

选择性脊神经后根切断术治疗痉挛型脑瘫患儿疗效与影响因素分析

魏民 蒋文彬 詹琪佳 李森 刘晨 肖波

【摘要】 目的 分析选择性脊神经后根切断术(SDR)治疗痉挛型脑瘫患儿临床疗效及影响因素。**方法** 纳入2015年9月至2019年6月在上海市儿童医院行SDR的131例痉挛型脑瘫患儿,采用粗大运动功能分级系统(GMFCS)和粗大运动功能评分-66项(GMFM-66)评价术前及末次随访时粗大运动功能、改良Ashworth肌张力分级评价双下肢目标肌群痉挛程度,单因素和多因素前进法Logistic回归分析筛查GMFM-66评分改善的影响因素。**结果** 与术前相比,术后下肢目标肌群双侧内收肌($Z = -8.164, P = 0.000$; $Z = -8.304, P = 0.000$)、双侧腓绳肌($Z = -7.424, P = 0.000$; $Z = -7.123, P = 0.000$)、双侧腓肠肌($Z = -9.328, P = 0.000$; $Z = -9.605, P = 0.000$)、双侧比目鱼肌($Z = -9.349, P = 0.000$; $Z = -9.543, P = 0.000$)肌张力不同程度下降,术后GMFCS分级总体改善率为34.35%(45/131),无一例GMFCS分级升高。不同GMFCS分级患儿手术前后GMFM-66评分差异有统计学意义($F = 215.030, P = 0.000$),GMFCS分级I级($t = 4.379, P = 0.000$)、II级($t = 3.686, P = 0.000$)、III级($t = 3.198, P = 0.002$)患儿GMFM-66评分改善程度优于IV级患儿,且I级患儿评分优于III级($t = 2.170, P = 0.032$)。Logistic回归分析显示,手术年龄3~6岁($OR = 4.917, 95\%CI: 1.554 \sim 15.557; P = 0.007$)和术前GMFCS分级I~III级($OR = 10.294, 95\%CI: 3.522 \sim 30.092; P = 0.000$)是 $\Delta GMFM-66 \geq 6.55$ 分的有利因素。**结论** SDR可有效降低痉挛型脑瘫患儿下肢目标肌群肌张力、改善粗大运动功能,尤以双下肢肌张力增高且能够配合康复训练患儿(GMFCS分级I~III级)术后疗效良好,严重脑瘫患儿(GMFCS分级IV~V级)为便于生活护理也可行SDR治疗。

【关键词】 脑性瘫痪; 脊髓切断术; 肌张力; 运动; 儿童

Efficacy and influencing factors of selective dorsal rhizotomy for the treatment of spastic cerebral palsy in children

WEI Min, JIANG Wen-bin, ZHAN Qi-jia, LI Sen, LIU Chen, XIAO Bo

Department of Neurosurgery, Shanghai Children's Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200062, China

Corresponding author: XIAO Bo (Email: xiao997@hotmail.com)

【Abstract】 Objective To analyze clinical efficacy and influencing factors of selective dorsal rhizotomy (SDR) for treatment of spastic cerebral palsy (SCP) in children. **Methods** Total 131 children with SCP who underwent SDR at Shanghai Children's Hospital between September 2015 and June 2019 were included in the study. The Gross Motor Function Classification System (GMFCS) and Gross Motor Function Measure-66 Items (GMFM-66) were used to evaluate the gross motor function before surgery and at the last follow-up. The modified Ashworth Scale was used to assess the degree of spasticity in the target muscle groups of the lower limbs. Univariate and multivariate Logistic regression analyses were performed to identify the influencing factors of the improvement in GMFM-66 score. **Results** Compared to preoperative values, there was a significant decrease in muscle tonus in the target muscle groups of the lower limbs after surgery, including bilateral adductors muscles ($Z = -8.164, P = 0.000$; $Z = -8.304, P = 0.000$), bilateral hamstrings muscles ($Z = -7.424, P = 0.000$; $Z = -7.123, P = 0.000$), bilateral gastrocnemius muscles ($Z = -9.328, P = 0.000$; $Z = -9.605, P = 0.000$), and bilateral tibialis anterior muscles ($Z = -9.349, P = 0.000$; $Z = -9.543, P = 0.000$). The overall improvement rate of GMFCS classification after surgery was

doi:10.3969/j.issn.1672-6731.2023.05.005

基金项目:上海市2020年度“科技创新行动计划”医学创新研究专项项目(项目编号:20Y11905800)

作者单位:200062 上海市儿童医院 上海交通大学医学院附属儿童医院神经外科

通讯作者:肖波,Email:xiao997@hotmail.com

34.35% (45/131), and there were no cases of GMFCS classification worsening. There were statistically significant differences in GMFM-66 scores before and after surgery among different GMFCS levels ($F = 215.030, P = 0.000$). The improvement in GMFM-66 score was greater in GMFCS level I ($t = 4.379, P = 0.000$), II ($t = 3.686, P = 0.000$) and III ($t = 3.198, P = 0.002$) compared to level IV, and level I had better score than level III ($t = 2.170, P = 0.032$). Logistic regression analysis showed that surgery performed at the age of 3-6 years ($OR = 4.917, 95\%CI: 1.554-15.557; P = 0.007$) and preoperative GMFCS level I - III ($OR = 10.294, 95\%CI: 3.522-30.092; P = 0.000$) were favorable factors for a $\Delta GMFM-66$ score improvement of ≥ 6.55 score.

Conclusions SDR effectively reduces muscle tonus in the target muscle groups of the lower limbs and improves gross motor function in children with SCP. The treatment outcome is particularly favorable for children with increased muscle tonus in both lower limbs who can cooperate with rehabilitation training (GMFCS level I - III). SDR can also be considered for children with severe cerebral palsy (GMFCS level IV - V) to facilitate daily care.

【Key words】 Cerebral palsy; Cordotomy; Muscle tonus; Motion; Child

This study was supported by Medical Innovation Research Project of Shanghai 2020 Annual "Science and Technology Innovation Action Plan" (No. 20Y11905800).

Conflicts of interest: none declared

脑性瘫痪(CP,简称脑瘫)是自受孕开始至婴儿期非进行性脑损伤和发育缺陷导致的一类症候群,主要表现为中枢性运动协调障碍和躯体姿势异常,发病率为2%~3%^[1],临床常见类型为痉挛型脑瘫(SCP),占60%~70%,主要表现为双下肢痉挛^[2]。对于痉挛型脑瘫患儿可通过康复、药物、手术等方式解除痉挛,降低肌张力,提高生活自理能力,最大限度提高生活质量。业已证实,选择性脊神经后根切断术(SDR)可缓解患儿下肢肌肉痉挛^[3-4],但目前对SDR治疗痉挛型脑瘫患儿运动功能的研究较为局限,未对运动功能进行量化研究。基于此,本研究拟对上海市儿童医院近年接受SDR治疗的痉挛型脑瘫患儿的术前及术后定期随访临床资料进行回顾分析,从而评价SDR疗效及预后。

对象与方法

一、研究对象

1. 纳入标准 (1)根据《中国脑性瘫痪康复指南(2022)核心内容解读》^[5]相关标准明确诊断为痉挛型脑瘫。(2)3岁 \leq 年龄 $<$ 18岁。(3)符合SDR适应证。(4)术后随访 $>$ 1年,且下肢肌张力、粗大运动功能分级系统(GMFCS)、粗大运动功能评分-66项(GMFM-66)^[6]资料完整。

2. 排除标准 (1)合并其他先天性神经系统疾病如蛛网膜囊肿、Dandy-Walker综合征、Chiari畸形、脊髓拴系综合征、脊髓脊膜膨出、脊髓空洞症等。(2)合并脑积水。(3)合并其他潜在影响患儿神经系统发育的疾病,如进行性肌营养不良、小儿麻

痹症、周围神经功能损伤。(4)既往存在骨科相关手术治疗史如肌腱延长、关节矫形等。(5)合并严重智力障碍等。

3. 一般资料 选择2015年9月至2019年6月在上海市儿童医院神经外科行SDR治疗的痉挛型脑瘫患儿共131例,男性96例,女性35例;手术年龄3.50~12.00岁,平均 (6.04 ± 1.86) 岁;脑瘫类型包括四肢瘫62例(47.33%)、双下肢瘫57例(43.51%)、偏瘫12例(9.16%)。

二、研究方法

1. 选择性脊神经后根切断术 术前于患儿下肢及肛门留置神经电生理监测探头15组,包括双侧内收肌、双侧股四头肌、双侧腓绳肌、双侧胫骨前肌、双侧腓肠肌内侧头和外侧头、双侧腓骨长短肌、肛门括约肌。其中,内收肌和下肢屈肌大肌肉群(腓绳肌、腓肠肌、比目鱼肌)肌张力 ≥ 2 级,定义为目标肌群。术中采用CADWELL-CASCADE 16导联神经电生理监测系统(美国Cadwell公司)全程监测,患儿俯卧位,以L₂棘突间为中心正中纵行切开皮肤约为4cm,逐层分离,沿棘突、椎板分离椎旁肌,保护小关节不受损伤,显露L₂椎板棘突,超声骨刀切除部分椎板、L_{2,3}棘间韧带及其下方黄韧带,扩大椎管充分显露硬脊膜约1.50cm,显微镜下正中切开硬脊膜,打开硬脊膜腔,保护神经根、血管不受损害,内镜辅助下直视可见马尾结构,硅胶垫片包裹马尾神经根(小根),确认无遗漏,电刺激鉴别神经前根和后根,单刺激参数脉宽0.20ms,起始刺激电流0.01mA,刺激步长0.01mA^[7]。确认目标肌群神经后根及其刺

激阈值后,即以该阈值为刺激电流进行串刺激,参数脉宽 0.20 ms、频率 50 Hz、时长 1 s。术中不处理运动支,目标肌群来源者予以离断 50%。对所有手术入路节段的马尾神经根(小束)逐一进行电刺激,待所有神经根探测并处理后即结束探测。关闭硬脊膜前以地塞米松生理盐水反复冲洗硬脊膜下腔,严密连续缝合硬脊膜,避免脑脊液渗出。

2. 疗效评价 对本组患儿手术前(1周)和术后末次随访(截止时间 2022 年 6 月 1 日)运动功能与肌张力痉挛程度的评价由我院脑瘫治疗联合团队(神经外科、骨科、康复科)同一组医师完成,术后每 3~6 个月通过门诊进行预后评价,评价内容包括运动功能、下肢目标肌群肌张力。(1)运动功能评估:根据 GMFCS 分级系统(家庭、学校、社区等日常生活环境生存能力)和 GMFM-66 评分对术前及末次随访(2022 年 6 月 1 日)时粗大运动功能进行评价^[8]。GMFCS 分级 I 级,行走不受限但完成更高级别运动受限;II 级,无需器械辅助可在室内行走但室外行走受限;III 级,可于器械辅助下在室内行走但室外行走受限;IV 级,自身移动受限,需被转运或在室外使用电动器械移动;V 级,即使在器械辅助下自身移动仍严重受限^[8,9]。其中,GMFCS 分级 I~II 级为轻度脑瘫、III 级为中度脑瘫、IV~V 级为重度脑瘫,GMFCS 分级越高粗大运动功能越差、脑瘫程度越严重。GMFM-66 量表主要用于测量粗大运动功能以及随时间或干预而出现的运动功能改变^[10-11],共 66 项,每项评分范围为 0~3 分,0 分代表最低水平的运动功能、3 分为最高水平的运动功能,总评分 198 分,分值越低粗大运动功能越差、脑瘫程度越严重。(2)目标肌群肌张力评价:根据改良 Ashworth 肌张力分级评价双下肢目标肌群痉挛程度^[12],目标肌群肌张力 0 级为 0 分,每升高 1 级增加 1 分,其中 1⁺级为 1.5 分,总评分为 5 分,分值越高目标肌群肌张力越高、痉挛程度越严重。

3. 统计分析方法 采用 SPSS 23.0 统计软件进行数据处理与分析,选择 Kolmogorov-Smirnov 法进行正态性检验。正态分布或近似正态分布的计量资料采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,行配对 *t* 检验;呈非正态分布的计量资料以中位数和四分位数间距 [$M(P_{25}, P_{75})$] 表示,采用 Wilcoxon 配对符号秩检验。手术前后不同组别(GMFCS 分级)GMFM-66 评分的比较行前后测量设计的方差分析,两两比较行 LSD-*t* 检验。行单因素和多因素前进法 Logistic 回归

表 1 手术前后下肢目标肌群肌张力的比较 [$M(P_{25}, P_{75})$, 评分]

Table 1. Comparison of target muscle groups of the lower limbs muscle tonus before and after surgery [$M(P_{25}, P_{75})$, score]

目标肌群	肌肉组数	术前	术后	Z 值	P 值
内收肌					
左侧	89	2.00 (2.00, 3.00)	1.50 (1.50, 1.50)	-8.164	0.000
右侧	91	2.00 (2.00, 3.00)	1.50 (1.50, 1.50)	-8.304	0.000
腓绳肌					
左侧	83	2.00 (2.00, 2.00)	1.50 (1.50, 2.00)	-7.424	0.000
右侧	86	2.00 (2.00, 3.00)	1.50 (1.50, 2.00)	-7.123	0.000
腓肠肌					
左侧	122	3.00 (3.00, 4.00)	2.00 (1.50, 2.00)	-9.328	0.000
右侧	127	3.00 (2.00, 3.00)	2.00 (2.00, 2.00)	-9.605	0.000
比目鱼肌					
左侧	119	3.00 (2.00, 3.00)	1.50 (1.00, 1.50)	-9.349	0.000
右侧	124	3.00 (2.00, 3.00)	1.50 (1.00, 1.50)	-9.543	0.000

分析($\alpha_{\text{入}} = 0.05, \alpha_{\text{出}} = 0.10$)筛查 GMFM-66 评分改善的影响因素,术后 GMFM-66 评分 - 术前 GMFM-66 评分之差值以 Δ GMFM-66(粗大运动功能改善程度)表示。以 $P \leq 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

本组每例患儿计有 2~8 组目标肌群,平均(6.45 ± 1.85)组;随访 372~1038 d,平均(569.46 ± 175.25) d。与术前相比,术后下肢目标肌群双侧内收肌、腓绳肌、腓肠肌、比目鱼肌肌张力均有不同程度下降,差异具有统计学意义(均 $P = 0.000$, 表 1)。

术前 GMFCS 分级 I 级 15 例、II 级 37 例、III 级 48 例、IV 级 24 例、V 级 7 例, I 级患儿(15 例)术后均维持原运动功能,无 GMFCS 分级升高病例; II 级患儿(37 例)16 例改善为 I 级、21 例维持原运动功能; III 级患儿(48 例)改善 24 例(I 级 2 例、II 级 22 例),余 24 例维持原运动功能; IV 级患儿(24 例)改善 4 例(降至 II 级 2 例、降至 III 级 2 例),20 例维持原运动功能; V 级患儿(7 例)降至 III 级 1 例、维持原运动功能 6 例。术后 GMFCS 分级总体改善率为 34.35%(45/131),其余 65.65%(86/131)患儿手术前后 GMFCS 分级无变化,未出现 GMFCS 分级升高情况。不同 GMFCS 分级患儿手术前后 GMFM-66 评分比较差异

表 2 不同 GMFCS 分级患儿手术前后 GMFM-66 评分的比较($\bar{x} \pm s$, 评分)

Table 2. Comparison of changes in GMFM-66 scores in children with different GMFCS levels before and after surgery ($\bar{x} \pm s$, score)

组别	例数	术前	术后
GMFCS I (1)	15	79.00 ± 8.47	87.82 ± 8.47
GMFCS II (2)	37	66.35 ± 4.53	73.55 ± 5.49
GMFCS III (3)	48	52.13 ± 4.09	58.76 ± 5.30
GMFCS IV (4)	24	41.45 ± 3.33	45.37 ± 4.09
GMFCS V (5)	7	28.53 ± 7.00	35.27 ± 14.03

GMFCS, Gross Motor Function Classification System, 粗大运动功能分级系统。The same for Table 3

表 3 不同 GMFCS 分级患儿手术前后 GMFM-66 评分比较的前后测量设计的方差分析

Table 3. ANOVA for premeasure-postmeasure design of GMFM-66 scores in children with different GMFCS levels before and after surgery

变异来源	SS	df	MS	F 值	P 值
GMFCS 分级	49 894.046	4	12 473.511	215.030	0.000
测量时间	1 855.365	1	1 855.365	321.878	0.000
GMFCS 分级 × 测量时间	129.589	4	32.397	5.620	0.000
组间误差	7 309.047	126	58.008		
组内误差	726.287	126	5.764		

表 4 不同 GMFCS 分级患儿手术前后 GMFM-66 评分的两两比较

Table 4. Pairwise comparison of GMFM-66 scores in children with different GMFCS levels before and after surgery

组间两两比	t 值	P 值	组间两两比	t 值	P 值
(1):(2)	1.553	0.123	(2):(4)	3.686	0.000
(1):(3)	2.170	0.032	(2):(5)	0.324	0.746
(1):(4)	4.379	0.000	(3):(4)	3.198	0.002
(1):(5)	1.330	0.186	(3):(5)	-0.081	0.935
(2):(3)	0.761	0.448	(4):(5)	-1.938	0.055

有统计学意义($P = 0.000$),所有患儿术后 GMFM-66 评分均高于术前($P = 0.000$;表 2, 3);其中,GMFCS 分级 I 级、II 级、III 级患儿 GMFM-66 评分改善程度均高于 IV 级患儿($P = 0.000, 0.000, 0.002$),且 GMFCS I 级患儿评分优于 III 级($P = 0.032$,表 4)。

本组患儿术前 GMFM-66 评分 17.87 ~ 96.00 分,平均(56.00 ± 14.16)分,末次随访时 GMFM-66 评分为 20.33 ~ 98.71 分,平均(62.55 ± 15.68)分;评分改善(Δ GMFM-66)为(6.55 ± 3.63)分。以 Δ GMFM-66 ≥ 6.55 分作为因变量,临床相关影响因素性别、手术年龄、术前 GMFCS 分级、术前 GMFM-66 评分、随访时

间、累及肌群等作为自变量^[20],单因素 Logistic 回归分析显示,手术年龄 3 ~ 6 岁($P = 0.011$)、术前 GMFCS 分级为 I ~ III 级($P = 0.000$)、术前 GMFM-66 评分 ≥ 50 分($P = 0.000$)、累及肌群 ≤ 4 组($P = 0.007$)是 Δ GMFM-66 ≥ 6.55 分的影响因素(表 5, 6)。将符合纳入与剔除变量水准的因素纳入多因素 Logistic 回归方程,结果显示,手术年龄 3 ~ 6 岁($OR = 4.917, 95\%CI: 1.554 \sim 15.557; P = 0.007$)和术前 GMFCS 分级 I ~ III 级($OR = 10.294, 95\%CI: 3.522 \sim 30.092; P = 0.000$)是 Δ GMFM-66 ≥ 6.55 分的有利因素(表 7)。

讨 论

虽然痉挛型脑瘫患儿的脑损伤是非进行性的,但若不早期干预,可因肌肉痉挛而致运动模式异常,逐渐出现关节畸形、软组织挛缩加重,随着病情的进展尚可继发骨骼肌畸形,影响运动功能,使活动能力下降并影响生长发育过程^[13]。1911 年, Foerster^[14]首次采用脊神经后根切除术治疗痉挛型脑瘫患儿,之后 Gros 等^[15]对该术式进行改良,仅部分切除脊神经后根,旨在解除痉挛的同时保留患儿肢体感觉,但因解痉不彻底未能在临床推广应用。1978 年, Fasano 等^[16]提出功能性神经后根切断术,即通过电刺激选择敏感脊神经后根并离断,以解除肌肉痉挛,该术式与前者的区别在于仅切断阈值较低的脊神经后根小束,既可缓解痉挛症状又保留了肢体感觉, Fasano 等的研究成果被小儿神经外科视为 SDR 技术发展的重要里程碑。1991 年, Peacock 和 Staudt^[17]对 SDR 术式进一步改进,将手术平面由胸腰段降至腰骶段,从而大大降低了术中脊髓圆锥损伤的风险,而且随着肌电图、电刺激等电生理学监测技术的引入于术中即可实时监测肌肉收缩情况、判断神经根功能正常与否,从而推动了 SDR 技术的快速发展,近年国内各医疗中心也相继开展 SDR 技术^[2, 18-19]。

研究表明,SDR 可通过抑制痉挛型脑瘫患儿处于兴奋-抑制失衡状态的脊髓前角 α 运动神经元兴奋性、减少传入冲动,从而缓解肌肉痉挛状态^[20]。目前,对不同 GMFCS 分级痉挛型脑瘫患儿 SDR 术后疗效的评价性临床研究较少,对本组 131 例患儿手术疗效分析显示,34.35% (45/131) 患儿术后 GMFCS 分级改善,且随访期间未出现 GMFCS 分级升高病例。根据近 10 年文献报道,术后早期 GMFCS 分级改善率约为 17.6%^[21],高者可达 58%^[22],即使

表 5 术后 ΔGMFM-66 ≥ 6.55 分影响因素的变量赋值表

Table 5. Variables assignment for the influencing factors with ΔGMFM-66 ≥ 6.55 after surgery

变量	赋值	
	0	1
ΔGMFM-66	< 6.55 分	≥ 6.55 分
性别	男性	女性
手术年龄	> 6 岁	3 ~ 6 岁
术前 GMFCS 分级	IV ~ V 级	I ~ III 级
术前 GMFM-66 评分	< 50 分	≥ 50 分
随访时间	< 2 年	≥ 2 年
累及肌群	≥ 5 组	≤ 4 组

GMFM-66, Gross Motor Function Measure-66 Items, 粗大运动功能评分 66 项; GMFCS, Gross Motor Function Classification System, 粗大运动功能分级系统。The same for Table 6

表 6 术后 ΔGMFM-66 ≥ 6.55 分影响因素的单因素 Logistic 回归分析

Table 6. Univariate Logistic regression analysis of influencing factors with ΔGMFM-66 ≥ 6.55 after surgery

变量	<i>b</i>	<i>SE</i>	Wald χ^2	<i>P</i> 值	<i>OR</i> 值	<i>OR</i> 95%CI
女性	-0.182	0.395	0.213	0.645	0.833	0.384 ~ 1.808
手术年龄 3 ~ 6 岁	0.997	0.394	6.396	0.011	2.710	1.252 ~ 5.870
术前 GMFCS 分级 I ~ III 级	2.181	0.530	16.904	0.000	8.854	3.131 ~ 25.041
术前 GMFM-66 评分 ≥ 50 分	1.421	0.387	13.519	0.000	4.143	1.942 ~ 8.837
随访时间 ≥ 2 年	0.268	0.430	0.390	0.532	1.308	0.563 ~ 3.036
累及肌群 ≤ 4 组	1.593	0.588	7.344	0.007	4.917	1.554 ~ 15.557

表 7 术后 ΔGMFM-66 ≥ 6.55 分影响因素的多因素前进法 Logistic 回归分析

Table 7. Multivariate forward Logistic regression analysis of influencing factors with ΔGMFM-66 ≥ 6.55 after surgery

变量	<i>b</i>	<i>SE</i>	Wald χ^2	<i>P</i> 值	<i>OR</i> 值	<i>OR</i> 95%CI
手术年龄 3 ~ 6 岁	1.593	0.588	7.344	0.007	4.917	1.554 ~ 15.557
术前 GMFCS 分级 I ~ III 级	2.332	0.547	18.149	0.000	10.294	3.522 ~ 30.092
常数项	-0.833	0.291	8.205	0.004		

GMFCS, Gross Motor Function Classification System, 粗大运动功能分级系统

GMFCS 分级 IV ~ V 级患儿术后上肢肌张力亦可有所改善, GMFCS 分级下降^[23]。

由于 GMFM-66 评分为连续变量, 而 GMFCS 分级系统为等级资料, 评估 SDR 手术后运动功能改善程度时, 前者更为具体实用; 而后者则存在一些缺陷, 例如 GMFCS 分级系统无法确定 I 级患儿术后改善程度, 而且根据其分级很难对 V 级患儿术后运动功能是否恶化做出客观评价。GMFM-66 评分弥补了 GMFCS 分级系统的上述缺陷。因此, 对于

GMFCS I 级的患儿, 采用 GMFM-66 评分为其制定康复训练计划更具有独特优势。基于以上原因, 本研究采用 GMFM-66 评分分析 GMFCS I 级患儿手术前后变化情况, 结果显示, GMFCS 分级 I 级、II 级、III 级患儿 GMFM-66 评分改善程度均高于 IV 级患儿, 且 I 级患儿评分优于 III 级。值得注意的是, 本研究术后 GMFCS 分级 V 级患儿 ΔGMFM-66 高于平均值, 可能与样本量小、同时纳入 1 例术后 GMFCS 分级改善跨两级的儿童有关。

本研究对术后 ΔGMFM-66 ≥ 6.55 分与可能的影响因素分析发现, 手术年龄 3 ~ 6 岁是 ΔGMFM-66 ≥ 6.55 分的有利因素, 即手术时年龄为 3 ~ 6 岁患儿术后 GMFM-66 评分改善程度优于手术年龄 > 6 岁患儿, 与文献报道结果相似^[19]。究其原因, 可能与儿童运动控制发育在 6 岁以前完成, 亦可能与大龄患儿存在不同程度肌腱挛缩或关节畸形有关; 另外, 术前 GMFCS 分级 I ~ III 级亦为 ΔGMFM-66 ≥ 6.55 分的有利因素, 即 GMFCS 分级 I ~ III 级患儿术后 GMFM-66 评分改善程度优于 IV ~ V 级患儿。主要原因是, 术前 GMFCS 分级 I ~ III 级的患儿运动功能较好, 可借助器械于室内行走, 而且其中大多数患儿智力正常能够配合术后康复训练, 加之家长对患儿康复充满信心, 形成正向积极反馈; 而 GMFCS 分级 IV ~ V 级患儿多为四肢瘫, 自身移动受限, 出生后脑损伤严重导致智力发育迟滞, 难以配合术后的自主康复训练, 进而影响到术后运动功能的改善。

SDR 是一种需要依靠神经电生理监测方能于术中准确鉴别神经根前、后根, 并离断目标神经后根的复杂手术^[7], 对术中麻醉深度的维持有较高的要求, 麻醉过浅易致患儿产生体动、发生肌电干扰, 影响神经电生理指标的研判; 麻醉过深则麻醉药物会对患儿感觉和运动神经根电活动传导产生不良影响, 可使术者对刺激阈值和神经后根切除比例造成误判, 降低手术疗效及术后运动功能的恢复。研究显示, SDR 术中麻醉深度脑电双频指数 (BIS) 是发生肌电干扰的独立危险因素, 且 BIS 值 ≥ 51 可作为预测发生肌电干扰的指标, 用于指导麻醉药剂量, 以减少或预防术中肌电干扰^[24], 保证 SDR 顺利完成。结合上海市儿童医院肖波教授团队的经验, 通过调整静脉麻醉药物剂量可使 BIS 值基本稳定于 40 ~ 50, 麻醉深度即可维持在相对稳定水平, 有助于手术顺利进行^[20]。

SDR 属有创性手术, 目前尚未检索到有关 SDR

适应证的系统性研究。笔者认为,手术年龄是适应证首要考虑的问题,本研究未纳入3岁以下儿童,原因在于其承受手术风险能力差,粗大运动功能尚未发育稳定且不能主动配合康复训练,术后康复效果欠佳。有文献报道,SDR手术患儿以4~10岁为宜,且需符合以下条件:存在出生事件(重度缺氧缺血性脑病或早产);GMFCS分级I~Ⅲ级;痉挛Ashworth分级2~4分;影像学检查显示脑室周围白质软化(PVL)、神经中枢或丘脑等重要脑结构未受累^[25]。除上述条件外,邵旭等^[26]认为SDR适应证还应包括:智力正常或接近正常(以能够配合康复训练为准);无严重肌无力、肌腱挛缩、无脊柱畸形或者髋关节脱位;不伴肌强直、张力失常、手足徐动和共济失调;部分严重脑瘫患儿(如GMFCS分级Ⅳ或Ⅴ级)SDR虽不能明显改善其运动功能,但为了便于生活护理,可作为SDR的相对适应证。本研究纳入的GMFCS分级Ⅳ或Ⅴ级患儿术后GMFM-66评分均有不同程度提高,说明SDR对此类患儿有一定疗效,可将其作为SDR的相对适应证,个别患儿术后经过康复训练后可爬行或辅助器械站立。然而,能够满足理想手术标准的患儿极少,故需根据个体差异慎重选择手术适应证。根据本研究团队临床经验,在筛选手术患儿时应通过不同学科(神经外科、儿科、康复科、心理科)、不同领域[国际功能、残疾和健康分类(ICF)模型]多模式形式^[27],对手术患儿身体条件和结构功能(是否存在下肢痉挛、肌力下降、髋关节挛缩)、运动功能(评估粗大运动功能等级),以及个人因素和环境因素(年龄、病史及是否曾接受其他治疗)等信息进行全面评价,力求达到良好疗效。

综上所述,SDR可善患儿粗大运动功能、降低目标肌群肌张力;以肌张力增高、能够配合康复训练的痉挛型脑瘫患儿(GMFCS分级I~Ⅲ级)为首选适应证,而严重脑瘫(GMFCS分级Ⅳ~Ⅴ级)患儿为便于生活及护理,被视为SDR的相对适应证。

利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] Summers J, Coker B, Eddy S, Elstad M, Bunce C, Bourmpaki E, Pennington M, Aquilina K, Cawker S, Edwards R, Goodden J, Hawes S, McCune K, Pettorini B, Smith J, Sneade C, Vloeberghs M, Patrick H, Powell H, Verity C, Peacock JL; Selective Dorsal Rhizotomy Steering Committee. Selective dorsal rhizotomy in ambulant children with cerebral palsy: an observational cohort study [J]. *Lancet Child Adolesc Health*, 2019, 3:455-462.
- [2] Ge LK, Zhu YL, Guo H. Clinical efficacy of selective dorsal rhizotomy combined with multi-modal techniques in spastic cerebral palsy [J]. *Zhonghua Shen Jing Yi Xue Za Zhi*, 2020, 19:591-595.[葛立可,朱俞岚,郭辉.选择性脊神经背根切断术联合多模式技术治疗痉挛型脑瘫的临床疗效[J].*中华神经医学杂志*, 2020, 19:591-595.]
- [3] Iorio - Morin C, Yap R, Dudley RWR, Poulin C, Cantin MA, Benaroch TE, Farmer JP. Selective dorsal root rhizotomy for spastic cerebral palsy: a longitudinal case-control analysis of functional outcome [J]. *Neurosurgery*, 2020, 2:186-192.
- [4] Spazzapan P, Bosnjak R, Rodi Z, Kos N, Groleger K, Velnar T. Selective dorsal rhizotomy: short-term results and early experiences with a newly established surgical treatment in Slovenia [J]. *J Integr Neurosci*, 2022, 21:90.
- [5] Zhang JK, Li XJ, Tang JL, Ma BX. Interpretation of the core content of Chinese rehabilitation guidelines for cerebral palsy (2022) [J]. *Zhonghua Shi Yong Er Ke Lin Chuang Za Zhi*, 2022, 37:1841-1853.[张建安,李晓捷,唐久来,马丙祥.中国脑性瘫痪康复指南(2022)核心内容解读[J].*中华实用儿科临床杂志*, 2022, 37:1841-1853.]
- [6] Arnould C, Penta M, Renders A, Thonnard JL. ABILHAND - Kids: a measure of manual ability in children with cerebral palsy [J]. *Neurology*, 2004, 63:1045-1052.
- [7] Martinez V, Browd S, Osorio M, Hooper E, Slimp J, Bo X, Kinney GA. Electrophysiology of sensory and motor nerve root fibers in selective dorsal rhizotomies [J]. *Pediatr Neurosurg*, 2020, 55:17-25.
- [8] Wang SJ, Shi W, Liao YG, Xu XJ, Yang H, Shao XM. Study on the reliability and validity of the 66 item version on the gross motor function measure in 0-3 year olds with cerebral palsy [J]. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*, 2006, 27:530-534.[王素娟,史惟,廖元贵,徐秀娟,杨红,邵肖梅.GMFM66在0~3岁脑性瘫痪患儿粗大运动评估中的信度和效度研究[J].*中华流行病学杂志*, 2006, 27:530-534.]
- [9] Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy [J]. *Dev Med Child Neurol*, 1997, 39:214-223.
- [10] Russell DJ, Avery LM, Rosenbaum PL, Raina PS, Walter SD, Palisano RJ. Improved scaling of the Gross Motor Function Measure for children with cerebral palsy: evidence of reliability and validity [J]. *Phys Ther*, 2000, 80:873-885.
- [11] Wang YW, Chen GX, Zhu DN, Shi W. Psychometric properties of gross motor function measure-88 and 66 based on consensus-based standards for the selection of health measurement instruments: a systematic review [J]. *Zhongguo Xun Zheng Er Ke Za Zhi*, 2022, 17:336-342.[王以文,陈功勋,朱登纳,史惟.基于共识选择健康测量工具对粗大运动功能评估88项和66项测量学属性的系统评价[J].*中国循证儿科杂志*, 2022, 17:336-342.]
- [12] He Z, Wong ST, Law HY, Lao LMM, Chan KFH, Chan NCN, Yam KY. Multidimensional outcomes of selective dorsal rhizotomy for children with spastic cerebral palsy: single-level laminectomy vs multiple-level laminotomy techniques [J]. *Neurosurgery*, 2022, 91:513-524.
- [13] Stueki G, Cieza A, Melvin J, Zhu J, Li ZL, Qiu ZY, Li JJ. The International Classification of Functioning, Disability and Health: a unifying model for the conceptual description of the rehabilitation strategy [J]. *Zhongguo Kang Fu Li Lun Yu Shi Jian*, 2008, 14:1103-1107.[Stueki G, Cieza A, Melvin J, 祝捷,李智玲,邱卓英,李建军.《国际功能、残疾和健康分类》:对康复策略进行统一概念描述的模式[J].*中国康复理论与实践*,

- 2008, 14:1103-1107.]
- [14] Foerster. Resection of the posterior spinal nerve - roots in the treatment of gastric crises and spastic paralysis[J]. Proc R Soc Med, 1911, 4:226-246.
- [15] Gros C, Ouaknine G, Vlahovitch B, Frèrebeau P. La radicotomie sélective postérieure dans le traitement neuro-chirurgical de l'hypertonie pyramidale [Selective posterior radicotomy in the neurosurgical treatment of pyramidal hypertension][J]. Neurochirurgie, 1967, 13:505-518.
- [16] Fasano VA, Broggi G, Barolat-Romana G, Sguazzi A. Surgical treatment of spasticity in cerebral palsy[J]. Childs Brain, 1978, 5:289-305.
- [17] Peacock WJ, Staudt LA. Selective posterior rhizotomy: evolution of theory and practice[J]. Pediatr Neurosurg, 1991-1992, 17:128-134.
- [18] Zhan QJ, Yu XD, Xiao B, Shen M, Jiang WB, Wei M, Wang JL, Ying H, Tang L, Lü ZB. Efficacy of novel protocol guided single - level laminectomy selective dorsal rhizotomy plus intensive rehabilitation for children with spastic cerebral palsy [J]. Zhonghua Xiao Er Wai Ke Za Zhi, 2019, 40:886-892.[詹琪佳, 虞锡丹, 肖波, 沈敏, 蒋文彬, 魏民, 王君璐, 应灏, 唐亮, 吕志宝. “三分法”单椎板切开 SDR 术治疗儿童痉挛型脑瘫的疗效分析[J]. 中华小儿外科杂志, 2019, 40:886-892.]
- [19] Zhan QJ, Wu SH, Xiao B, Jiang WB, Wei M, Wang JL, Yu XD, Shen M, Hu JH, Wu T, Zhou YD. Short-term efficacy of single-level laminectomy selective dorsal rhizotomy guided by novel neuroelectro-physiological monitoring protocol for children with spastic cerebral palsy: a multicenter retrospective clinical study[J]. Lin Chuang Xiao Er Wai Ke Za Zhi, 2022, 21:523-529.[詹琪佳, 吴水华, 肖波, 蒋文彬, 魏民, 王君璐, 虞锡丹, 沈敏, 胡继红, 伍添, 周渝冬. 新型神经电生理监测协议指导下微创入路选择性神经后根离断术治疗儿童痉挛型脑瘫的多中心临床研究[J]. 临床小儿外科杂志, 2022, 21:523-529.]
- [20] Xiao B, Jiang WB, Wang JL, Zhan QJ. Application of evoked electromyography in selecting spinal nerve roots during selective dorsal rhizotomy[J]. Lin Chuang Xiao Er Wai Ke Za Zhi, 2022, 21:901-906.[肖波, 蒋文彬, 王君璐, 詹琪佳. 诱发肌电在脑瘫患儿选择性脊神经后根离断术中的应用进展[J]. 临床小儿外科杂志, 2022, 21:901-906.]
- [21] Volpon Santos M, Carneiro VM, Oliveira PNBGC, Caldas CAT, Machado HR. Surgical results of selective dorsal rhizotomy for the treatment of spastic cerebral palsy [J]. Pediatr Neurosci, 2021, 16:24-29.
- [22] Ailon T, Beauchamp R, Miller S, Mortenson P, Kerr JM, Hengel AR, Steinbok P. Long - term outcome after selective dorsal rhizotomy in children with spastic cerebral palsy [J]. Childs Nerv Syst, 2015, 31:415-423.
- [23] D'Aquino D, Moussa AA, Ammar A, Ingale H, Vloeberghs M. 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 (Wien), 2018, 160:811-821.
- [24] Wang GQ, Wang JL, Jiang WB, Liu JJ. Application of bispectral and index during single - level selective dorsal rhizotomy [J]. Lin Chuang Xiao Er Wai Ke Za Zhi, 2022, 21:947-952.[王国庆, 王君璐, 蒋文彬, 刘珺珺. 脑电双频指数在单椎板入路选择性神经后根离断术中的应用[J]. 临床小儿外科杂志, 2022, 21:947-952.]
- [25] Nicolini-Panisson RD, Tedesco AP, Folle MR, Donadio MVF. Selective dorsal rhizotomy in cerebral palsy: selection criteria and postoperative physical therapy protocols [J]. Rev Paul Pediatr, 2018, 36:9.
- [26] Shao X, Yu YB, Zhang L, Xu XL, Xu J, Liu J, Liu HJ, Yang WQ. Complications of selective posterior rhizotomy for lower limb spasticity of cerebral palsy [J]. Beijing Da Xue Xue Bao (Yi Xue Ban), 2015, (1):160-164.[邵旭, 于炎冰, 张黎, 徐晓利, 许骏, 刘江, 刘红举, 杨文强. 腰骶段选择性脊神经后根切断术治疗脑瘫性下肢痉挛状态手术并发症[J]. 北京大学学报(医学版), 2015, (1):160-164.]
- [27] Grunt S, Fiegggen AG, Vermeulen RJ, Becher JG, Langerak NG. Selection criteria for selective dorsal rhizotomy in children with spastic cerebral palsy: a systematic review of the literature [J]. Dev Med Child Neurol, 2014, 4:302-312.

(收稿日期:2023-04-02)

(本文编辑:袁云)

《中国现代神经疾病杂志》关于谨防伪造微信采编中心的声明

《中国现代神经疾病杂志》编辑部近期发现伪造本刊微信采编中心的非法行为,微信号码 jiaoyou1583, 昵称知了, 伪造《中国现代神经疾病杂志》采编中心。该微信号以核对作者信息为由, 请我刊作者添加其为微信好友, 借以窃取相关信息甚至索取审稿费和版面费等, 此举对我刊及广大作者、读者造成严重不良影响。

《中国现代神经疾病杂志》特此郑重声明: 我刊迄今为止并未建立微信平台的采编中心, 作者投稿的唯一途径是登录我刊官方网站 www.xdjb.org, 进入“作者在线投稿”界面, 按照操作提示提交稿件。稿件经外审通过后, 需作者配合修改, 达到发表要求后方可待编、排期和刊出, 这一过程中编辑部人员与作者之间的联系均采用我刊公共邮箱(xdsjbbzz@263.net.cn)和公用电话[(022)59065611, 59065612]。

若遇假冒我刊网站、伪造我刊采编中心、中介、代理等不法事件, 欢迎广大作者和读者向我刊提供相关线索! 对于以我刊名义从事非法活动的个别网站或微信号码, 我刊保留通过法律途径解决问题的权利。此声明长期有效, 最终解释权归我刊所有。