3469.
- [39] Molenaers G, Fagard K, Van Campenhout A, et al. Botulinum toxin A treatment of the lower extremities in children with cerebral palsy[J]. *J Child Orthop*, 2013, 7(5):383—387.
- [40] 徐开寿,燕铁斌,麦坚凝.电刺激定位引导肉毒毒素治疗脑性瘫痪患儿踝趾屈肌群痉挛的对照研究[J].*中华儿科杂志*,2006,44(12):913—917.
- [41] 徐开寿,王丽娟,麦坚凝.偏瘫型脑性瘫痪患儿上肢功能障碍康复的临床经验和新进展[J].*中华物理医学与康复杂志*,2011,33(7):549—552.
- [42] 王亮,陈镇,孙二亮.A型肉毒毒素注射结合康复训练治疗痉挛型脑瘫疗效分析[J].*中国实用神经疾病杂志*,2014,(16):94—95.
- [43] Schroeder AS, Ertl-Wagner B, Britsch S, et al. Muscle biopsy substantiates long-term MRI alterations one year after a single dose of botulinum toxin injected into the lateral gastrocnemius muscle of healthy volunteers[J]. *Mov Disord*, 2009, 24(10):1494—1503.
- [44] Schroeder AS, Koerte I, Berweck S, et al. How doctors think-- and treat with botulinum toxin[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2010, 52(9):875—876.

· 综述 ·

肌内效贴在脑瘫儿童康复中的应用进展*

黄美欢¹ 曹建国^{1,2} 贡国俊¹ 周春明¹

近年来,肌内效贴技术在康复领域发展迅速,越来越多地应用于运动损伤、骨科疾病、神经疾病、儿童疾病的康复治疗中。它作为综合康复疗法中的有效辅助手段,能够更好地

促进或抑制肌肉的功能,支持、保护关节,减轻疼痛,增加本体感觉的输入,维持躯干的正常对线等^[1-2],现已为治疗师广泛使用。但其在康复领域仍是一个比较新的技术,特别是在

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2016.01.026

*基金项目:深圳市卫生计生系统科研项目(201402039)

1 深圳市儿童医院,深圳,518038; 2 通讯作者

作者简介:黄美欢,女,初级治疗师; 收稿日期:2014-12-17