

· 综述 ·

脑性瘫痪儿童的骨盆运动特点

王玉霞

小儿脑性瘫痪(脑瘫)是出生前到生后 1 个月内各种原因所引起的脑损伤或发育缺陷所致的运动障碍及姿势异常^[1]。脑瘫是一种高致残性疾病,可影响患儿多方面发育,尤其是运动发育,部分患儿终生不能获得步行功能,还有些患儿虽能获得步行功能,但多存在步态异常。脑瘫患儿步态异常复杂而多变,其中,骨盆运动异常是很显著的,仅凭肉眼观察就可以明确其存在^[2]。随着计算机三维步态分析的应用,发现脑瘫患儿骨盆运动在水平面、矢状面及冠状面都存在异常。现就近年来有关脑瘫患儿骨盆运动的特点综述如下。

脑瘫患儿骨盆运动特点

一、骨盆上下移动波幅大及原因分析

1. 骨盆上下移动波幅大:正常人的重心在骨盆内、第 2 骶骨前面,行走过程中在一定范围内移动,骨盆移动可以认为是重心的移动。步行时骨盆上下移动可以看成是身体垂直重心的移动。一个步态周期中骨盆上下移动轨迹为正弦曲线,曲线上、下峰值约为 $\pm 5^\circ$,单足支撑中期最高,双足支撑期最低。脑瘫患儿的骨盆上下移动,大致遵循上述正弦曲线的运动规律,但骨盆上下移动轨迹的波动幅度明显加大,上下峰值约为 $\pm 10^\circ$ 。

2. 原因分析:①膝踝关节的异常。Russell 等^[3]认为,脑瘫患儿在双足支撑期的屈膝过度是造成波幅大的主要原因,过度足跖屈也是原因之一。因为双足支撑期的屈膝过度使身体垂直重心显著下降,迫使患儿在单足支撑期需额外用力来升高它,以实现摆动肢的地面廓清。并且,单足支撑期出现的过度足跖屈也使得支撑肢足跟上移,因而使身体垂直重心随之进一步上移。②髋关节的异常。Arnold 等^[4-5]认为,步行周期中支撑肢的髋关节外展与骨盆上下移动有密切关系。步行过程中由于支撑终末期的髋关节外展,有助于身体重量转移到支撑肢,因此摆动肢的运动阻力减小,顺利实现摆动肢的地面廓清。痉挛型脑瘫患儿大多存在过度的髋关节内收内旋,在支撑终末期缺少髋关节外展,因而身体重量不能充分转移到支撑肢,使摆动肢的运动阻力增加,需要显著的躯干代偿来升高骨盆,才能实现摆动肢的地面廓清。③股骨颈干角异常。Carriero 等^[6]发现,脑瘫患儿骨盆上下移动的异常与股骨颈干角异常有关。在痉挛型脑瘫患儿中,由于大腿内收肌痉挛及下肢缺乏负重,常导致股骨发育异常,颈干角角度加大或呈平直状态。股骨颈干角的异常直接影响髋关节的运动,包括髋关节的外展受限,因此步行时需要显著的躯干代偿来升高骨盆,促使骨盆上下移动波幅加大。

二、骨盆前倾过度及原因分析

1. 骨盆前倾过度:骨盆前倾是指骨盆在矢状面、前后轴的运动。正常人在静止站立及步行时骨盆微向体前倾斜,倾斜角度为 10° 左右,且变化幅度很小。脑瘫患儿在这方面的异常表

现尤其突出,表现为骨盆前倾过度,高达 20° 左右。

2. 原因分析:①股直肌挛缩。股直肌参与髋关节屈曲、膝关节伸展,影响骨盆矢状面上的运动。Lee 等^[7]认为,股直肌挛缩可导致骨盆前倾。因股直肌挛缩是导致髋关节屈曲挛缩的重要因素,而髋关节屈曲挛缩与骨盆前倾间有密切关系。但 Memulkin 等^[8]行股直肌松解术后未见骨盆过度前倾有明显改善,故认为股直肌与骨盆前倾间是否有密切联系尚待进一步研究。②腰大肌挛缩。腰大肌起于腰椎体侧面,往下经过腹腔到达腹股沟,并入髂肌共同组成髂腰肌。髂腰肌经过髂骨前缘,然后斜向后下方走行,附着在股骨小转子。它把髂骨前缘变成一个滑轮,产生一个向后下方的力,可把腰椎往前拉,并在髂骨下缘产生往下往后的力,使骨盆往前倾,形成腰椎前突。Sutherland 等^[9]认为,腰大肌挛缩可导致骨盆前倾过度。通过改变腰大肌在髂骨前缘附着点,使其沿髂骨前缘向后退的手术,术后发现骨盆前倾过度明显改善,同时使屈髋减轻。③腘绳肌延长术副作用。腘绳肌有很强的向后伸展骨盆和伸髋作用,同时对膝关节矢状面上的运动非常重要,Stewart 等^[10]已通过实验证实这一点。痉挛性脑瘫患儿较常见蹲踞步态,以显著屈膝为特点,腘绳肌紧张挛缩常被认为是导致屈膝的首要原因,很多针对于延长腘绳肌、以改善屈膝的治疗相应开展,但术后副作用——骨盆前倾加大不容忽视。如 Hoffinger 等^[11]、Zwick 等^[12]在腘绳肌中部行延长术,DeLuca 等^[13]在腘绳肌中部、腘绳肌内侧与腰大肌二者选一或二者同时行延长术,Chang 等^[14]在腘绳肌远端行延长术,上述各种术式在减轻屈膝的同时,均不同程度出现了骨盆前倾加大的副作用。Corry 等^[15]在腘绳肌局部注射肉毒毒素 A,治疗后也出现了骨盆前倾加大的副作用。但在 Desloovere 等^[16-17]进行的研究中,对包括腘绳肌在内的多组肌肉注射肉毒毒素 A,结果却显示对减轻骨盆过度前倾有明显疗效。Gordon 等^[18]采用微创技术行腘绳肌腱部分切断术,术后副作用短期观察发现骨盆前倾增加,但长期观察(术后 18 个月)未发现骨盆前倾增加。④选择性脊神经离断术后副作用。选择性脊神经离断术被用来改善脑瘫患儿的痉挛步态,Boscarino 等^[19]观察一组会走的脑瘫患儿术后的步态发现,手术副作用使骨盆前倾角度(矢状面)增加,骨盆冠状面运动未受影响。

三、骨盆旋转左右不对称及原因分析

1. 骨盆旋转左右不对称:骨盆旋转指骨盆在横断面水平上的运动,可分为内旋与外旋。以垂直于前进方向的水平线为 0° ,内旋指 0° 旋向体前,外旋指 0° 旋向体后。骨盆旋转可增加步长,并有助于减小人体步行中重心的上下移动。健康成人一个步态周期中,骨盆旋转轨迹接近较平滑的“V”形曲线,曲线上、下峰值约为 $\pm 10^\circ$,骨盆内外旋最大范围值约为 20° ,最大内旋位出现在足首次触地期,最大外旋位在摆动早期。骨盆作为一个整体参与步行,步行时基本保持与前进方向垂直。如果骨盆在横断面上左右两侧旋转不对称,那么步行时,就不能使骨盆保持与前进方向垂直,而是形成骨盆一侧在前、一侧在后的异常状

态。Van der Linden 等^[20]发现,68.6% 脑瘫患儿存在骨盆旋转左右不对称,de Moraes Filho 等^[21]的研究中发现,在痉挛性双瘫型患儿中骨盆旋转左右不对称的比例更高达 75.7%。学者们同时发现脑瘫儿不仅骨盆旋转不对称,还合并旋后侧的髋关节内部旋转异常^[21-22]。

2. 原因分析:①小腿三头肌痉挛与过度踝跖屈。小腿三头肌痉挛在痉挛性脑瘫儿中普遍存在,它可导致过度踝跖屈。Brunner 等^[23]研究发现,小腿三头肌痉挛对脑瘫患儿骨盆运动是否存在影响,与运动障碍类型有关。在痉挛性偏瘫型脑瘫儿,小腿三头肌痉挛可导致患侧骨盆旋后;而在痉挛性双瘫型脑瘫儿,它并不是引起骨盆旋转左右不对称的重要因素,由于左右对称的髋、膝关节屈曲运动在一定程度上阻碍了小腿三头肌的过度活动,可以不表现出显著的踝跖屈,未发现显著骨盆旋转左右不对称。故推论在痉挛性偏瘫型脑瘫儿中,过度的踝跖屈才是导致骨盆旋转左右不对称的重要因素。②髋关节内部的异常旋转。Graham 等^[24]认为,痉挛性偏瘫型脑瘫患儿患侧的骨盆旋后,是对患侧股骨异常扭转(髋关节的异常旋转)的一种代偿,矫正股骨扭转可以提高骨盆旋转运动的对称性。Saraph 等^[25]、Aminian 等^[26]、Kay 等^[27]均选择痉挛性偏瘫、双瘫型脑瘫患儿实施减少股骨旋转的切骨术以改善步态,结果大多显示术后髋关节、骨盆的异常旋转明显改善。也有一组数据显示,这种减少股骨旋转的切骨术对双瘫患儿的骨盆旋转无明显改善作用^[25]。③胫骨的异常扭转。Carriero 等^[6]发现,脑瘫患儿下肢远端胫骨的异常扭转与骨盆的异常旋转密切相关。

骨盆运动异常对脑瘫患儿的影响

一、导致步态异常

骨盆作为一个整体参与运动,正常人双足并拢静止站立时,骨盆左右两侧水平位置、旋转角度都接近 0°,在矢状面上前倾 10°左右。在这个基础上的步行,骨盆的运动规律而且协调,左右两侧一侧在上,另一侧必然在下,且上下倾斜角度绝对值相同;骨盆左右两侧一侧向内旋转,另一侧必然向外旋转,且内外旋角度绝对值相同,骨盆前倾角度基本保持不变。而脑瘫患儿骨盆运动存在的多层面异常,必然会导致其步态异常。

二、增加能量消耗

Rosen 等^[28]通过步态分析得出,脑瘫患儿步行时的能量消耗是健康同龄儿的 3 倍;进一步分析认为高能耗与多个时空、运动学参数有关,其中骨盆前倾过度被认为是导致高能耗的首要原因。

预防与康复治疗

一、早期姿势管理是预防骨盆异常运动的重要手段

脑瘫患儿骨盆的异常运动模式主要是后天因素(继发性、代偿性因素)所致,如异常肌力、肌张力、感觉运动发育、平衡协调等多种因素,这些异常在早期都有相应的异常姿势表现。Porter 等^[29]就认为头、骨盆、髋关节的协调运动模式早在生后第 1 年的卧位期就已建立,故强调生后第 1 年的姿势管理,并认为脑瘫患儿采取侧卧位优于仰卧位。

二、早期预防骨骼畸形

脑瘫患儿的骨骼畸形多是继发性改变,继发于异常的肌张

力、肌力、姿势、不正确的承重力线、缺乏承重等。如股颈干角的异常增大,可以通过下肢早期承重、良好的姿势管理来预防。

三、矫形器的使用

矫形器是脑瘫患儿常用治疗手段之一,多用以矫正关节局部的异常姿势,对邻近关节也有相应影响。对骨盆异常运动有矫治作用的矫形器所见报道不多。Flanagan 等^[30]尝试给患儿穿特殊连接的治疗服,可见骨盆过度前倾减轻、髋关节伸展峰值增加。脑瘫患儿治疗中最常使用的踝足矫形器对踝、膝关节异常治疗作用显著,但从理论上分析也会影响骨盆运动,但这方面观察资料不多。研究者并未关注其对骨盆运动的影响,这也是我们以后应加强做的工作。

四、控制痉挛、预防肌肉挛缩

通过上述分析我们发现,下肢与躯干的多组肌肉痉挛与挛缩与骨盆异常运动相关,因此控制相关肌肉痉挛、预防挛缩就显得尤为重要。对小年龄段患儿,良好的姿势管理、合理的运动均有助于痉挛的控制;对较大年龄段患儿,位置较表浅、易牵拉的肌肉应注意充分牵拉,预防挛缩的发生;那些位置较深、不易牵拉的肌肉管理上是个难题,可以考虑口服抗痉挛药物来控制痉挛、预防挛缩。

五、手术治疗

手术治疗不是治疗骨盆运动异常的首选方式,但可能效果最直接。在其他治疗无效、骨盆运动异常显著影响步态的情况下,可以考虑采用。但一定要做好术前分析,以确定手术治疗的有效性。

六、注射肉毒毒素 A

注射肉毒毒素 A 可以缓解肌肉痉挛,预防挛缩。在科学分析基础上,可以选择受累肌肉多点注射,以达到治疗目的。但如果肌肉已发生挛缩、位置较深,则不适宜此项治疗。

七、综合治疗的重要性

脑瘫患儿的骨盆运动异常可能不是单一因素所致,针对于单一因素的治疗疗效可能不肯定。在充分分析基础上,综合治疗可能更能保证疗效。

计算机三维步态分析的重要性

骨盆的运动是立体空间上的多层面运动,是连接躯干与下肢的重要枢纽。骨盆运动与躯干及四肢存在着密切联系,很多关节、肌肉参与其中。要了解骨盆的运动特点,就要借助于计算机三维步态分析系统。只有通过它,我们才能明确脑瘫患儿骨盆运动的异常,并可能分析出导致异常的原因,进一步指导临床治疗,保证疗效。

展 望

综上所述,脑瘫患儿的骨盆运动异常的运动特点既有一定的规律可循,也具有复杂多变的特点,同时还与多关节及躯干存在着广泛而密切的联系。为了改善脑瘫患儿的异常步态,骨盆的异常运动值得我们重视,也还有很多领域尚待我们进一步探索,如怎样尽可能减少创伤而改善骨盆过度前倾、如何在小年龄段预防骨盆过度前倾的出现和加剧、骨盆的异常运动是一种继发性代偿性改变还是原发性异常、骨盆的异常运动作为一种代偿性改变的利弊分析等。相信随着研究不断深入,对我们认

识、改善脑瘫患儿的步态有积极的意义,进一步指导我们的临床工作。

参 考 文 献

- [1] 林庆. 全国小儿脑性瘫痪专题研讨会纪要. 中华儿科杂志, 2004, 41: 261-262.
- [2] Kawamura CM, de Moraes Filho MC, Barreto MM, et al. Comparison between visual and three-dimensional gait analysis in patients with spastic diplegic cerebral palsy. *Gait Posture*, 2007, 25: 18-24.
- [3] Russell SD, Bennet BC, Kerrigan DC, et al. Determinants of gait as applied to children with cerebral palsy. *Gait Posture*, 2007, 26: 295-300.
- [4] Arnold AS, Schwartz MH, Thelen DG, et al. Contributions of muscles to terminal-swing knee motions vary with walking speed. *J Biomech*, 2007, 40: 3660-3671.
- [5] Arnold AS, Thelen DG, Schwartz MH, et al. Muscular coordination of knee motion during the terminal-swing phase of normal gait. *J Biomech*, 2007, 40: 3314-3324.
- [6] Carriero A, Zavatsky A, Stebbins J, et al. Correlation between lower limb bone morphology and gait characteristics in children with spastic diplegic cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*, 2009, 29: 73-79.
- [7] Lee LW, Kerrigan DC, Della Croce U. Dynamic implications of hip flexion contractures. *Am J Phys Med Rehabil*, 1997, 76: 502-508.
- [8] McMullin ML, Baird GO, Barr KM, et al. Proximal rectus femoris release surgery is not effective in normalizing hip and pelvic variables during gait in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*, 2005, 25: 74-78.
- [9] Sutherland DH, Zilberfarb JL, Kaufman KR, et al. Psoas release at the pelvic brim in ambulatory patients with cerebral palsy: operative technique and functional outcome. *J Pediatr Orthop*, 1997, 17: 563-570.
- [10] Steward C, Postans N, Schwartz ZMH, et al. An investigation of the action of the hamstring muscles during in crouch using functional electrical stimulation. *Gait Posture*, 2008, 28: 372-377.
- [11] Hoffinger SA, Rab GT, Abou-Ghaida H. Hamstrings in cerebral palsy crouch gait. *J Pediatr Orthop*, 1993, 13: 722-726.
- [12] Zwick EB, Saraph V, Zwick G, et al. Medial hamstring lengthening in the presence of hip flexor tightness in spastic diplegia. *Gait Posture*, 2002, 16: 288-296.
- [13] Deluca PA, Ounpuu S, Davis RB, et al. Effect of hamstring and psoas lengthening on pelvic tilt in patients with spastic diplegic cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*, 1998, 18: 712-718.
- [14] Chang WN, Tsirikos AI, Miller F, et al. Distal hamstring lengthening in ambulatory children with cerebral palsy: primary versus revision procedures. *Gait Posture*, 2004, 19: 298-304.
- [15] Corry IS, Cosgrove AP, Duffy CM, et al. Botulinum Toxin A in hamstring spasticity. *Gait Posture*, 1999, 10: 206-210.
- [16] Desloovere K, Molenaers G, Jonkers I, et al. A randomized study of combined botulinum toxin type A and casting in the ambulant child with cerebral palsy using objective outcome measures. *Eur J Neurol*, 2001, 8: 75-87.
- [17] Desloovere K, Molenaers G, De Cat J, et al. Motor function following multilevel botulinum toxin type A treatment in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 2007, 49: 56-61.
- [18] Gordon AB, Baird GO, McMullin ML, et al. Gait analysis outcomes of percutaneous medial hamstring tenotomies in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*, 2008, 28: 324-329.
- [19] Boscarino LF, Ounpuu S, Davis RB 3rd, et al. Effects of selective dorsal rhizotomy on gait in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*, 1993, 13: 174-179.
- [20] Van der Linden ML, Hazlewood ME, Hillman SJ, et al. Passive and dynamic rotation of the lower limbs in children with diplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 2006, 48: 176-180.
- [21] de Moraes Filho MC, Kawamura CA, Andrade PH, et al. Factors associated with pelvic asymmetry in transverse plane during gait in patients with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*, 2009, 13: 174-179.
- [22] O'sullivan R, Walsh M, Jenkinson A, et al. Factors associated with pelvic retraction during gait in cerebral palsy. *Gait Posture*, 2007, 25: 425-431.
- [23] Brunner R, Dreher T, Romkes J, et al. Effects of plantarflexion on pelvic and lower limb kinematics. *Gait Posture*, 2008, 28: 150-156.
- [24] Graham HK, Baker R, Dobson F, et al. Multilevel orthopaedic surgery in group IV spastic hemiplegia. *J Bone Joint Surg Br*, 2005, 87: 548-555.
- [25] Saraph V, Zwick EB, Zwick G, et al. Effect of derotation osteotomy of the femur on hip and pelvic rotation in hemiplegic and diplegic children. *J Pediatr Orthop B*, 2002, 11: 159-166.
- [26] Aminian A, Vankoski SJ, Dias L, et al. Spastic hemiplegic cerebral palsy and the femoral derotation osteotomy effect at the pelvic and hip in the transverse plane during gait. *J Pediatr Orthop*, 2003, 23: 314-320.
- [27] Kay RM, Rethlefsen S, Reed M, et al. Changes in pelvic rotation after soft tissue and bone surgery in ambulatory children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*, 2004, 24: 278-282.
- [28] Rosen S, Tucker CA, Lee SC, et al. Gait energy efficiency in children with cerebral palsy. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, 2006, 1: 1220-1223.
- [29] Porter D, Michael S, Kirkwood C. Is there a relationship between preferred posture and positioning in early life and the direction of subsequent asymmetrical postural deformity in non ambulant people with cerebral palsy? *Child Care Health Dev*, 2008, 34: 635-641.
- [30] Flanagan A, Krzak J, Peer M, et al. Evaluation of short-term intensive orthotic garment use in children who have cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther*, 2009, 21: 201-204.

(修回日期: 2010-04-26)

(本文编辑: 松 明)