

Chiari 畸形 1 型合并脊髓空洞症手术预后分析

蔡远坤 李帼 刘征 刘睽

【摘要】 目的 筛查 Chiari 畸形 1 型(CM1)合并脊髓空洞症患者行颅后窝减压术联合硬膜成形术后预后不良的危险因素。方法 纳入 2013 年 1 月至 2020 年 6 月在武汉大学中南医院行颅后窝减压术联合硬膜成形术的 47 例 CM1 型合并脊髓空洞症患者,术后 6 个月采用传统评价标准和芝加哥 Chiari 畸形预后量表(CCOS)评价手术疗效,单因素和多因素 Logistic 回归分析筛查颅后窝减压术联合硬膜成形术后预后不良的相关危险因素。结果 47 例患者根据 CCOS 评分分为治愈组(21 例,CCOS 评分为 13~16)和未治愈组(26 例,CCOS 评分为 4~12),未治愈组患者病程长于($t=4.709, P=0.000$)、脊髓空洞宽度大于($t=3.074, P=0.004$)治愈组。多因素 Logistic 回归分析显示,仅病程 ≥ 36 个月是颅后窝减压术联合硬膜成形术后预后不良的危险因素($OR=21.948, 95\%CI: 3.850 \sim 125.117; P=0.001$)。结论 病程 ≥ 36 个月是 CM1 型合并脊髓空洞症患者颅后窝减压术联合硬膜成形术预后不良的危险因素,建议有明显症状的 CM1 型合并脊髓空洞症患者尽早手术治疗。

【关键词】 Arnold-Chiari 畸形; 脊髓空洞症; 神经外科手术; 预后; 危险因素; Logistic 模型

Prognostic analysis of surgical treatment of Chiari malformation type 1 complicated with syringomyelia

CAI Yuan-kun, LI Guo, LIU Zheng, LIU Kui

Department of Neurosurgery, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, Hubei, China

Corresponding author: LIU Kui (Email: kui.liu3009@126.com)

【Abstract】 Objective To investigate the risk factors for poor prognosis of patients with Chiari malformation type 1 (CM1) complicated with syringomyelia treated by posterior fossa decompression with duraplasty (PFDD). **Methods** Forty - seven patients with CM1 complicated with syringomyelia who underwent PFDD at Zhongnan Hospital of Wuhan University from January 2013 to June 2020 were included. The prognosis was evaluated by the traditional evaluation criteria and Chicago Chiari Outcome Scale (CCOS) at 6 months postoperatively, and univariate and multivariate stepwise Logistic regression analyses were performed to screen for risk factors associated with poor outcome. **Results** Based on whether the CCOS score was greater than 12, 47 patients were divided into the cured group ($n=21$) and uncured group ($n=26$). Patients in the uncured group had longer disease duration ($t=4.709, P=0.000$) and greater syringomyelia width ($t=3.074, P=0.004$) than the cured group. Multivariable Logistic regression analysis showed that the long duration of disease (≥ 36 months) was an independent risk factor for poor surgical prognosis of patients after PFDD ($OR=21.948, 95\%CI: 3.850-125.117; P=0.001$). **Conclusions** Long duration of disease is an independent risk factor for poor surgical prognosis in patients with CM1 complicated with syringomyelia treated by PFDD, and early surgical treatment is recommended for the patients with symptomatic CM1 complicated with syringomyelia.

【Key words】 Arnold-Chiari malformation; Syringomyelia; Neurosurgical procedures; Prognosis; Risk factors; Logistic models

Conflicts of interest: none declared

Chiari 畸形又称小脑扁桃体下疝畸形,最早由 Chiari^[1]于 1891 年描述而得名,根据其临床表现和

影像学特征分为 4 种类型,其中以 Chiari 畸形 1 型(CM1)最为常见^[2-3]。有 50%~75% 的 CM1 型患者合并脊髓空洞症(SM),其发生机制尚不清楚,推测与脑脊液动力学改变有关^[4-5]。CM1 型临床主要表现为脑干和脊髓压迫症状,治疗主要采取以颅后窝

doi: 10.3969/j.issn.1672-6731.2021.07.009

作者单位: 430071 武汉大学中南医院神经外科

通讯作者: 刘睽, Email: kui.liu3009@126.com

减压为基础的外科手术^[3,6-8]。大多数患者减压术后临床症状基本缓解,但是仍有约 30% 的患者残留部分症状,甚至进一步加重^[9-10]。目前,关于 CM1 型合并脊髓空洞症手术治疗预后不良危险因素的研究较少^[11-12],武汉大学中南医院 2013 年 1 月至 2020 年 6 月采取颅后窝减压术联合硬膜成形术(PFDD)治疗 47 例 CM1 型合并脊髓空洞症患者,回顾分析其临床资料并筛查术后预后不良相关危险因素。

资料与方法

一、临床资料

1. 纳入标准 (1) 头部矢状位 MRI 显示小脑扁桃体下缘低于枕骨大孔平面 ≥ 5 mm^[3,13]。(2) 脊柱 MRI 检查显示脊髓中央管扩张^[14-15]。(3) 均行颅后窝减压术联合硬膜成形术。(4) 年龄 ≥ 18 岁。

2. 排除标准 (1) 头部 MRI 显示脑积水或幕上占位性病变。(2) 脊柱 MRI 显示合并创伤、梗死、肿瘤及其他占位性病变。(3) 临床资料不全。(4) 合并其他严重神经系统疾病。

3. 一般资料 选择 2013 年 1 月至 2020 年 6 月在武汉大学中南医院神经外科住院治疗的 CM1 型合并脊髓空洞症患者共 47 例,男性 19 例,女性 28 例;年龄 29 ~ 59 岁,平均为 (45.56 ± 10.28) 岁;病程 5 ~ 108 个月,中位病程 36 (23, 48) 个月;临床主要表现为头颈部疼痛占 57.45% (27/47)、感觉异常占 48.94% (23/47)、运动障碍占 23.40% (11/47) 和行走不稳占 19.15% (9/47),其中各 1 例 (2.13%) 分别伴拇展短肌萎缩和大小便障碍。影像学检查,小脑扁桃体下疝距离 (即小脑扁桃体下缘低于枕骨大孔平面距离) 5.00 ~ 15.60 mm,平均 (10.25 ± 2.45) mm; 脊髓空洞宽度 (即脊髓空洞最大横截面直径) 为 2.10 ~ 14.80 mm,平均 (8.01 ± 3.54) mm。

二、研究方法

1. 颅后窝减压术联合硬膜成形术 患者俯卧位,颈部向前屈曲,气管插管全身麻醉,取后正中入路,沿枕外隆凸至枢椎(C₂)棘突作直切口,长度约为 6 cm,逐层切开皮肤、皮下组织和肌肉,显露枕外隆凸、枕大孔后缘、寰椎(C₁)后弓、C₂棘突和双侧椎板,先剪除褶皱增厚的寰枕筋膜,再自下向上逐步咬除部分枕骨至枕骨大孔后缘约 2.50 cm,形成约 3 cm × 4 cm 的骨瓣;“Y”形切开硬脑膜全层并悬吊于骨窗边缘,可见不同程度的蛛网膜粘连、双侧小脑扁桃体下疝、延髓和脊髓受压,手术显微镜下剪开蛛网

膜并分离蛛网膜与扁桃体之间的粘连,松解小脑扁桃体对延髓和颈髓的压迫;双极弱电流电凝软脑膜下的小脑扁桃体,使之皱缩,再探查第四脑室正中孔,待有脑脊液流出后,以人工硬膜(广州迈普再生医学科技股份有限公司)扩大成形,水密缝合硬脑膜;去除骨瓣,逐层缝合颈部肌肉、皮肤。术后进入神经外科重症监护病房(NICU),第 2 天复查头部 CT,观察术区是否有明显血肿。无意识障碍和特殊不适,且 CT 检查未见明显血肿的患者转回神经外科病房。

2. 疗效评价 采用电话和门诊复查相结合的随访方式,术后 6 个月随访时采用 Tator 等^[16]的标准评价术后症状改善情况,将神经功能缺损症状好转定义为优秀,神经功能缺损症状稳定、未进一步加重定义为良好,神经功能缺损症状进一步加重定义为恶化。同时,采用芝加哥 Chiari 畸形预后量表(CCOS)^[17]评价手术疗效,分为疼痛症状、非疼痛症状、功能影响和并发症共 4 项内容,每项内容评分为 1 ~ 4,其中,疼痛症状包括疼痛加重、疼痛未改善且药物无法控制、疼痛未改善但止痛药可控制、疼痛消失共 4 级;非疼痛症状包括症状加重、症状好转但影响日常生活、症状好转且不影响日常生活、症状消失共 4 级;功能影响包括无法参与工作或学习、参与少部分工作和学习、参与大部分工作或学习、正常参与工作和学习共 4 级;并发症包括难以控制的持续并发症、可控制的持续并发症、短暂时并发症、无并发症共 4 级;4 项内容评分之和为 CCOS 总评分,总评分为 4 ~ 16,评分 4 ~ 8 为不良、9 ~ 12 为稳定、13 ~ 16 为良好。其中,良好定义为治愈,稳定和不良定义为未治愈。

3. 安全性评价 通过电子病历(EHR)系统记录术后出现的发热、头痛、伤口感染、脑脊液漏、颅内感染等并发症情况,并于随访 6 个月时复查头部和脊柱 MRI 观察手术恢复和脊髓空洞缩小情况。

4. 统计分析方法 采用 SPSS 26.0 统计软件进行数据处理与分析。计数资料以相对数构成比(%)或率(%)表示,采用 χ^2 检验。呈正态分布的计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,行两独立样本的 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 Mann-Whitney U 检验。颅后窝减压术联合硬膜成形术后预后不良相关危险因素的筛查采用单因素和多因素逐步法 Logistic 回归分析($\alpha_{\text{入}} = 0.05, \alpha_{\text{出}} = 0.10$)。以 $P \leq 0.05$ 为差异

具有统计学意义。

结 果

本组 47 例患者均顺利完成手术, 3 例(6.38%) 术后发生脑脊液漏, 其中 2 例予以枕部加压包扎后好转; 1 例发生颅内感染, 静脉滴注万古霉素 1 g/次(2 次/d)和美罗培南 2 g/次(3 次/d)联合抗感染治疗, 同时, 行腰大池引流术加椎管内注射万古霉素 10 mg/次(2 次/d), 2 周后好转; 这 3 例患者出院前复查 MRI 未见脑脊液漏。本组患者住院时间 8~22 d, 平均(15.26±4.83) d。

术后随访 6~101 个月, 中位值 67(29, 83) 个月。参照 Tator 等^[16]的标准, 术后 6 个月随访时, 有 20 例(42.55%)临床症状与体征完全缓解, 评定为优秀; 26 例(55.32%)临床症状与体征部分缓解, 评定为良好; 1 例(2.13%)临床症状进一步加重, 评定为恶化, 该例患者术后无明显并发症, 术后 6 个月复查颈椎 MRI 显示脊髓空洞宽度较大且较术前无明显变化, 术后 24 个月行脊髓空洞-蛛网膜下腔分流术, 术后临床症状与体征部分缓解。根据术后 6 个月 CCOS 评分分为治愈组[即 21 例(44.68%)CCOS 评分为 13~16]和未治愈组[包括 25 例(53.19%)CCOS 评分为 9~12 和 1 例(2.13%)CCOS 评分为 4~8], 未治愈组患者病程长于($P=0.000$)、脊髓空洞宽度大于($P=0.004$)治愈组, 而性别、年龄和小脑扁桃体下疝距离组间差异无统计学(均 $P>0.05$, 表 1)。

单因素 Logistic 回归分析显示, 病程 ≥ 36 个月($P=0.000$)和脊髓空洞宽度 ≥ 8 mm($P=0.012$)是颅后窝减压联合硬膜成形术后预后不良的危险因素(表 2, 3); 将上述危险因素纳入多因素 Logistic 回归方程, 结果显示, 病程 ≥ 36 个月是颅后窝减压联合硬膜成形术后预后不良的危险因素($OR=21.948$, 95%CI: 3.850~125.117, $P=0.001$; 表 4)。

讨 论

目前, CM1 型合并脊髓空洞症的治疗主要采取以颅后窝减压术为基础的各种减压术, 包括单纯颅后窝减压术(PFD)、颅后窝减压术联合硬膜成形术、小脑扁桃体部分切除术和脊髓空洞分流术等, 但最佳术式仍未统一^[7,18-19]。单纯颅后窝减压术通过去除部分枕骨达到颅后窝骨性减压的目的, 但存在减压不充分、脑脊液循环改善不明显的风险^[3]。颅后窝减压术联合硬膜成形术在单纯颅后窝减压术基

表 1 治愈组与未治愈组患者临床资料的比较

Table 1. Comparison of clinical data between cured group and uncured group

观察指标	未治愈组 (n=26)	治愈组 (n=21)	统计量值	P 值
性别[例(%)]			0.334	0.563
男性	9(34.62)	9(42.86)		
女性	17(65.38)	12(57.14)		
年龄($\bar{x}\pm s$, 岁)	45.77±7.69	42.90±9.83	1.122	0.268
病程 [$M(P_{25}, P_{75})$, 月]	40.00 (29.50, 60.00)	20.00 (12.00, 24.00)	4.709	0.000
小脑扁桃体下疝距离 ($\bar{x}\pm s$, mm)	10.71±2.29	9.67±2.58	1.477	0.147
脊髓空洞宽度 ($\bar{x}\pm s$, mm)	9.28±3.76	6.44±2.55	3.074	0.004

χ^2 test for comparison of sex, Mann-Whitney U test for comparison of duration, and two-independent-sample t test for comparison of others. 性别的比较行 χ^2 检验, 病程的比较行 Mann-Whitney U 检验, 其余各项比较行两独立样本的 t 检验

础上改良而来, 通过切开硬脑膜全层并梳理颅后窝蛛网膜下腔以缓解颅后窝压力、恢复脑脊液循环, 从而改善临床症状、提高生活质量, 目前已得到越来越多临床医师的认可^[18,20-22]。Xu 等^[25]认为, 尽管颅后窝减压术联合硬膜成形术的术后并发症可能多于单纯颅后窝减压术, 但手术效果更佳, 建议 CM1 型合并脊髓空洞症患者仍首选颅后窝减压术联合硬膜成形术。本研究即采用该术式治疗 47 例 CM1 型合并脊髓空洞症患者, 由于此类患者通常术后近期不稳定, 甚至部分患者疼痛等症状术后立刻缓解, 但数月后又再次出现, 因此我们以术后远期预后作为观察指标, 传统评价标准是 Tator 等^[16]的标准, 但为主观指标, 而近年出现的 CCOS 量表^[17]为客观指标, 因此我们采取这两种方法评价手术疗效, 结果显示, 97.87%(46/47)患者术后临床症状完全或部分改善, 2.13%(1/47)临床症状恶化; 无一例死亡; 6.38%(3/47)术后发生并发症, 主要为脑脊液漏和颅内感染, 与既往研究结果相一致^[6]。

颅后窝减压术联合硬膜成形术后多数 CM1 型患者的脊髓空洞可自行好转, 但仍有部分患者脊髓空洞持续存在, 若治疗无效且症状进一步加重, 可选择脊髓空洞分流术, 通过引流脑脊液缓解脊髓压力, 改善症状^[9]。常见的脊髓空洞分流术包括脊髓空洞-蛛网膜下腔分流术、脊髓空洞-腹腔分流术和脊髓空洞-胸腔分流术等, 其中脊髓空洞-蛛网膜下腔分流术更符合解剖特点, 故常作为首选术式^[22]。本研究有 1 例患者颅后窝减压术联合硬膜成形术后

表 2 颅后窝减压术联合硬膜成形术后预后不良相关影响因素的变量赋值表

Table 2. Variable assignment table of influencing factors of poor prognosis after PFDD

变量	赋值	
	0	1
性别	男性	女性
年龄(岁)	< 45	≥ 45
病程(月)	< 36	≥ 36
小脑扁桃体下疝距离(mm)	< 10	≥ 10
脊髓空洞宽度(mm)	< 8	≥ 8

表 3 颅后窝减压术联合硬膜成形术后预后不良相关影响因素的单因素 Logistic 回归分析

Table 3. Univariate Logistic regression analysis of influencing factors of poor prognosis after PFDD

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	0.348	0.604	0.333	0.564	1.417	0.434 ~ 4.625
年龄 ≥ 45 岁	0.924	0.604	2.341	0.126	2.519	0.771 ~ 8.222
病程 ≥ 36 个月	3.250	0.865	14.117	0.000	25.786	4.733 ~ 140.481
小脑扁桃体下疝距离 ≥ 10 mm	0.903	0.622	2.111	0.146	2.468	0.730 ~ 8.344
脊髓空洞宽度 ≥ 8 mm	1.633	0.652	6.276	0.012	5.120	1.427 ~ 18.373

表 4 颅后窝减压术联合硬膜成形术后预后不良相关影响因素的多因素逐步法 Logistic 回归分析

Table 4. Multivariate stepwise Logistic regression analysis of influencing factors of poor prognosis after PFDD

变量	<i>b</i>	<i>SE</i>	Wald χ^2	<i>P</i> 值	<i>OR</i> 值	<i>OR</i> 95%CI
病程 ≥ 36 个月	3.089	0.888	12.097	0.001	21.948	3.850 ~ 125.117
脊髓空洞宽度 ≥ 8 mm	1.313	0.803	2.672	0.102	3.717	0.770 ~ 17.944
常数项	-1.481	0.572	6.693	0.010		

6 个月复查颈椎 MRI, 脊髓空洞无明显好转且症状加重, 又行脊髓空洞-蛛网膜下腔分流术, 效果良好, 症状稳定。因此认为, 脊髓空洞分流术通过分流空洞内脑脊液, 直接减小空洞, 可以作为颅后窝减压术联合硬膜成形术无效患者的补救治疗。

目前针对 CM1 型合并脊髓空洞症患者术后恢复情况的研究主要集中于头痛症状的缓解程度。Grangeon 等^[11]和 Olszewski 和 Proctor^[12]认为, 若术前头痛类型为枕颈部经典型头痛(如咳嗽相关头痛), 则术后头痛症状缓解较明显; 相反, 如果为其他部位弥漫性头痛, 则术后疼痛症状缓解不明显。这一研究结论已被其他神经科学家^[24-25]和国际头痛疾病分类第 3 版(ICHD-III)^[26]所接受。Thakar 等^[27]的研究显示, 合并脊髓空洞症的 CM1 型患者较单纯 CM1 型患者的预后更差, 且术前存在运动障碍的患者术后运动障碍恢复的可能性较小。既往认为, 年龄大、病程长、小脑扁桃体下疝距离和脊髓空洞宽度大是 CM1 型合并脊髓空洞症患者预后不良的危险因素。然而在本研究中, 根据术后 6 个月 CCOS 评分分为治愈组(CCOS 评分为 13 ~ 16)和未治愈组(CCOS 评分为 4 ~ 12), 未治愈组患者病程长于、脊髓空洞宽度大于治愈组, 而两组性别、年龄和小脑扁桃体下疝距离无明显差异; 进一步行单因素和多因素 Logistic 回归分析, 仅病程 ≥ 36 个月是 CM1 型合并脊髓空洞症患者颅后窝减压术联合硬膜成形

术后预后不良的危险因素。Nagoshi 等^[28]也得出, 病程 ≥ 36 个月是 CM1 型合并脊髓空洞症患者术后脊髓空洞缩小缓慢的危险因素。究其原因, 可能是由于病程长的患者出现脊髓空洞的可能性更大、脊髓空洞更明显、空洞对脊髓和(或)延髓的压迫更久更严重, 致使神经功能缺损时间长且严重, 而相关症状恢复缓慢, 甚至一些严重神经功能缺损症状无法恢复。因此, 本研究尽管绝大多数患者术后症状有一定程度缓解, 且脊髓空洞有一定程度缩小, 但仍有部分患者术后持续存在症状。本研究并未得出年龄大是 CM1 型合并脊髓空洞症患者术后预后不良的危险因素, 可能是由于所纳入患者多为青壮年(年龄 29 ~ 59 岁), 无老年患者, 故年龄对手术预后的影响不明显; 亦未得出小脑扁桃体下疝距离和脊髓空洞宽度是 CM1 型合并脊髓空洞症患者术后预后不良的危险因素, 可能是由于颅后窝减压术联合硬膜成形术后颅后窝容积增大, 得到充分减压, 脑脊液循环通畅, 脊髓空洞得到缓解, 下疝的小脑组织和脊髓空洞对脑干和脊神经的压迫得到缓解, 因此认为, 小脑扁桃体下疝距离和脊髓空洞宽度对远期预后的影响较小。

本研究存在一定的局限性: (1) 为单中心的小样本病例回顾研究, 病例数量较少, 能够纳入分析的可能危险因素较少。(2) 患者年龄范围较窄, 未能进行各年龄阶段的分层分析。(3) 由于本中心采取

的主要手术方式为颅后窝减压术联合硬膜成形术,未能纳入其他手术方式。今后尚待进一步行多中心的大样本病例回顾研究,纳入更多的潜在因素进行危险因素筛查。

本研究发现病程 ≥ 36 个月是 CM1 型合并脊髓空洞症患者颅后窝减压术联合硬膜成形术后预后不良的危险因素,因此建议,有明显症状的 CM1 型合并脊髓空洞症患者,应尽早行颅后窝减压术联合硬膜成形术以改善预后。

利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] Chiari H. Ueber veränderungen des kleinhirns infolge von hydrocephalie des grosshirns I [J]. Dtsch Med Wochenschr, 1891, 17:1172-1175.
- [2] Frič R, Eide PK. Chiari type I-a malformation or a syndrome: a critical review [J]. Acta Neurochir (Wien), 2020, 162: 1513-1525.
- [3] McCluggage SG, Oakes WJ. The Chiari I malformation [J]. J Neurosurg Pediatr, 2019, 24:217-226.
- [4] Heiss JD, Jarvis K, Smith RK, Eskioğlu E, Gierthmuehlen M, Patronas NJ, Butman JA, Argersinger DP, Lonser RR, Oldfield EH. Origin of syrinx fluid in syringomyelia: a physiological study [J]. Neurosurgery, 2019, 84:457-468.
- [5] Dlouhy BJ, Dawson JD, Menezes AH. Intradural pathology and pathophysiology associated with Chiari I malformation in children and adults with and without syringomyelia [J]. J Neurosurg Pediatr, 2017, 20:526-541.
- [6] Chu W, Chen X, Xue X, He G, Liu J, Zhang H, Feng H, Lin J. Treatment of symptomatic Chiari I malformation by "all-factors-surgery": a report of 194 cases [J]. Eur Spine J, 2021. [Epub ahead of print]
- [7] Alexander H, Tsering D, Myseros JS, Magge SN, Oluigbo C, Sanchez CE, Keating RF. Management of Chiari I malformations: a paradigm in evolution [J]. Childs Nerv Syst, 2019, 35:1809-1826.
- [8] Wang K, Wu H, Fengzeng J, Zeng G. Opinion for different centers: surgical experience with Chiari malformation type I in children at Xuanwu Hospital, China [J]. Childs Nerv Syst, 2019, 35:1915-1919.
- [9] Shen J, Shen J, Huang K, Wu Y, Pan J, Zhan R. Syringobulbia in patients with Chiari malformation type I: a systematic review [J]. Biomed Res Int, 2019:4829102.
- [10] Bao C, Yang F, Liu L, Wang B, Li D, Gu Y, Zhang S, Chen L. Surgical treatment of Chiari I malformation complicated with syringomyelia [J]. Exp Ther Med, 2013, 5:333-337.
- [11] Grangeon L, Puy L, Gilard V, Hebant B, Langlois O, Derrey S, Gerardin E, Maltete D, Guegan - Massardier E, Magne N. Predictive factors of headache resolution after Chiari type I malformation surgery [J]. World Neurosurg, 2018, 110:e60-66.
- [12] Olszewski AM, Proctor MR. Headache, Chiari I malformation and foramen magnum decompression [J]. Curr Opin Pediatr, 2018, 30:786-790.
- [13] Barkovich AJ, Wippold FJ, Sherman JL, Citrin CM. Significance of cerebellar tonsillar position on MR [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 1986, 7:795-799.
- [14] Guan J, Yuan C, Zhang C, Ma L, Yao Q, Cheng L, Liu Z, Wang K, Duan W, Wang X, Wang Z, Wu H, Chen Z, Jian F. A novel classification and its clinical significance in Chiari I malformation with syringomyelia based on high-resolution MRI [J]. Eur Spine J, 2021. [Epub ahead of print]
- [15] Vaquero J, Martínez R, Arias A. Syringomyelia-Chiari complex: magnetic resonance imaging and clinical evaluation of surgical treatment [J]. J Neurosurg, 1990, 73:64-68.
- [16] Tator CH, Meguro K, Rowed DW. Favorable results with syringosubarachnoid shunts for treatment of syringomyelia [J]. J Neurosurg, 1982, 56:517-523.
- [17] Aliaga L, Hekman KE, Yassari R, Straus D, Luther G, Chen J, Sampat A, Frim D. A novel scoring system for assessing Chiari malformation type I treatment outcomes [J]. Neurosurgery, 2012, 70:656-664.
- [18] De Vlioger J, Dejaegher J, Van Calenbergh F. Posterior fossa decompression for Chiari malformation type I: clinical and radiological presentation, outcome and complications in a retrospective series of 105 procedures [J]. Acta Neurol Belg, 2019, 119:245-252.
- [19] Jia C, Li H, Wu J, Gao K, Zhao CB, Li M, Sun X, Yang B. Comparison decompression by duraplasty or cerebellar tonsillectomy for Chiari malformation - I complicated with syringomyelia [J]. Clin Neurol Neurosurg, 2019, 176:1-7.
- [20] Chai Z, Xue X, Fan H, Sun L, Cai H, Ma Y, Ma C, Zhou R. Efficacy of posterior fossa decompression with duraplasty for patients with Chiari malformation type I: a systematic review and meta-analysis [J]. World Neurosurg, 2018, 113:357-365.
- [21] Giammattei L, Borsotti F, Parker F, Messerer M. Chiari I malformation: surgical technique, indications and limits [J]. Acta Neurochir (Wien), 2018, 160:213-217.
- [22] Menezes AH, Greenlee JDW, Dlouhy BJ. Syringobulbia in pediatric patients with Chiari malformation type I [J]. J Neurosurg Pediatr, 2018, 22:52-60.
- [23] Xu H, Chu L, He R, Ge C, Lei T. Posterior fossa decompression with and without duraplasty for the treatment of Chiari malformation type I - a systematic review and meta-analysis [J]. Neurosurg Rev, 2017, 40:213-221.
- [24] Raza - Knight S, Mankad K, Prabhakar P, Thompson D. Headache outcomes in children undergoing foramen magnum decompression for Chiari I malformation [J]. Arch Dis Child, 2017, 102:238-243.
- [25] Abu-Arafeh I, Campbell E. Headache, Chiari malformation type I and treatment options [J]. Arch Dis Child, 2017, 102:210-211.
- [26] Olesen J. International classification of headache disorders [J]. Lancet Neurol, 2018, 17:396-397.
- [27] Thakar S, Sivaraju L, Jacob KS, Arun AA, Aryan S, Mohan D, Sai Kiran NA, Hegde AS. A points - based algorithm for prognosticating clinical outcome of Chiari malformation type I with syringomyelia: results from a predictive model analysis of 82 surgically managed adult patients [J]. J Neurosurg Spine, 2018, 28:23-32.
- [28] Nagoshi N, Iwanami A, Toyama Y, Nakamura M. Factors contributing to improvement of syringomyelia after foramen magnum decompression for Chiari type I malformation [J]. J Orthop Sci, 2014, 19:418-423.

(收稿日期:2021-05-20)

(本文编辑:彭一帆)