

# 彩色多普勒超声评价 Chiari I 畸形寰枕减压硬膜成形术后疗效的可行性探讨<sup>\*</sup>

刘 彬 王振宇<sup>\*\*</sup> 江 凌<sup>①</sup> 谢京城 李振东 马长城 陈晓东

(北京大学第三医院神经外科, 北京 100191)

**【摘要】 目的** 探讨采用彩色多普勒超声评价 Chiari I 畸形 (CMI) 寰枕减压硬膜成形术后疗效与枕大孔区脑脊液 (CSF) 流动恢复的关系。 **方法** 2008 年 12 月 ~ 2009 年 4 月 Chiari I 畸形 18 例, 其中合并脊髓空洞 14 例, 男 8 例, 女 10 例。年龄 10 ~ 57 岁, (42.3 ± 13.1) 岁。采用后正中入路枕大孔区减压硬膜成形术, 用人工硬膜 (Neuropatch) 修补硬膜。于术后 10 ~ 12 天采用 PHILLIP IU22 彩色多普勒超声经枕部骨性减压窗测量小脑扁桃体下缘水平脊髓腹背侧蛛网膜下腔脑脊液的头向及尾向流动的流速。根据 Tator 评分评价术后效果对比分析术后改善组与术后稳定组 CSF 流速差异。术后 MR 复查脊髓空洞消减情况。 **结果** 患者均痊愈出院。出院前 13 例为优 (改善组), 余 5 例为良 (稳定组)。术后 MRI 示 14 例合并脊髓空洞者中 10 例有明显缩小 (改善组 7 例, 稳定组 3 例), 余 4 例无明显改变。彩色多普勒超声检查 18 例小脑扁桃体下缘水平脊髓背侧蛛网膜下腔均可见脑脊液的头向及尾向流动, 与心动周期相关, 尾向流速 (8.52 ± 5.28) cm/s [改善组 (6.35 ± 2.81) cm/s, 稳定组 (14.18 ± 6.29) cm/s,  $t = -3.734, P = 0.002$ ], 头向流速 (6.42 ± 2.17) cm/s [改善组 (5.88 ± 1.97) cm/s, 稳定组 (7.81 ± 2.22) cm/s,  $t = -1.804, P = 0.090$ ]。 **结论** 寰枕减压硬膜成形术治疗 CMI 可有效恢复术后枕大孔区脑脊液流动, 疗效肯定。彩色多普勒超声术后测量枕大孔区脑脊液流速恢复情况与疗效有一定关系。

**【关键词】** Chiari 畸形; 脊髓空洞症; 彩色多普勒超声; 手术减压

中图分类号: R651.1

文献标识: A

文章编号: 1009 - 6604 (2010) 02 - 0156 - 04

**Feasibility of Color Doppler Ultrasonography in Evaluating Therapeutic Effect of Atlanto-occipital Decompression with Duraplasty for Chiari Malformation I** Liu Bin, Wang ZhenYu, Jiang Ling, et al. Department of Neurosurgery, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China

**【Abstract】 Objective** To evaluate the therapeutic effect and the circulation of cerebral spinal fluid (CSF) around the foramen magnum in Chiari malformation I (CMI) after atlanto-occipital decompression (AOD) with duraplasty by Color Doppler ultrasonography (CDU). **Methods** Eighteen patients with CMI (8 males and 10 females, aged from 10 to 57 years with a mean of (42.3 ± 13.1) were treated by AOD with duraplasty in our hospital between December 2008 and April 2009. Of the patients, 14 were complicated with syringomyelia. All the patients were treated by AOC with duraplasty and then the dura mater was sutured with neuropatch. Ten to twelve days after the operation, all the cases underwent CDU (PHILLIP IU 22) to measure the maximum postoperative velocities of CSF in cranial- and caudal-direction in the arachnoid space below the TC. Therapeutic effects were evaluated by Tator score and the patients were divided into two groups according to the results (improved and stable groups). The velocities of CSF were compared between the two groups. MRI was carried out after the surgery to evaluate the therapeutic outcomes. **Results** No patient died after the operation, there were 13 patients in the improved group and 5 patients in the stable group. 71% (10/14) of the patients who were complicated with syringomyelia (SM) showed decrease of SM by postoperative MRI (7 in improved group and 3 in stable group), the others had no change in size. CDU showed that Caudal-directed flow rate of CSF in dorsal arachnoid space below the TC was (6.35 ± 2.81) cm/s in improved group and (14.18 ± 6.29) cm/s in stable group ( $t = -3.734, P = 0.002$ ); cephalad-directed flow rate was (5.88 ± 1.97) cm/s in improved group and (7.81 ± 2.22) cm/s in stable group ( $t = -1.804, P = 0.090$ ).

**Conclusions** AOD with duraplasty can effectively restore the circulation of CSF around the foramen magnum in CMI; CDU is a useful method to evaluate the flow of CSF in CMI.

**【Key Words】** Arnold-Chiari malformation; Syringomyelia; Colored Doppler ultrasonography; Decompression, surgical

Chiari I 畸形 (Chiari I malformation, CMI) 又名小脑扁桃体下疝, 约 50% ~ 70% 合并脊髓空

\* 基金项目: 北京大学第三医院中青年骨干基金项目 (YZZ 05 - 17 - 07)

\*\* 通讯作者, E-mail: wzy502@mail.china.com

① 超声诊断科

洞<sup>[1]</sup>,目前针对合并脊髓空洞的 Chiari I 畸形手术治疗方式很多,多数学者赞同行枕大孔区减压术, Milhorat 等<sup>[2]</sup>认为枕大孔区脑脊液正常流动未恢复是硬膜成形术的重要指征,然而对于术后脑脊液动力学研究报道较少。我们 2008 年 12 月~2009 年 4 月应用彩色多普勒超声对 18 例 CMI 术后枕大孔区脑脊液动力学进行研究,以期为手术中决策及术后疗效评价提供客观参考。

1 临床资料与方法

1.1 一般资料

本组 18 例,其中合并脊髓空洞 14 例。男 8 例,女 10 例。年龄 10~57 岁,(42.3±13.1)岁。病程 1 个月~30 年,平均 90.5 月。

临床表现:肢体麻木 11 例,肢体无力 7 例,颈肩痛 6 例,行走不稳 4 例,痛觉减退 10 例,肌萎缩 8 例,肌力下降 8 例,侧弯 4 例,咽反射减退 2 例,共济失调 7 例,病理征阳性 5 例。

影像学表现:所有患者行 MR 检查,以小脑扁桃体低于枕大孔 5 mm 以上为诊断标准,下疝不超过 C<sub>2</sub> 下缘,不伴寰枢椎脱位。

病例选择:有进行性症状加重的经 MRI 确诊 CMI 患者。排除标准:合并寰枢椎脱位不适于后方手术减压者。

1.2 方法

1.2.1 手术方法 全麻下后正中入路枕大孔区减压术,枕骨减压为 3 cm×4 cm,切除寰椎后弓以显露小脑扁桃体下缘,枕大孔后缘及寰椎后共咬开 2 cm,Y 形切开硬膜,取人工硬膜 Neuropatch (B. Braun Melsungen AG,德国贝朗公司)修剪成三角形形成修补硬膜,术中发现枕骨大孔后缘不同程度内翻、寰枕筋膜肥厚,呈索条状,3 例寰椎后弓发育不全,硬膜及下疝的小脑扁桃体与蛛网膜粘连。术后放置硬膜外引流。

1.2.2 彩色多普勒超声检查 于术后 10~12 天采用 PHILLIP IU22 彩超机 C5-1 探头经枕部骨性减压窗行脑脊液动力学检查。俯卧位,分别于小脑扁桃体下缘水平脊髓腹背侧蛛网膜下腔测量脑脊液的头向及尾向流动的流速,连续测量 4 次取均值。

1.2.3 术后效果评价 根据术后神经功能评价分组,依据 Tator 评分<sup>[3]</sup>术后症状体征改善为优(术后改善组),症状体征稳定为良(术后稳定组),术后神经功能恶化者为差(术后恶化组)。术后 MRI 评价空洞分为消失、缩小(空洞直径缩小>20%)、不变(空洞直径缩小<20%)、增大<sup>[3]</sup>。对比分析各组 CSF 流速的差异。

1.2.4 统计方法 计量资料应用成组 *t* 检验(正态分布)或非参数检验(非正态分布),计数资料应用 Fisher 检验,用统计软件包 SPSS11.5 进行数据分析。

2 结果

手术无一例死亡,均痊愈出院,术后住院时间 10~14 d,平均 12.1 d。出院前 13 例 Tator 评分为优(改善组),余 5 例为良(稳定组),无术后恶化者,术后改善率为 72% (13/18)。改善组与稳定组在性别、年龄、病程、术前脊髓空洞节段及临床表现方面差异无显著性(表 1,2)。术后 1 周 MRI 示所有患者枕大池均重现(图 1),14 例合并空洞者中脊髓空洞 10 例有明显缩小(空洞改善率 71%,10/14),其中改善组 7 例,稳定组 3 例,余 4 例无明显改变。术后 10~12 天彩色多普勒超声检查 18 例小脑扁桃体下缘水平脊髓背侧蛛网膜下腔均可见脑脊液的头向及尾向流动,与心动周期相关,并有呼吸节律(图 2),尾向流速(8.52±5.28)cm/s,头向流速(6.42±2.17)cm/s,2 组 CSF 流速比较见表 3。8 例小脑扁桃体下缘水平脊髓腹侧蛛网膜下腔可见脑脊液的头向及尾向流动,其中改善组 6 例,稳定组 2 例,尾向流速(9.08±3.08)cm/s,头向流速(7.71±1.76)cm/s。

表 1 18 例 Chiari I 畸形患者临床表现

| 组别                  | 肢体麻木  | 肢体无力  | 颈肩痛   | 行走不稳  | 痛觉减退  | 肌萎缩   | 肌力下降  | 侧弯    | 咽反射减退 | 共济失调  | 病理征   |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 改善组( <i>n</i> = 13) | 7     | 5     | 4     | 4     | 6     | 4     | 4     | 3     | 2     | 6     | 4     |
| 稳定组( <i>n</i> = 5)  | 4     | 2     | 2     | 0     | 4     | 4     | 4     | 1     | 0     | 1     | 1     |
| <i>P</i> 值*         | 0.596 | 1.000 | 1.000 | 0.278 | 0.314 | 0.118 | 0.118 | 1.000 | 1.000 | 0.596 | 1.000 |

\* Fisher's Exact Test

表 2 18 例 Chiari I 畸形患者一般情况、合并脊髓空洞情况及术后疗效

| 组别                      | 性别     |   | 年龄(岁)            | 病程(月)            | 合并脊髓空洞 | 术前空洞节段            | 术后空洞   |    |
|-------------------------|--------|---|------------------|------------------|--------|-------------------|--------|----|
|                         | 男      | 女 |                  |                  |        |                   | 缩小     | 不变 |
| 改善组( <i>n</i> = 13)     | 6      | 7 | 44.8±13.3        | 93.0±106.3       | 9      | 1~12(8)           | 7      | 2  |
| 稳定组( <i>n</i> = 5)      | 2      | 3 | 35.8±11.5        | 84.0±89.4        | 5      | 8~17(10)          | 3      | 2  |
| <i>t</i> ( <i>Z</i> ) 值 |        |   | <i>t</i> = 1.325 | <i>t</i> = 0.167 |        | <i>Z</i> = -1.145 |        |    |
| <i>P</i> 值              | 1.000* |   | 0.204            | 0.869            | 0.278* | 0.252             | 0.580* |    |

\* Fisher's Exact Test

年龄、病程为正态分布资料,用  $\bar{x} \pm s$  表示,成组 *t* 检验;术前空洞节段为非正态分布资料,用“最小值~最大值(中位数)”表示,Mann-Whitney U 检验

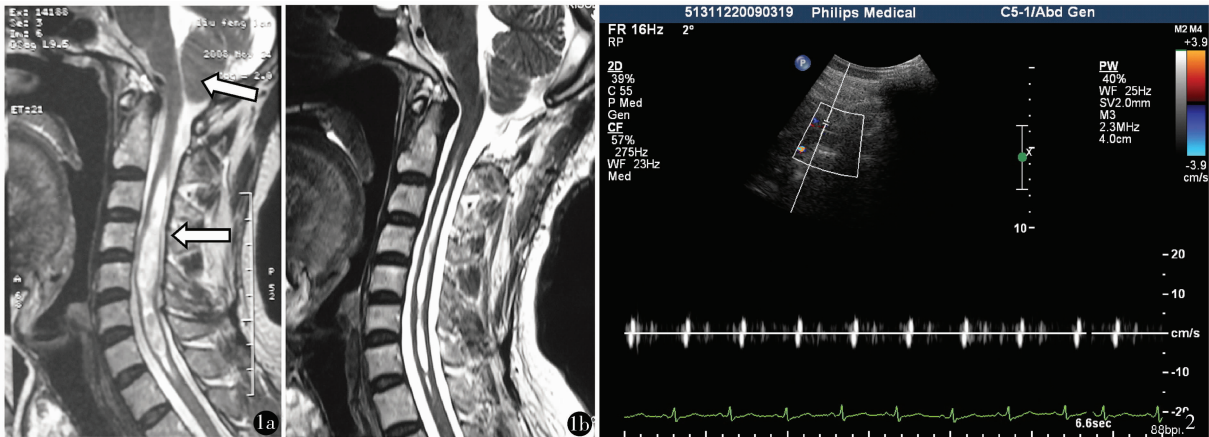


图 1 CMI 合并脊髓空洞 a. 术前 MRI 检查 T<sub>2</sub> 加权像可见下疝的扁扁桃体及脊髓空洞;b. 寰枕减压硬膜成形术后 7 天复查 MRI 示脊髓空洞矢状位最大横径缩小 >50%, 患者颈肩痛症状缓解 图 2 CMI 合并脊髓空洞患者术后 12 天经枕后减压窗彩色多普勒超声检查, 可见小脑扁桃体下方脊髓背侧蛛网膜下腔脑脊液的双向流动, 头向流动为正值 3.78 cm/s, 尾向流动为负值 -3.71 cm/s, 脑脊液流动与心动周期一一对应, 有呼吸节律

表 3 18 例 Chiari I 畸形患者术后小脑扁桃体下缘脊髓背侧脑脊液流速 ( $\bar{x} \pm s$ , cm/s)

| 组别           | 尾向           | 头向          |
|--------------|--------------|-------------|
| 改善组 (n = 13) | 6.35 ± 2.81  | 5.88 ± 1.97 |
| 稳定组 (n = 5)  | 14.18 ± 6.29 | 7.81 ± 2.22 |
| t 值          | -3.734       | -1.804      |
| P 值          | 0.002        | 0.090       |

3 讨论

随着彩色多普勒技术的发展,其已能够检测到较低流速的液体流动,使应用彩色多普勒超声技术通过枕部骨性减压窗测量脑脊液流动成为可能,然而脑脊液流动的测量需要首先探查到有脑脊液流动的蛛网膜下腔,在本研究中取枕大孔区脑脊液流动的主要通路小脑扁桃体下缘脊髓腹背侧蛛网膜下腔,因其位置较恒定便于研究。本组均采用人工硬膜 (Neuropatch) 成形修补硬膜,彩超下蛛网膜下腔在该人工材料深方可清晰显示。本研究证实 CMI 患者术后症状改善时寰枕区脑脊液流动的特征是脑脊液随心动周期往返流动,且随呼吸节律发生变化 (图 2),与我们既往采用相位对比核磁共振方法对脑脊液的研究<sup>[4]</sup>相符;彩色多普勒技术与相位对比核磁共振方法相比较具有简便、无创、实时、费时少、费用低的特点。本研究采用连续测量 4 次 (即一个呼吸周期) 取均值来降低呼吸对测量值的影响,采取俯卧位来消除重力对流速的影响,同时保持与术中的体位一致,因而本研究仅反映俯卧位时枕大孔区脑脊液的流动情况。

CMI 的发病机制目前认为是颅底骨性发育异常导致颅腔与神经组织发育不匹配<sup>[2]</sup>,其合并脊髓空洞的机制与小脑扁桃体下疝阻塞枕大孔区脑脊液正常的流动通路有关。Sgouros 等<sup>[5]</sup>认为 CMI 脑搏动

强于常人,因而在枕大孔区小脑扁桃体的尾向运动会增强,导致颈段脑脊液的尾向流动增快。我们<sup>[4]</sup>曾应用相位对比磁共振方法研究 CMI 枕大孔区脑脊液动力学特征,观察到患者脑脊液流动在枕大孔处存在梗阻,小脑扁桃体下缘水平脑脊液流速及流动周期较常人增快,其头、尾向流动与心动周期存在明确的对应关系,提出 CMI 患者脑脊液循环时间缩短、上颈段椎管内脑脊液循环异常,可能为脊髓空洞形成和进展的条件,其原因可能为延髓内交感中枢受损所致。Greitz 等<sup>[6]</sup>认为流体在一狭窄空间内流速增快时,对侧壁的压力是降低的,因而 CMI 患者收缩期增强的脑脊液尾向流动会对脊髓产生抽吸力,使脊髓膨胀,细胞外液在髓内积聚形成空洞。本研究中改善组的枕大孔区背侧蛛网膜下腔脑脊液尾向流速较稳定组明显降低,有统计学意义,说明流速减慢与临床症状的改善有密切关系。

目前治疗 CMI 手术方式众多,基于对 CMI 及其合并脊髓空洞发病机制的认识,Milhorat 等<sup>[2]</sup>认为手术目的为:①颅颈交界处足够的减压;②在小脑后方产生 8 ~ 10 cm<sup>3</sup> 空间;③在颅颈间建立最佳的脑脊液流动。较多学者认同寰枕减压术是治疗 CMI 的首选方法,然而对于是否打开硬膜行硬膜成形术目前尚有争议,有学者提倡在枕大孔区减压的基础上行寰枕筋膜外层切开术<sup>[7]</sup>。Durham 等<sup>[8]</sup>对文献进行荟萃分析后认为,在枕大孔区骨性减压基础上行硬膜成形术可减少再次手术的可能,但对于临床症状及空洞的消减与单纯的骨性减压相比无明显差异。目前寰枕减压治疗 CMI 合并脊髓空洞的疗效在 70% ~ 100%<sup>[9]</sup>,我们认为寰枕减压硬膜成形术可有效解除小脑扁桃体下疝及脑脊液对延髓的压迫,同时可提供足够的脑脊液流动的空间,因此本组病例全部采用寰枕减压硬膜成形术,结果表明症

状改善率达 72% (13/18), 空洞改善率为 71% (10/14), 恶化率为 0, 术后彩色多普勒超声检查示枕大孔区脑脊液往返流动全部恢复, 表明寰枕减压硬膜成形术可有效改善 CMI 患者枕大孔区脑脊液的流动。

不容忽视的事实是确有部分患者行单纯寰枕骨性减压术后症状或空洞得到明显的改善<sup>[10,11]</sup>, 可能与骨性减压后寰枕区脑脊液流动恢复趋于正常有关, 此外, 李永宁等<sup>[12]</sup>应用神经内窥镜微创治疗 CMI, 对传统的手术方式提出了挑战。而目前在术中进行决策是否开放硬膜尚无客观的标准, Milhorat 等<sup>[2]</sup>认为正常的寰枕区脑脊液流速介于 3 ~ 5 cm/s, 我们的测量结果为小脑扁桃体下缘水平尾向 3.54 ~ 9.16 cm/s, 头向 3.91 ~ 7.85 cm/s, 与其结果相似, 由于彩色多普勒超声的无创性、简便性及实时性, 我们认为其在术中帮助术者进行决策方面具有良好的应用前景, 如果在骨性减压后枕大孔区脑脊液流动恢复可考虑不行硬膜成形术, 可有效减小对患者不必要的手术创伤。

McGirt 等<sup>[13]</sup>报道约 70% ~ 90% 患者术后早期症状改善, 然而约 33% 患者术后 3 年内证实治疗无效, 同时约 65% 患者空洞缩小; Aghakhani 等<sup>[9]</sup>对 157 例 CMI 合并脊髓空洞行枕大孔区减压术患者随访 82 ~ 204 个月, 患者手术时年龄 > 50 岁、存在蛛网膜炎、脊髓长束受损体征预后较差, 术后空洞范围缩小是预后较好的独立影响因素。避免术后蛛网膜炎是改善预后的重要途径。Heiss 等<sup>[14]</sup>认为术中保持蛛网膜的完整可降低术后蛛网膜炎的发生率, 显微操作可有效地保持蛛网膜的完整性。然而本组术中均可见到硬膜与蛛网膜粘连, 在分离过程中很难保证蛛网膜的完整性, 本研究中稳定组虽然枕大孔区脑脊液往返流动得以恢复, 但尾向双向流动流速明显较改善组增快, 考虑可能与血性液流入蛛网膜下腔所致蛛网膜炎有关, 需远期随访进一步观察, 彩色多普勒超声可作为 CMI 术后随访脑脊液流动改变有效的、客观的评价方法。

我们认为寰枕区充分的骨性减压及硬膜成形术治疗 CMI 可有效恢复术后枕大孔区脑脊液流动, 疗效肯定, 彩色多普勒超声是 CMI 患者术后评价枕大孔区脑脊液流动的有效实用的方法。本研究样本量

相对较小, 有待今后进一步大样本证实。

## 参考文献

- 1 刘 彬, 王振宇, 谢京城, 等. 人工硬脑膜与自体筋膜成形修补术治疗 Chiari I 畸形合并脊髓空洞症的临床观察. 中国微创外科杂志, 2005, 5: 60 - 61, 71.
- 2 Milhorat TH, Bolognese PA. Tailored operative technique for Chiari type I malformation using intraoperative color Doppler ultrasonography. *Neurosurgery*, 2003, 53: 899 - 905.
- 3 Attenello FJ, McGirt MJ, Gathinji M, et al. Outcome of Chiari-associated syringomyelia after hindbrain decompression in children: analysis of 49 consecutive cases. *Neurosurgery*, 2008, 62: 1307 - 1313.
- 4 Liu B, Wang ZY, Xie JC, et al. Cerebrospinal fluid dynamics in Chiari malformation associated with syringomyelia. *Chin Med J (Engl)*, 2007, 120: 219 - 223.
- 5 Sgouros S, Kountouri M, Natarajan K. Posterior fossa volume in children with Chiari malformation Type I. *J Neurosurg*, 2006, 105: 101 - 106.
- 6 Greitz D. Unraveling the riddle of syringomyelia. *Neurosurg Rev*, 2006, 29: 251 - 263.
- 7 Zhou DB, Zhao JZ, Zhang D, et al. Suboccipital bony decompression combined with removal of the dural band as treatment for Chiari I malformation. *Chin Med J (Engl)*, 2004, 117: 1274 - 1277.
- 8 Durham SR, Fjeld-Olenec K. Comparison of posterior fossa decompression with and without duraplasty for the surgical treatment of Chiari malformation Type I in pediatric patients: a meta-analysis. *J Neurosurg Pediatr*, 2008, 2: 42 - 49.
- 9 Aghakhani N, Parker F, David P, et al. Long-term follow-up of Chiari-related syringomyelia in adults: analysis of 157 surgically treated cases. *Neurosurgery*, 2009, 64: 308 - 315.
- 10 Munshi I, Frim D, Stine-Reyes R, et al. Effects of posterior fossa decompression with and without duraplasty on Chiari malformation-associated hydromyelia. *Neurosurgery*, 2000, 46: 1384 - 1389.
- 11 刘 彬, 王振宇, 李振东, 等. 不同手术方式治疗 Chiari I 畸形合并脊髓空洞的临床研究. 中华神经医学杂志, 2005, 4(11): 62 - 64.
- 12 李永宁, 王任直, 邸 斌. 神经内镜下 Chiari 畸形寰枕减压手术. 中国医学科学院学报, 2007, 29(1): 134 - 136.
- 13 McGirt MJ, Nimjee SM, Fuchs HE, et al. Relationship of cine phase-contrast magnetic resonance imaging with outcome after decompression for Chiari I malformations. *Neurosurgery*, 2006, 59: 140 - 146.
- 14 Heiss JD, Patronas N, DeVroom HL, et al. Elucidating the pathophysiology of syringomyelia. *J Neurosurg*, 1999, 91: 553 - 562.

(收稿日期: 2009 - 11 - 03)

(修回日期: 2009 - 12 - 28)

(责任编辑: 王惠群)