

# 选择性脊神经后根切断术改善脑瘫患者下肢功能的研究进展

徐杰, 徐林, 曾杰, 胡传宇, 任敬佩, 赵毅, 汪乐, 赵亚林, 穆晓红  
(北京中医药大学东直门医院骨四科, 北京 100700)

**【摘要】** 脑性瘫痪是一种常见的儿童时期神经系统伤残的临床综合征, 其严重影响患儿及家属的生活质量, 同时给社会带来沉重的经济负担。国内外学者将选择性脊神经后根切断术应用于痉挛型脑瘫或伴有肢体痉挛的混合型脑瘫的治疗中已有很长的历史。其改善脑瘫患者下肢痉挛疗效确切, 且极少出现复发现象。术后脑瘫患者结合康复治疗, 其肌力较前明显提高, 关节活动度在术后即可出现明显改善, 且中长期随访未见反弹, 患者整体步态得到长期明显改善。笔者认为选择性脊神经后根切断术在改善脑瘫患者下肢运动功能方面疗效显著, 值得推广, 但必须遵循术前选择合适的病例, 术中精细操作, 术后及时有效康复治疗的原则, 才能使其疗效更佳。

**【关键词】** 选择性脊神经后根切断术; 下肢运动功能; 肌力; 关节活动度; 步态

中图分类号: R681.5

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2020.05.020

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Advances on selective posterior rhizotomy for lower limb function in patients with cerebral palsy** XU Jie, XU Lin, ZENG Jie, HU Chuan-yu, REN Jing-pei, ZHAO Yi, WANG Le, ZHAO Ya-lin, and MU Xiao-hong. The Fourth Department of Orthopaedics, Dongzhimen Hospital, Beijing University of Traditional Chinese Medicine, Beijing 100700, China

**ABSTRACTS** Cerebral palsy is a common clinical syndrome of neurological disability in childhood, which seriously affects the quality of life of children and their families, and brings a heavy economic burden to the society. Domestic and foreign scholars had a long history of the application of selective posterior rhizotomy for the treatment of spastic cerebral palsy or mixed cerebral palsy with limb paralysis. It is effective in improving the lower extremity spasm of patients with cerebral palsy, and there are few cases with recurrences. After rehabilitation therapy, the muscle strength of patients with cerebral palsy was significantly improved compared with the previous one. The range of motion was significantly improved after operation, and there is no rebounded in aspect of joint activity in the long-term follow-up. The overall gait of the patient was significant improved. The author thought that selective posterior rhizotomy is effective in improving the motor function of lower limbs in patients with cerebral palsy, and it is worth being spread. However, it has to follow the principle of selecting appropriate cases before surgery, precise operation during operation, and timely and effective rehabilitation treatment after surgery, in order to achieve a better curative effect.

**KEYWORDS** Selective posterior rhizotomy; Lower limb motor function; Muscle strength; Range of motion; Gait

选择性脊神经后根切断术用于改善肢体痉挛已有 100 余年的历史<sup>[1]</sup>, 徐林等于 1990 年率先在国内将选择性脊神经后根切断术(selective posterior rhizotomy, SPR)应用于痉挛型脑瘫患儿的治疗中。脑性瘫痪在全世界发病率在 2%~3.5%<sup>[2-3]</sup>, 我国的发病率在 1.2%~2.7%<sup>[4]</sup>, 而痉挛型脑瘫在脑瘫各个分型中占比最大, 为 60%~70%。目前用于脑瘫的治疗方法有康复、内科治疗、传统中医疗法(针灸、推拿、中药等)、外科手术<sup>[5-8]</sup>。相比其他几种改善患者肢体痉

挛的方法, 选择性脊神经后根切断术在改善肢体痉挛方面的长期疗效令人满意。Wong 等<sup>[9]</sup>曾报道了一项临床随机对照试验研究显示: 单纯康复治疗改善患者步态及肌张力的长期疗效不明显, 虽然短期内单纯使用肉毒素治疗, 在改善肌张力和步态方面能够达到很好疗效, 但需重复注射, 且对患者的年龄要求较高, 低龄患者的疗效满意, 而大龄儿童及成人收效甚微。肉毒素治疗时间过长后存在肉毒素抵抗, 长期运用疗效不能令人满意。而经 SPR 术后, 患儿可在痉挛状态及步态方面得到长期改善。腰骶段 SPR 在改善患者痉挛状态的同时, 使得患儿的下肢运动功能也得到了明显改善<sup>[10-13]</sup>。本文将从适应证及禁忌证、肌力、关节活动度及步态 4 个方面探讨腰骶段 SPR 改善下肢运动功能方面的研究。

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 81874467)

Fund program: National Natural Science Foundation of China (No. 81874467)

通讯作者: 穆晓红 E-mail: mxh\_2004@163.com

Corresponding author: MU Xiao-hong E-mail: mxh\_2004@163.com

## 1 腰骶段 SPR 治疗脑瘫的适应证及禁忌证

腰骶段 SPR 术解除痉挛的主要机制包括  $\gamma$  环路(小环路)及外周-皮层-外周(大环路)两个理论, $\gamma$  环路理论解释了腰骶段 SPR 解除下肢痉挛的原因,而外周-皮层-外周理论则解释了腰骶段 SPR 改善上肢痉挛,流涎及语言障碍等方面的原因<sup>[14]</sup>。对于腰骶段 SPR 术,必须严格把握适应证,才能获得良好的效果。然而腰骶段 SPR 没有统一的手术指征及禁忌证,学者们<sup>[15-17]</sup>将以下 5 点总结为其适应证:(1)痉挛程度:脑瘫患者为痉挛型脑瘫或以痉挛为主的混合型脑瘫,MAS 评级必须在 3 级以上方可手术。(2)挛缩畸形或固定畸形较轻。(3)肌力尚可,没有肌无力表现。(4)核心控制能力存在。(5)智力尚可,能配合术后康复治疗。将以下 4 点作为其禁忌证:(1)肌力低下,或肌无力。(2)智力低下,或不能配合术后康复。(3)严重的脊柱畸形及不稳。(4)严重的肢体固定挛缩。

## 2 腰骶段 SPR 对于下肢肌力的影响。

脊神经切断术治疗痉挛型脑瘫患者最初是将后根完全切断,这就导致了患者在肌张力降低的同时下肢的本体感觉和肌力也受到损害<sup>[18]</sup>。且早期大部分学者在行 SPR 后发现患儿肌力都有一定程度的下降<sup>[19-20]</sup>。当前广泛应用的腰骶段选择性脊神经后根切断术则是选择性地切断部分后根,保留了前根及部分后根,使得痉挛型脑瘫患者下肢肌张力得到降低的同时能够有效的保持肌力和本体感觉<sup>[21]</sup>。Mittal 等<sup>[22]</sup>对行 SPR 患者作了 3~5 年的长期随访,结果显示 SPR 术后在接受规范必要的矫形手术及康复治疗后,其肌力能够得到明显提升。部分研究人员<sup>[23]</sup>发现患儿在行腰骶段 SPR 术后其下肢肌力评定较前有提升的表现,且没有观察到肌力下降的病例。有报道行腰骶段 SPR 的脑瘫患者在术后 3 周左右有肌力降低的表现,但经过正规的康复治疗后,其肌力不但很快恢复,且有增加的表现。另外,一些学者<sup>[17]</sup>认为术后肌力减退和术前患者本身抗重力肌肌力较弱有关,术前患者下肢的高肌张力掩盖了抗重力肌肌力弱的本质,术后高肌张力解除后,抗重力肌肌力弱就表现出来了。

脊神经对下肢骨代谢有调节作用,部分学者考虑脊神经切断后,患儿骨代谢异常,可能会导致下肢骨质疏松及肌力减退。有研究<sup>[24]</sup>表明选择性切断实验大鼠单侧脊神经前根或后根,或前后根完全切除后,其下肢股骨及胫骨的骨质类型及骨基质成分都会发生变化。切断前根(运动神经损伤)后,下肢股骨及胫骨骨松质减少更多并且骨基质中无机盐成分变化较多;切断后根(感觉神经损伤)后,下肢股骨及胫

骨的皮质骨减少更多并且骨基质中胶原成分变化较多。另外感觉神经纤维受损则会见到成骨细胞活性降低,破骨细胞活性增高。因此无论是将前根还是后根整根切除,都会引起患者下肢骨代谢的异常,从而导致骨质疏松等疾病的产生。徐峰等<sup>[25]</sup>研究发现腰骶段 SPR 术虽然也切断了后根(运动神经受损),但其后根并非完全切除,只是部分切除,虽然对下肢的骨代谢有一定的影响,但影响较小。另外,部分切除后根后可使局部的血供增加,从而阻止或延缓骨量的丢失及机械强度的下降。赵磊等<sup>[26]</sup>研究发现选择性切断坐骨神经、脊神经前根、脊神经后根会导致腓肠肌萎缩,但相比前两者,脊神经后根切断对腓肠肌萎缩的影响较小。

## 3 腰骶段 SPR 对于下肢关节活动度的影响

改良的 Ashworth(MAS)量表虽然是评定肌张力的工具量表,但从其测量方式来看,在一定程度上能够反映关节的被动活动度。在诸多腰骶段 SPR 术临床疗效观察的研究中,不难发现患者 MAS 评级改善明显,特别是踝关节及膝关节的评级能够降低 1~2 级。Ingale 等<sup>[27]</sup>对 10 例痉挛型脑瘫患儿进行了腰骶段 SPR 术前术后的 MAS 评级,结果发现下肢肌张力在术后平均降低 2.4 级。也有部分学者<sup>[23,28]</sup>研究发现行腰骶段 SPR 术后患儿的 MAS 评分能够完全达到正常或接近正常,特别是粗大运动功能分级(GM-FCS)评级在 III 级及 IV 级的患儿,不仅下肢的痉挛状态改善,关节活动度增大,同时伴随着上肢痉挛及膀胱功能的改善。Mariusz Pawtowski 等<sup>[29]</sup>发现接受腰骶段 SPR 术的痉挛型脑瘫患者在术后 1、2、3 年的肌张力持续下降,其分析肌张力下降是伴随关节活动度变化产生的。在一项单中心随机对照试验<sup>[30]</sup>中发现,与单纯康复治疗痉挛型脑瘫相比,腰骶段 SPR 术结合康复治疗在改善患者关节活动度和痉挛程度等方面具有更好的疗效。一些学者在改善痉挛状态及关节活动度上存在两种向矛盾的观点:一部分学者<sup>[31]</sup>研究表明 GMFCS 评级在 III 级及 IV 级的患者腰骶段 SPR 术后效果并不明显。而另一些学者<sup>[23]</sup>则认为选择 GMFCS 评级在 III 级及 IV 级的患者术后疗效非常明显,其 MAS 评级可以达到正常或者接近正常,关节活动度有较大改善。

## 4 腰骶段 SPR 对于步态的影响

步态分析作为下肢运动功能很重要的一项评估手段,也广泛地应用于脑性瘫痪的疗效评估中。步态分析包括:步行周期、运动学分析、动力学分析及动态肌电图分析。早期步态分析主要通过对患儿的运动学进行分析,其主要记录研究对象的步长、步行时间、步幅、步行周期、步频、步速、步宽以及足偏角

8 个指标<sup>[32]</sup>。近些年又出现三维步态分析仪可以全面地分析患者的步态情况,不仅可以做出运动学分析,还可以做出动力学分析及步行周期分析<sup>[33]</sup>。Cook 等<sup>[34]</sup>研究发现,临床医生通过步态分析得出的资料可以为手术方案提供证据,并且能够很好地保证手术的疗效。王宁等<sup>[35]</sup>认为整体的步态分析能够为脑瘫治疗作出全面、客观、科学的疗效评价。腰骶段选择性脊神经后根切断术在选择合适的患者后,能够很好地改善患者的步态。Oudenhoven 等<sup>[36]</sup>认为患儿在术前步态质量和运动功能水平是影响患儿手术疗效的重要因素,他们研究发现脑瘫 GMFCS 分级 I 级和 II 级的患者术后在改善步态质量方面比 III 级的患者疗效更好。且 5 年的术后随访中,运动功能特别是行走能力改善是持续的。部分学者<sup>[37]</sup>对脑瘫患儿进行长期步态分析发现,在患者的整个步态过程,膝关节及踝关节的活动改善明显,而髋关节及骨盆改善不明显,SPR 术后整体步态得到明显改善。部分学者<sup>[38]</sup>在做随机对照试验中发现行 SPR 术的脑瘫患儿步态分析中,其足偏角较术前明显改善,与对照组(非 SPR 术组)对比,其足偏角较小。同时在步态分期过程中发现行走早期,患儿的膝关节最大活动角度较术前增大,行走中期踝关节的最大活动角度较术前明显改善。且行走过程中能量消耗减少。

## 5 总结及展望

腰骶段 SPR 术改善痉挛型脑瘫患儿下肢运动功能疗效确切,无论是肌力、关节活动度,还是步态都较术前有明显改善<sup>[39]</sup>。腰骶段 SPR 术改善痉挛型脑瘫患儿下肢运动功能的主要原因在于其能有效地降低患者下肢的痉挛状态,从而使得下肢关节活动度增加,下肢肌力康复能够有效地进行,行走控制能力训练的阻力减小,最终共同达到了改善下肢运动功能的效果。在应用 SPR 术改善下肢运动功能的同时,必须同时关注以下几个问题:(1)有部分报道行 SPR 术患者肌力有下降现象,这主要与患者术后长期卧床,未进行肌力锻炼及术后康复不及时导致患者下肢肌肉萎缩有关。故在 SPR 术后,建议要尽早介入康复治疗。术后患者下地活动时,应尽早进行肌力及运动控制能力的锻炼。(2)康复训练前移,建议在进行 SPR 术前应当进行必要的肌力康复训练,使患者术前肌力条件更好,术后疗效将得到更加明显的改善。(3)对于手术适应证及手术患者的选择应准确把握,使患者术后获益最大化。对于术前肌力弱,GMFCS 评级高的患者应充分评估及预测术后疗效。综上,选择性脊神经后根切断术是改善患者下肢运动功能的一项有力措施,值得推广。但术前选择合适的病例,术中精细操作,术后加强康复治疗才能使

该手术的疗效达到最佳。同时国内对于腰骶段选择性脊神经后根切断术改善痉挛型脑瘫患者下肢运动功能的临床研究相对缺乏,且长期随访调查更加匮乏,值得研究者关注。

## 参考文献

- [1] Enslin JMN, Langerak NG, Fieggan AG. The evolution of selective dorsal rhizotomy for the management of spasticity[J]. Neurotherapeutics, 2019, 16(1): 3-8.
- [2] Christine Cans, P Guillem. Prevalence and characteristics of children with cerebral palsy in Europe. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe[J]. Dev Med Child Neurol, 2002, 44(9): 633-640.
- [3] Camacho-Salas A, Pallás-Alonso CR, De la Cruz-Bértolo J, et al. Parálisis cerebral: concepto y registros de base poblacional[J]. Rev Neurol, 2007, 45(8): 503-508.
- [4] 洪世欣, 李松, 王太梅, 等. 小儿脑性瘫痪伴发疾病的临床流行病学分析[J]. 中华儿科杂志, 2003, 41(6): 468-469.  
WANG SX, LI S, WANG TM, et al. Clinical epidemiological analysis of cerebral palsy associated with children[J]. Zhonghua Er Ke Za Zhi, 2003, 41(6): 468-469. Chinese.
- [5] 窦祖林. 肉毒毒素改善痉挛的临床应用进展[J]. 中国康复医学杂志, 2017, 32(7): 735-737.  
DOU ZL. Progress in clinical application of botulinum toxin to improve spasm[J]. Zhongguo Kang Fu Yi Xue Za Zhi, 2017, 32(7): 735-737. Chinese.
- [6] 唐久来. 脑性瘫痪康复理念和技术的最新进展[J]. 中国儿童保健杂志, 2017, 25(5): 433-436.  
TANG JL. The latest development of rehabilitation idea and technological of cerebral palsy[J]. Zhongguo Er Tong Bao Jian Za Zhi, 2017, 25(5): 433-436. Chinese.
- [7] 唐芳芳, 韦斌垣, 汪亚峰. 痉挛型脑性瘫痪的康复治疗研究进展[J]. 湖南中医杂志, 2016, 32(7): 204-206.  
TANG FF, WEI BY, WANG YF. Progress in rehabilitation therapy of spastic cerebral palsy[J]. Hu Nan Zhong Yi Za Zhi, 2016, 32(7): 204-206. Chinese.
- [8] 王柏清, 吴运畴, 路军锋. 小儿脑性瘫痪的中医治疗近况[J]. 中医临床研究, 2015, 7(25): 141-143.  
WANG BQ, WU YC, LU JF. A review on treating infantile cerebral palsy in TCM[J]. Zhong Yi Lin Chuang Yan Jiu, 2015, 7(25): 141-143. Chinese.
- [9] Wong AM, Pei YC, Lui TN, et al. Comparison between botulinum toxin type A injection and selective posterior rhizotomy in improving gait performance in children with cerebral palsy[J]. J Neurosurg Pediatr, 2005, 102(4): 385-389.
- [10] Josenby AL, Wagner P, Jarnlo GB, et al. Functional performance in self-care and mobility after selective dorsal rhizotomy: a 10-year practice-based follow-up study[J]. Dev Med Child Neurol, 2015, 7(3): 286-293.
- [11] Josenby AL, Wagner P, Jarnlo GB, et al. Motor function after selective dorsal rhizotomy: a 10-year practice-based follow-up study[J]. Dev Med Child Neurol, 2012, 54(5): 429-435.
- [12] Dudley RW, Parolin M, Gagnon B, et al. Long-term functional benefits of selective dorsal rhizotomy for spastic cerebral palsy[J]. J Neurosurg Pediatr, 2013, 12(2): 142-150.
- [13] Steinbok P. Outcomes after selective dorsal rhizotomy[J]. Dev Med Child Neurol, 2015, 57(3): 214-215.

- [14] 易斌,徐林.选择性腰骶神经后根切断术的电生理研究[J].中华骨科杂志,1999,19(10):604-606.  
YI B, XU L. Electrophysiological study of selective posterior rhizotomy[J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi, 1999, 19(10):604-606. Chinese.
- [15] 徐林.关于开展脑瘫 SPR 的若干问题[J].中国矫形外科杂志,1995,5(2):141-142.  
XU L. Some problems about selective posterior rhizotomy treatment of cerebral palsy[J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 1995, 5(2):141-142. Chinese.
- [16] Cole GF, Farmer SE, Roberts A, et al. Selective dorsal rhizotomy for children with cerebral palsy: the Oswestry experience[J]. Arch Dis Child, 2007, 92(9):781-785.
- [17] 何强勇,赵勇,尹靖宇,等.选择性脊神经后根切断术的脑性瘫痪患者选择标准[J].中国康复医学杂志,2018,33(1):117-121.  
HE QY, ZHAO Y, YIN JY, et al. Selection criteria for patients with cerebral palsy undergoing selective posterior rhizotomy[J]. Zhongguo Kang Fu Yi Xue Za Zhi, 2018, 33(1):117-121.
- [18] Foerster O. On the indications and results of the excision of posterior spinal nerve roots in man[J]. Surg Gynecol Obstetrics, 1913, 16:463-474.
- [19] Arens LJ, Peacock WJ, Peter J. Selective posterior rhizotomy: a long-term follow-up study[J]. Childs Nerv Syst, 1989, 5(3):148-152.
- [20] Peacock WJ, Staudt LA. Functional outcomes following selective posterior rhizotomy in children with cerebral palsy[J]. J Neurosurg, 1991, 74(3):380-385.
- [21] Aquilina K, Graham D, Wimalasundera N. Selective dorsal rhizotomy: an old treatment re-emerging[J]. Arch Dis Child, 2015, 100(8):798.
- [22] Mittal S, Farmer JP, Al-Atassi B, et al. Long-term functional outcome after selective posterior rhizotomy[J]. J Neurosurg, 2002, 97(2):315-325.
- [23] D'Aquino D, Moussa AA, Ammar A, et al. Selective dorsal rhizotomy for the treatment of severe spastic cerebral palsy: efficacy and therapeutic durability in GMFCS grade IV and V children[J]. Acta Neurochir, 2018, 160(4):811-821.
- [24] 朱建平,张伯勋,刘郑生,等.选择性神经根损伤对大鼠骨代谢影响的实验研究[J].中国矫形外科杂志,2002,12(4):42-44.  
ZHU JP, ZHANG BX, LIU ZS, et al. Experimental evaluation of the bone structural changes of rats following selective radicotomy[J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 2002, 12(4):42-44. Chinese.
- [25] 徐峰,付中国,张殿英,等.腰神经后根切断对下肢骨生长影响的实验研究[J].中华显微外科杂志,2006,29(3):202-205.  
XU F, FU ZG, ZHANG DY, et al. Effect of lumbar nerve dorsal roots section on the rat bone structural changes of lower limb[J]. Zhonghua Xian Wei Wai Ke Za Zhi, 2006, 29(3):202-205. Chinese.
- [26] 赵磊,吕广明,严志强.选择性神经损伤对大鼠腓肠肌萎缩影响的实验研究[J].中华显微外科杂志,2005,25(3):244-246.  
ZHAO L, LYU GM, YAN ZQ. Experimental study on the effect of selective nerve injury on rat atrophy of gastrocnemius[J]. Zhonghua Xian Wei Wai Ke Za Zhi, 2005, 25(3):244-246. Chinese.
- [27] Ingale H, Ughratdar I, Muquit S, et al. Selective dorsal rhizotomy as an alternative to intrathecal baclofen pump replacement in GMFCS grades 4 and 5 children[J]. Childs Nerv Syst, 2016, 32(2):321-325.
- [28] McLaughlin J, Bjornson K, Temkin N, et al. Selective dorsal rhizotomy: meta-analysis of three randomized controlled trials [J]. Dev Med Child Neurol, 2010, 44(1):17-25.
- [29] Mariusz Pawtowski, Jakub S. Gasior, Marcin Bonikowski, et al. Long-term benefits from selective dorsal rhizotomy in a young patient with cerebral palsy[J]. Polish Annals Med, 2017, 24(2):256-260.
- [30] Steinbok P, Reiner AM, Beauchamp R, et al. A randomized clinical trial to compare selective posterior rhizotomy plus physiotherapy with physiotherapy alone in children with spastic diplegic cerebral palsy[J]. Dev Med Child Neurol, 2010, 39(3):178-184.
- [31] Bolster EA, Van Schie PE, Becher JG, et al. Long-term effect of selective dorsal rhizotomy on gross motor function in ambulant children with spastic bilateral cerebral palsy, compared with reference centiles[J]. Dev Med Child Neurol, 2013, 55(7):610-616.
- [32] 励建安,孟殿怀.步态分析的临床应用[J].中华物理医学与康复杂志,2006,28(7):500-503.  
LI JA, MENG DH. Clinical application of gait analysis[J]. Zhonghua Wu Li Yi Xue Yu Kang Fu Za Zhi, 2006, 28(7):500-503. Chinese.
- [33] 李香平,郭彦华,舒彬.步态分析方法及临床应用[J].中国伤残医学,2011,19(7):22-23.  
LI XP, GUO YH, SHU B. Gait analysis method and clinical application[J]. Zhongguo Shang Can Yi Xue, 2011, 19(7):22-23. Chinese.
- [34] Cook RE, Schneider I, Hazlewood ME, et al. Gait analysis alters decision-making in cerebral palsy[J]. J Pediatric Orthop, 2003, 23(3):292-295.
- [35] 王宁,孙琳,邵翠霞,等.步态分析在小儿脑性瘫痪诊疗和康复中的作用[J].山东医药,2011,51(24):22-23.  
WANG N, SUN L, SHAO CX, et al. The function of gait analysis in the diagnosis and treatment of cerebral palsy in children[J]. Shan Dong Yi Yao, 2011, 51(24):22-23. Chinese.
- [36] Oudenhoven LM, van der Krogt MM, Romei M, et al. Factors associated with long-term improvement of gait after selective dorsal rhizotomy[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2019, 100(3):474-480.
- [37] Romei M, Oudenhoven LM, van Schie PEM, et al. Evolution of gait in adolescents and young adults with spastic diplegia after selective dorsal rhizotomy in childhood: a 10 year follow-up study[J]. Gait Posture, 2018, 64:108-113.
- [38] Munger ME, Aldahondo N, Krach LE, et al. Long-term outcomes after selective dorsal rhizotomy: a retrospective matched cohort study[J]. Dev Med Child Neurol, 2017, 59(11):1196-1203.
- [39] Park TS, Edwards C, Liu JL, et al. Beneficial effects of childhood selective dorsal rhizotomy in adulthood[J]. Cureus, 2017, 9(3):e1077.

(收稿日期:2020-02-26 本文编辑:王宏)