



电子、语音版

·综述·

## 儿童 Chiari 畸形 I 型的治疗规范及争议

郭付有

郑州大学第一附属医院神经外科/河南省神经系统畸形国际联合实验室, 河南 郑州 450052

**摘要:** 儿童 Chiari 畸形 I 型由于缺乏国内、外专家共识和指南, 以及术前评估不规范和治疗手段选择不当, 致使临床疗效不佳或需二次翻修手术。儿童 Chiari 畸形 I 型患者的手术治疗方案应基于术前临床症状结合多模态影像学精准评估后实施个体化治疗, 包括: 单纯骨性减压, 硬膜扩大成形术, 硬膜扩大成形术+扁桃体切除或电凝(伴口部探查), 骨性减压+经后路寰枕融合植骨内固定术等多种术式。手术治疗儿童症状型 Chiari 畸形 I 型的核心: 一是确保枕下减压的同时维持颅颈交界区的稳定性, 二是对于合并脊髓空洞的患儿术中口部探查确保脊髓脑脊液循环通畅至关重要。临床医师应根据 Chiari 畸形患儿的具体情况进行个体化评估并采取不同的手术策略, 以期达到临床治疗微创化和疗效最佳化。 [国际神经病学神经外科学杂志, 2022, 49(4): 80-84]

**关键词:** 儿童; Chiari 畸形; 术前评估

中图分类号: R682.1

DOI: 10.16636/j.cnki.jinn.1673-2642.2022.04.015

### Management of Chiari malformation type I in children: Standards and controversies

GUO Fu-You

The department of Neurosurgery, the first affiliated hospital of Zhengzhou University/International joint laboratory of nervous system malformation of Henan Province, Zhengzhou, Henan 450052, China

**Abstract:** There are currently no guidelines or expert consensus on the management of children with Chiari malformation type I, and a lack of standard preoperative evaluation and improper selection of treatment method often lead to poor treatment outcome or revision surgery. The surgical treatment regimen for children with Chiari malformation type I should be selected based on preoperative clinical symptoms and multi-modality neuroimaging, and individualized treatment should be performed, including bony decompression alone, expansive duraplasty, expansive duraplasty+tonsillar resection/cautery (including obex exploration), and bony decompression+posterior atlanto-occipital fusion and bone grafting internal fixation. The core of surgical treatment of Chiari malformation type I in children is to maintain the stability of craniocervical junction while ensuring decompression and perform intraoperative obex exploration for children with syringomyelia to ensure normal cerebrospinal fluid circulation after surgery. Clinicians should perform individualized assessment and select different surgical strategies based on the actual conditions of the child, so as to achieve the optimal outcome of minimally invasive treatment. [Journal of International Neurology and Neurosurgery, 2022, 49(4): 80-84]

**Keywords:** child; Chiari malformation; preoperative evaluation

儿童 Chiari 畸形 I 型指 18 岁以下患儿出现小脑扁桃体下疝超过枕大孔 5 mm 以上的先天畸形(图 1A)。多数诊断的儿童 Chiari 畸形 I 型是偶然发现或因其他原因行影像学检查而证实。随着磁共振检查的普及, 儿童 Chiari 畸形影像学检出率占人群的 1.0%~3.6%, 但通常只有 15% 患儿有症状且需手术治疗<sup>[1]</sup>。另一方面, 对于儿童 Chiari

畸形患者尤其表现为非神经系统的典型症状如消化道呃逆或睡眠呼吸障碍时, 该疾病在临床的发病率可能被低估<sup>[2]</sup>, 甚至误诊或漏诊时常发生。目前国内外对儿童 Chiari 畸形手术适应证及手术方式的选择、术中电生理监测如躯体感觉诱发电位(somatosensory evoked potential, SEP)/运动诱发电位(motor evoked potentials, MEP)/听觉

收稿日期: 2022-03-28; 修回日期: 2022-06-14

作者简介: 郭付有(1973—), 男, 教授/主任医师, 博士生导师, 主要从事神经系统畸形和脑血管病的研究, E-mail: chy666@hotmail.com。

诱发电位(auditory evoked potentials, AEP)多导睡眠描记(Polysomnography)等在儿童 Chiari 畸形中的价值和意义尚存不少争议。本文就儿童 Chiari 畸形 I 型的最新诊治进展并结合本中心治疗经验进行总结分析,以期规范临床治疗,提高临床疗效。

## 1 临床特点

儿童 Chiari 畸形 I 型最常见的临床症状是头痛,占有患者的 60%~70%。该疼痛部位呈典型的非皮节支配区分布并定位到枕部或颈部区域。疼痛常常会因为 Valsalva 动作而加重或恶化,表明其病理机制系脑脊液循环梗阻有关。除咳嗽、喷嚏或排便外,儿童 Valsalva 诱发运动还包括尖叫、跑步后反复跳跃,比如在蹦床上均能诱发。对于不能语言表达的儿童,疼痛可能表现为易激惹,角弓反张,持续哭闹或发育停滞<sup>[3]</sup>。特别需要指出的是:Chiari 畸形引起的头痛务必与偏头痛,紧张型头痛,或其他慢性头痛相鉴别,否则不充分和不恰当的头痛评估将会因手术适应证选择错误导致患儿手术无效。

2011 年美国 Tubbs 等<sup>[4]</sup>报道迄今为止最大的一组单中心 500 例 Chiari 畸形患儿手术资料,其中 285 例出现脊髓空洞,脊髓空洞发生率达 57%。典型临床表现包括:头痛/颈部后背疼痛 200 例,占 40%,表现为脊柱侧弯 90 例,占 18%,上肢疼痛、力弱或麻木 41 例,占 8.2%,吞咽困难 20 例,占 4%。此外,儿童 Chiari 畸形容易伴随其他骨质畸形:18% 合并脊柱侧弯,24% 合并齿状突脱位,3% 合并 Klippel-Feil 综合征,8% 合并寰枕融合。更具有临床指导意义的是:12% 的患者术中发现门部有纤维膜阻塞脑脊液循环通路。随后 Arnautovic 等<sup>[5]</sup>对世界上 48 年间共发表的儿童 Chiari 畸形 2 302 例大宗资料进行总结,发现儿童 Chiari 畸形的发病年龄高峰是 8 岁,79% 的患儿术后脊髓空洞明显好转,儿童术后最常见的并发症是假性脑膜膨出,此外,该手术死亡率为 3%。最常见的死亡原因包括:①肺炎/呼吸衰竭,②感染/脓毒症,③术后出血,④呼吸困难。2017 年国内 Liu<sup>[6]</sup>报道一组我国 92 例儿童 Chiari 畸形的临床资料,脊髓空洞者 72 例,占 78.3%。而且还发现儿童 Chiari 畸形容易合并其他畸形:如伴发脑积水 24 例,占 26.1%,合并脊柱侧弯 44 例,占 47.8%。脊柱侧弯在一般儿童人群中占 2%~4%,但合并 Chiari 畸形患儿发生率高 4 倍。因此,对于儿童 Chiari 畸形特别重视其他伴随疾病的发生,尤其是脊柱侧弯、脑积水、寰枢关节脱位等复合疾病的存在,只有经过严格的术前评估并选择最佳的个体化治疗策略才能达到最佳临床效果。

需要强调的是:少数儿童 Chiari 畸形表现为临床急症,尤其在患儿出现创伤之后或出现脑积水导致高颅压时,这些突发症状表现为感觉运动功能障碍、呼吸功能障碍乃至死亡。其死亡原因可能与脑干严重受压,延髓呼吸功能衰竭有关。因此,对于快速进展的症状可导致严

重的功能障碍甚至死亡,尽早明确诊断和尽快手术干预显得至关重要<sup>[7-8]</sup>。

## 2 影像学检查

术前除常规行颅、颈交界区动力位数字 X 射线摄影(DR)、64 排 CT 三维骨质重建及血管造影(CTA),判断有无颅颈连接不稳或其他骨质畸形或椎动脉变异以指导后继治疗,MRI 解剖影像学评估:包括颅颈交界区常规 MRI 序列 T1 及 T2 加权像、后颅窝容积测定外、3D-CISS 序列有时可在术前明确脑脊液(CSF)循环通路上有无粘连或纤维膜,从而为手术方案制定提供重要依据<sup>[9]</sup>。特别需要指出的是:①若患儿合并脊髓空洞,有时需行全脊髓(颈髓+胸髓+腰髓)扫描以明确脊髓空洞的长短、大小,排除有无合并脊髓栓系或椎管肿瘤等其他疾病并存。②需要行相位对比动态脑脊液流动成像的 MRI 检查(cine-PC,包括轴位和矢状位)以评估中脑导水管,四脑室出、入口,枕大孔区域有无脑脊液循环梗阻,为指导后继手术治疗提供重要依据。③儿童 Chiari 畸形常合并脊柱侧弯畸形,表现为脊柱侧凸,此类患儿需要加做全脊柱 DR 检查并测量 Cobb 角评估是否需要接受脊柱侧凸矫形术。当然,还有部分 Chiari 畸形患儿合并脑积水,颅缝早闭等先天畸形,此时加做头部 CT 和 MRI 平扫至关重要。对于高颅压性脑积水或颅缝早闭而导致的继发性 Chiari 畸形 I 型患者,术前评估后需要优先处理脑积水或颅缝早闭而非行枕下减压术。

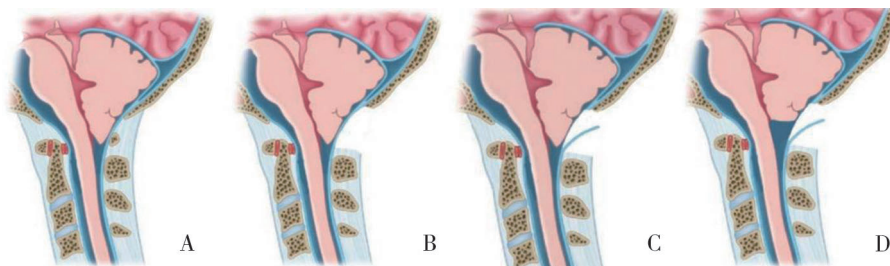
## 3 手术治疗

儿童 Chiari 畸形 I 型的治疗包括保守治疗和手术治疗,目前对儿童 Chiari 畸形的治疗和处理尚无临床指南或专家共识。一般而言,对于儿童 Chiari 畸形患者,影像学检查偶然发现的无症状或轻微症状的患者可保守治疗,行定期动态的影像学随访。症状型儿童 Chiari 畸形 I 型的术前评估必须明确 2 个关键问题:一是否有手术适应证? 二是如果有手术适应证,应采取哪种手术方式对患儿疗效最佳? 人们广泛认可接受手术减压治疗的适应证包括:①由 Valsalva 动作激发或加重的枕/颈部疼痛,②颈部/胸部有或无脊髓空洞伴有或不伴脊柱侧弯,③位于颈延髓部位的神经功能障碍,后组颅神经或小脑症状。由于其他类型的头痛与 Chiari 畸形 I 型无关,这种情况下不应该考虑手术治疗。

儿童 Chiari 畸形的枕下减压手术经术前全面评估后应采取个体化治疗,包括单纯骨性减压,硬膜扩大成形术,硬膜扩大成形术+小脑扁桃体切除或电凝(伴门部探查),骨性减压+经后路寰枕融合植骨内固定术等多种术式。目前对于儿童 Chiari 畸形 I 型患者如何选择最佳手术方式国内、外尚无一致意见。单纯后颅窝骨性减压(posterior fossa decompression, PFD)(图 1B),术后并发症少,患者恢复速度快,住院时间短,长期随访脊髓空洞改

善率较低,临床症状复发率高,二次翻修手术概率较大,该术式适合于经术前严格评估无脊髓空洞的 Chiari 畸形儿童患者。对于术前影像提示颅后窝容积狭小,术中超声探查发现扁桃体脉冲性搏动常需采用硬膜扩大成形术 (posterior fossa decompression with duraplasty, PFDD) (图 1C)。2020 年美国华盛顿大学 Ene 等<sup>[10]</sup>对 276 例儿童 Chiari 畸形 I 型枕下减压的手术效果进行回顾性分析:其中 25% 的患儿行单纯骨性减压、18% 的行硬膜扩大成形术, 57% 行硬膜扩大成形术+弓部探查术(包括扁桃体电灼术)(图 1D)。结果发现:该组有 132 例 Chiari 畸形 I 型患儿出现脊髓空洞(48%),对于合并脊髓空洞的患儿,采用硬膜扩大成形术+弓部探查术脊髓空洞消失率高,而且恢复快,相对于硬膜扩大成形术和单纯后颅窝骨性减压并没有增加脑脊液相关的手术并发症。2022 年宫剑报道<sup>[11]</sup>:北京天坛医院对于儿童 Chiari 畸形 I 型患者采用颅后窝减压术+小脑扁桃体电凝术+硬膜扩张成形术,该术式减压确切,患儿症状缓解明显,脊髓空洞消失迅速,安全可靠。而且该模式已被美国约翰·霍普金斯大学医学院、美国俄克拉荷马州健康科学中心等推荐为 Chiari 畸形的首选术式,较单纯的骨性减压或硬膜成形术更加有效。因此,凡是合并脊髓空洞的 Chiari 畸形 I 型患儿术前务必行常规 MRI 检查,尤其 3D-CISS 序列扫描和相位对比动

态脑脊液流动成像的 MRI 检查,若脑脊液流动成像显示四脑室出口脑脊液循环梗阻或术前影像学发现弓部有纤维膜需要术中积极处理,术中打开硬膜不仅切除或电灼下疝扁桃体重建枕大池使减压更充分,而且要探查并切除弓部纤维膜才能彻底打通脑脊液循环,术后患者脊髓空洞和临床症状改善才能最大化<sup>[2, 12]</sup>。对于合并颅颈连接不稳的复杂 Chiari 畸形,充分减压的同时需行钉棒内固定和取肋骨植骨融合术,该术式适用于 Chiari 畸形伴随颅颈交界区其他骨质畸形的患者,如寰枢脱位、颅底凹陷等导致颅颈连接不稳的畸形,旨在恢复患者正常颅颈连接结构,解除颅颈交界部不稳定因素从而避免延髓或高位颈髓受压出现四肢瘫痪乃至呼吸骤停等严重后果,对恢复脑脊液的正常流体动力学亦有一定作用。此外,对于患儿若合并脊柱侧弯,文献报道对于脊柱侧弯 Cobb 角小于 40°,患儿年龄小于 10 岁的 Chiari 畸形 I 型患儿单纯行枕下减压即可使侧弯变稳定或改善<sup>[13]</sup>,当然对于 Cobb's 角超 40°~50°或 Cobb's 角未及 40°~50°,但进展迅速,每年增加超过 10°仍需行脊柱侧弯矫形术。因此,术前神经外科需与骨科、小儿外科、影像科等进行多学科联合会诊(MDT),以便制定最佳的个体化手术方案。本中心关于儿童 Chiari 畸形 I 型的诊治具体流程图详见图 2。



A:儿童 Chiari 畸形 I 型; B:单纯后颅窝骨性减压; C:硬膜扩大成形术; D:硬膜扩大成形术+弓部探查术(包括扁桃体电灼术)

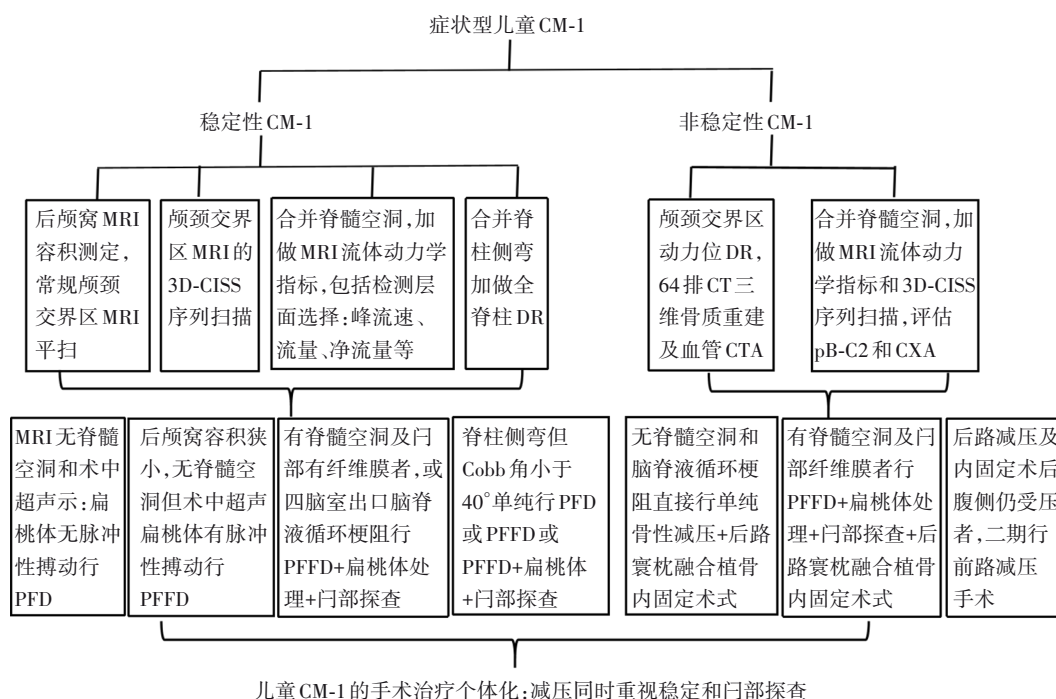
图 1 儿童 Chiari 畸形 I 型病理及不同手术方式示意图

术中神经电生理监护(intraoperative neurophysiological monitoring, IONM)是否应该成为 Chiari 畸形手术中的先决条件尚有争议。IONM 的主要功能是防止枕下减压过程中出现新的神经功能障碍。Klekamp 等<sup>[14]</sup>报道了 359 例无 IONM 的枕下减压术,并发症发生率为 21.8%,永久性手术并发症为 3.2%,且成人和儿童患者之间没有差异。而 Rasul 等<sup>[15]</sup>报道 37 例儿童 Chiari 畸形应用 IONM 行枕下减压手术,术中发现所有患者 SEP 潜伏期下降,SEP 振幅变化多样,其中 18 例下降而 12 例升高。AEP 波显示下降 13 例而 4 例升高。术后未见神经系统不良并发症发生,所有患者的原发症状随访 3 个月显示消失或改善,脊髓空洞消失率达 79.16%,作者认为,儿童 Chiari 畸形枕下减压术中可伴随 SEP 和 AEP 的改变,但是,但是应用

IONM 与临床效果和脊髓空洞消失率均没有明显相关性。因此,基于 IONM 应用意味着医疗成本的增加和假阳性数据对临床医生手术策略的干扰,如何合理应用 IONM 并客观分析术中记录的数据值得临床进一步深入研究。

儿童 Chiari 畸形枕下减压术后如脊髓空洞持续存在,术后发生率可达 10%~20%,可能与减压不充分,局部疤痕粘连,或脑脊液循环通路梗阻未解除有关。此外,Chatterjee 等<sup>[16]</sup>报道 76 例行枕下减压手术的儿童 Chiari 畸形,影像学检查发现有 11 例合并寰枢关节半脱位(14.47%)。因此,对于有临床症状的 Chiari 畸形患儿施行枕下减压手术之前,优先考虑并全面评估 Chiari 畸形是否合并寰枢关节不稳。该作者报道有 4 例 Chiari 畸形合并寰枢关节脱位出现漏诊而单纯行枕下减压手术,患儿临床症状进行



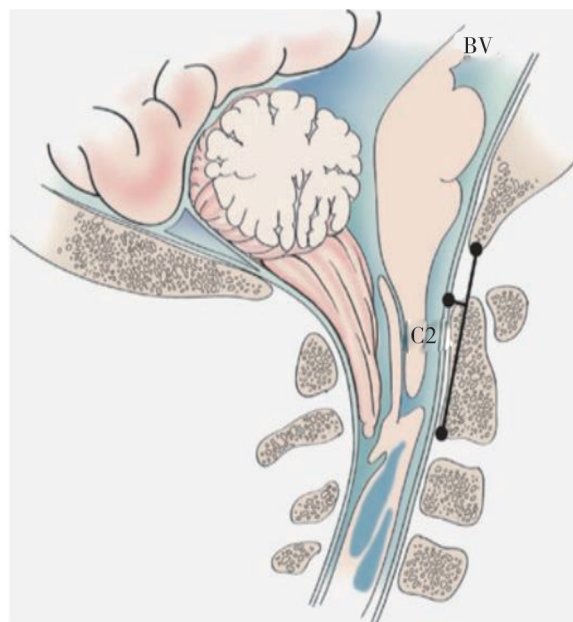


CM-1: Chiari 畸形 I 型 (Chiari malformation type I); PFD: 单纯后颅窝骨性减压 (posterior fossa decompression); PFFD: 硬膜扩大成形术 (posterior fossa decompression with duraplasty); pB-C2: 斜坡最低点至 C2 枢椎椎体后下缘连线的垂直线距离 (perpendicular to line connecting the basion to the posterior body of C2); CXA: 斜坡椎管角 (clivoaxial angle)

图 2 儿童 Chiari 畸形 I 型的诊治具体流程图

性恶化而需要二次翻修内固定手术, 尽管施行了二期手术, 仍有 2 例患儿恢复不理想, 出现四肢痉挛性瘫痪等严重并发症。最近 Chae 等<sup>[17]</sup>报道儿童 Chiari 畸形术后需要二次翻修手术的 8 例患儿临床资料, 发现翻修手术最常见原因包括: 6 例临床症状复发, 3 例减压不充分, 2 例明显瘢痕组织粘连, 1 例脑干腹侧受压, 1 例疑似颅颈连接不稳。二次手术后改善 5 例, 稳定 3 例。因此, 对于合并颅颈交界区不稳的儿童 Chiari 畸形, 枕下减压同时一期行后路内固定是必需的, 对于后路复位不理想而仍有脑干腹侧受压的复杂型 Chiari 畸形, 建议二期经口腔或鼻腔再行前路减压。基于 Bollo 的标准<sup>[18]</sup>, 判断脑干腹侧是否受压的指标有 2 个: pB-C2 距离 (即斜坡最低点至 C2 枢椎椎体后下缘连线的垂直线, 图 3) 和斜坡椎管角 (斜坡和椎管之间的夹角, clivoaxial angle, CXA), 即 pB-C2 大于 9 mm 或 CXA 小于 125°。

最后, 尤其需要指出的是, 对于儿童 Chiari 畸形 I 型合并癫痫, 不应该把枕下减压手术作为提高癫痫控制的手段。同样地, 对于儿童 Chiari 畸形 I 型合并自闭症或认知/行为障碍也不是枕下减压的手术适应证, 因为 Chiari 畸形与这两种临床症状没有相关性, 尤其是治疗 Chiari 畸形不能改善儿童行为障碍。该观点已在 2022 年意大利儿童 Chiari 畸形 I 型的诊断和治疗中达成专家共识<sup>[19]</sup>。遗憾的是, 国内至今尚无出版有关 Chiari 畸形 I 型的临床治



斜坡最低点至 C2 枢椎椎体后下缘连线的垂直线, 此线长度表示腹侧受压程度, 图片来自参考文献 3 并经作者授权

图 3 pB-C2 线示意图

疗指南<sup>[20]</sup>, 由于术前评估极不规范, 漏诊、误诊时常发生, 加上治疗方式选择不当, 临床疗效不佳, 甚至需要二次翻修手术, 不仅加重了患儿家庭经济负担, 更是增加了患儿

的身心创伤。鉴于我国儿童Chiari畸形的患病基数大、病种全,加之临床专家手术经验丰富等诸多优势,期待未来开展大样本、随机对照、长期随访的多中心前瞻性临床研究以指导儿童Chiari畸形I型的规范治疗。同时,建议未来对Chiari畸形的临床效果评判采取可量化的评估工具进行数值化分析<sup>[21]</sup>,这样对Chiari畸形的临床研究就更加客观和精准。

#### 4 总结

儿童Chiari畸形经过积极规范手术治疗,临床效果优于成人。儿童Chiari畸形患者的手术治疗方案应基于术前临床症状结合多模态影像学精准评估的个体化治疗,对于合并脊髓空洞的儿童Chiari畸形推荐颅后窝骨性减压+小脑扁桃体电凝或切除+硬膜扩大成形术。在此基础上,如合并导致颅颈连接不稳的疾病,则应在减压的同时行经后路寰枕融合植骨内固定术式。术中充分减压、重建颅后窝和颅颈连接部稳定性以改善CSF流体动力学是解除或减轻术前症状及改善远期预后的重要手段。对于儿童Chiari畸形I型合并脊髓空洞症的患者,术中需积极探查疝部有无纤维膜形成至关重要。该纤维膜可能是蛛网膜粘连引起,常是导致脊髓空洞的关键原因,伴发脊髓空洞的患儿若术中单纯进行骨性减压或硬膜扩大成形术而不积极探查疝部,术后患者获益不大,甚至临床症状进行性恶化。因此,临床医师应根据Chiari畸形患儿的具体情况个体化评估并采取不同的外科精准术式,从而达到临床治疗微创化和疗效最佳化。

#### 参 考 文 献

- [1] ALBERT GW. Chiari malformation in children[J]. *Pediatr Clin North Am*, 2021, 68(4): 783-792.
- [2] VINCHON M. Surgery for Chiari 1 malformation: the Lille experience[J]. *Childs Nerv Syst*, 2019, 35(10): 1875-1880.
- [3] TUBBS SR, TURGU M, OAKEST WJ. Chiari 畸形[M]. 郭付有, 赵洪洋, 译. 西安: 陕西科学技术出版社, 2022.
- [4] TUBBS RS, BECKMAN J, NAFTEL RP, et al. Institutional experience with 500 cases of surgically treated pediatric Chiari malformation type I[J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2011, 7(3): 248-256.
- [5] ARNAUTOVIC A, SPLAVSKI B, BOOP FA, et al. Pediatric and adult Chiari malformation type I surgical series 1965-2013: a review of demographics, operative treatment, and outcomes[J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2015, 15(2): 161-177.
- [6] LIU H, YANG CL, YANG J, et al. Pediatric Chiari malformation type I: long-term outcomes following small-bone-window posterior fossa decompression with autologous-fascia duraplasty[J]. *Exp Ther Med*, 2017, 14(6): 5652-5658.
- [7] TALAMONTI G, MARCATI E, GRIBAUDI G, et al. Acute presentation of Chiari 1 malformation in children[J]. *Childs Nerv Syst*, 2020, 36(5): 899-909.
- [8] YOUNG CC, ELLENBOGEN RG, HAUPTMAN JS. Acute traumatic presentation of Chiari I malformation with central cord syndrome and presyrinx in an infant[J]. *Surg Neurol Int*, 2019, 10: 253.
- [9] 郭付有. 成人Chiari畸形I型的治疗共识和争议[J]. *中华脑科疾病与康复杂志(电子版)*, 2021, 11(2): 65-67.
- [10] ENE CI, WANG AC, COLLINS KL, et al. Expansile duraplasty and obex exploration compared with bone-only decompression for Chiari malformation type I in children: retrospective review of outcomes and complications[J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2020, 27(1): 1-8.
- [11] 宫剑. 小儿神经外科手术笔记 I[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2021: 133-140.
- [12] GUO FY, WANG MY, LONG J, et al. Surgical management of Chiari malformation: analysis of 128 cases[J]. *Pediatr Neurosurg*, 2007, 43(5): 375-381.
- [13] MCCLUGAGE SG, OAKES WJ. The Chiari I malformation[J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2019, 24(3): 217-226.
- [14] KLEKAMP J. Surgical treatment of Chiari I malformation--analysis of intraoperative findings, complications, and outcome for 371 foramen magnum decompressions[J]. *Neurosurgery*, 2012, 71(2): 365-380; discussion 380.
- [15] RASUL FT, MATLOOB SA, HALIASOS N, et al. Intraoperative neurophysiological monitoring in paediatric Chiari surgery—help or hindrance[J]. *Childs Nerv Syst*, 2019, 35(10): 1769-1776.
- [16] CHATTERJEE S, SHIVHARE P, VERMA SG. Chiari malformation and atlantoaxial instability: problems of co-existence[J]. *Childs Nerv Syst*, 2019, 35(10): 1755-1761.
- [17] CHAE JK, GREENFIELD JP. Revision Chiari surgery in young children: predictors and outcomes[J]. *Pediatr Neurosurg*, 2021, 56(6): 529-537.
- [18] BOLLO RJ, RIVA-CAMBRIN J, BROCKMEYER MM, et al. Complex Chiari malformations in children: an analysis of preoperative risk factors for occipitocervical fusion[J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2012, 10(2): 134-141.
- [19] MASSIMI L, PERETTA P, ERBETTA A, et al. Diagnosis and treatment of Chiari malformation type 1 in children: the international consensus document[J]. *Neurol Sci*, 2022, 43(2): 1311-1326.
- [20] 黄胜, 樊剑锋, 丁锡平, 等. Chiari 畸形I型的手术治疗进展[J]. *国际神经病学神经外科学杂志*, 2021, 48(3): 299-302.
- [21] GUO FY, TURGUT M. Precise management of Chiari malformation with type I[J]. *Front Surg*, 2022, 9: 850879.

责任编辑:王荣兵