

# 相位对比法脑脊液电影磁共振成像在诊断 脑室-腹腔分流装置梗阻中的应用

张鸿日 彭静华 李小潘

**【摘要】目的** 探讨相位对比法脑脊液电影磁共振成像(PC cine MRI)在诊断脑室-腹腔分流装置梗阻中的价值,为诊断脑室-腹腔分流装置梗阻提供一种新方法。**方法** 体外试验中将生理盐水以 0、2.17、10、20 ml/h 速度流经脑室-腹腔分流管,应用 PC cine MRI 对引流管内液体进行定向观察,CSF-QFlow 软件进行定量分析。应用同样的方法对 8 例怀疑分流管梗阻的病人进行流量检测并进行分析,将疑似梗阻病人的脑脊液的流速,与体外试验速度 2.17 ml/h 的检测结果进行对照分析。**结果** 体外试验时,与流速为 2.17、10、20 ml/h 相应值比,流速为 0 ml/h 的 MRI 检测值均明显降低( $P<0.01$ )。根据临床拔管指征(每天分流量小于 50 ml,换算流速为 2.17 ml/h)作为梗阻的标准,6 例病人均低于此标准,可诊断为梗阻,此方法诊断结果与临床治疗结果吻合率为 100%。**结论** PC cine MRI 技术简单、无创、可靠,可为诊断分流装置梗阻提供参考。

**【关键词】** 脑室-腹腔分流术;相位对比法脑脊液电影磁共振成像;分流管梗阻;诊断

**【文章编号】** 1009-153X(2017)07-0467-03 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 651.1+1

**Application of cine phase contrast MRI to diagnosis of shunt catheter obstruction in patients with hydrocephalus after ventriculoperitoneal shunt**

ZHANG Hong-ri<sup>1</sup>, PENG Jing-hua<sup>2</sup>, LI Xiao-pan<sup>3</sup>. 1. Department of Neurosurgery, The First Affiliated Hospital, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, China; 2. Department of Neurology, The First Affiliated Hospital, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, China; 3. MRI Room, The First Affiliated Hospital, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, China

**【Abstract】Objective** To provide a method for diagnosing the obstruction of ventriculoperitoneal shunt (VPS) device in the patient with hydrocephalus. **Methods** The flow of normal saline was qualitatively observed and quantitatively analyzed respectively by cine phase contrast (PC) MRI and CSF-Q Flow software when it passed through the silicon catheter at speeds of 0 ml/h, 2.17 ml/h, 10 ml/h and 20 ml/h. The flow of CSF in the shunt catheters were determined and analyzed by cine PC MRI and CSF-Q Flow software in 8 patients with hydrocephalus, in whom the shunt catheters were suspected to be obstructed after the VPS. **Results** The velocity of fluid flow in the catheter was significantly higher in the 2.17 ml/h, 10 ml/h and 20 ml/h groups than that in 0 ml/h group ( $P<0.01$ ). Of 8 patients with hydrocephalus examined by cine PC MRI and analyzed by CSF-Q Flow software, 6 had the shunt catheter obstruction and 2 not. The coincident rate of diagnosis made by cine PC MRI with that proved by the operation and treatment outcomes was 100%. **Conclusion** Cine PC MRI is a simple, noninvasive and reliable method to diagnose shunt catheter obstruction after VPS in the patients with hydrocephalus.

**【Key words】** Hydrocephalus; Cine PC MRI; Ventriculoperitoneal shunt; Flow velocity

分流装置梗阻是脑室-腹腔分流术后常见的并发症<sup>[1-3]</sup>,确诊主要依靠手术探查。相位对比法脑脊液电影磁共振成像(cine phase-contrast magnetic resonance imaging, PC cine MRI)是一种流体定量检测技术,常用于检测中央导水管、正中孔脑脊液的流

动情况<sup>[4,5]</sup>。本文应用 PC cine MRI 检测 8 例怀疑脑室-腹腔分流管梗阻病人分流管内的液体流动,为诊断分流装置梗阻提供一种新方法。

## 1 资料与方法

1.1 病人资料 临床怀疑脑室-腹腔分流管梗阻病人 8 例,其中男 3 例,女 5 例;年龄 19~63 岁,平均 42.5 岁。平均分流术后 2.5 年。8 例均急性发病,有不同程度颅内压增高表现;CT 检查示 5 例脑室扩大,2 例变化不明显,1 例呈裂隙样脑室。

1.2 扫描方法 测试分流管(中压分流管,美敦力公

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2017.07.007  
基金项目:河南洛阳市青年医学科技创新联合专项资金项目(1503008A-17)  
作者单位:471003 河南洛阳,河南科技大学第一附属医院神经外科(张鸿日),神经内科(彭静华),核磁共振室(李小潘)

司)处于水平位,采用飞利浦 3.0 T 核磁共振扫描仪,在矢状面显示分流管,在分流管垂直的层面作为分析层面(图 1A、2A)。应用 CSF-PCA、CSF-QF 序列进行液体流量分析。TR、TE 取最小值,反转角 15°,FOV 15 mm×15 mm,矩阵为 256×179,层厚 4 mm,速度编码方向为足端至头端;扫描时间 5~10 min。应用 CSF-QFlow 软件进行液体定量分析,以 T<sub>2</sub>WI 像显示分流管,描绘出圆形感兴趣区(图 1B、2B)。通过后处理软件计算后显示液体流动曲线(图 1C、2C)及流速参数(图 1D、2D)。

1.3 检测部位 体外试验时,将脑室-腹腔分流管埋在熟牛肉内,保证分流管处水平位。生理盐水分别以 0、2.17、10、20 ml/h 速度流经脑室-腹腔分流管,应用 PC cine MRI 对引流管内液体进行定向、定量分析。病人检查时,取仰卧位,颅外耳后皮下分流管为检测部位。

1.4 统计学方法 采用 SPSS19.0 软件分析,计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,使用 *t* 检验,以  $P < 0.05$  有统计学意义。

2 结果

2.1 PC cine MRI 检测结果 体外试验显示,0、2.17、10、20 ml/h 流速时,MRI 检测值分别为  $(0.0252 \pm 0.0109)$ 、 $(0.0471 \pm 0.0308)$ 、 $(0.2202 \pm 0.0609)$ 、 $(0.4650 \pm 0.0770)$  cm/s。与流速为 2.17、10、20 ml/h 相

应值比,流速为 0 ml/h 的 MRI 检测值均明显降低( $P < 0.01$ )。

8 例中,6 例进行分流管调整术,术中证实脑梗阻;2 例保守治疗后症状消失,排除梗阻。6 例梗阻病人流速为  $(0.0152 \pm 0.0351)$  cm/s;另 2 例为 0.539 cm/s、0.332 cm/s。如果以每天分流量小于 50 ml(经换算为 2.17 ml/h)作为梗阻的标准,6 例病人均低于此标准( $P < 0.01$ ),可诊断为梗阻,此方法诊断结果与临床治疗结果吻合率为 100%。

2.2 典型病例介绍 病例 1:女,62 岁,因脑积水行脑室-腹腔分流术后 3 年突发头晕、间断意识模糊 4 d 入院。头颅 CT 显示脑室系统略扩大,按压分流泵储液囊弹起迅速,应用甘露醇后症状缓解。选择病人脑室端颅外部分分流管行 PC cine MRI 检查,结果显示病人分流管内脑脊液由腹腔端向脑室端流动,速度为 0.012 cm/s,怀疑梗阻。进行分流管探查术,发现分流管断裂并落入腹腔,分流泵出口处被皮下组织堵塞包裹。重新安装分流管后治愈。

病例 2:女,40 岁,因枕大池-腹腔分流术后 10 年间断性头疼、腹痛 3 d 入院。头颅 CT 显示脑室系统呈裂隙状,按压分流泵储液囊正常弹起。应用甘露醇后症状不缓解。选择病人颈部分分流管行 PC cine MRI 检查,结果显示病人分流管内脑脊液为脑室端向腹腔端流动流通 0.539 cm/s,考虑引流通畅,给予保守治疗 3 d 后症状消失,5 d 后治愈出院。

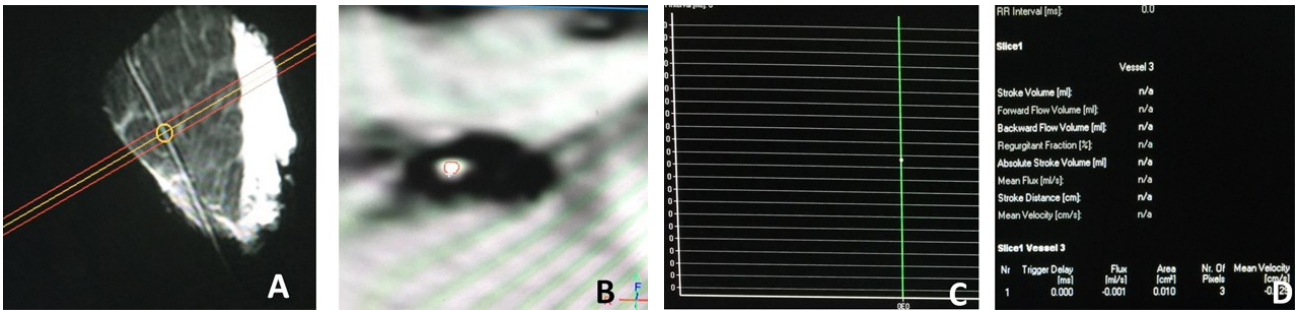


图 1 体外试验验证相位对比法脑脊液电影磁共振成像在检测分流管内液体流速的准确性

A. 在矢状面显示并定位分流管;B. 分流管垂直的层面作为分析层面;C. 经检测显示生理盐水流动曲线;D. 流速参数

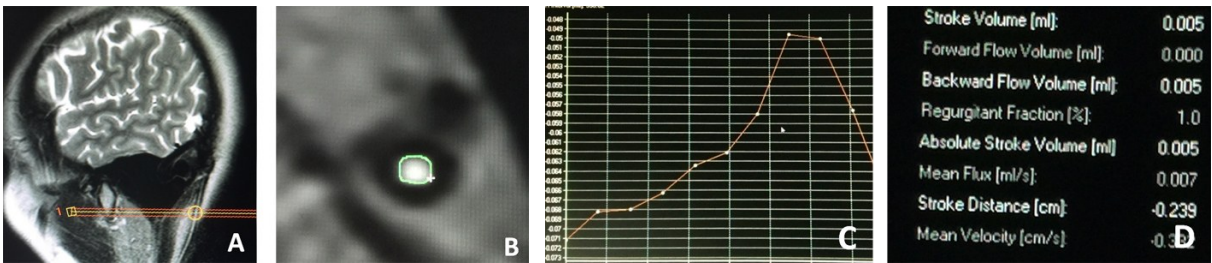


图 2 应用相位对比法脑脊液电影磁共振成像检测脑室-腹腔分流术后病人分流管内脑脊液流量

A. 在矢状面显示并定位分流管;B. 分流管垂直的层面作为分析层面;C. 液体流动曲线;D. 流速参数

3 讨论

PC cine MRI 主要用于检测速度较慢的液体,同时可以显示液体的流动方向,通过对组织进行流动补偿梯度及流动敏感梯度(或称流速编码梯度)两次影像采集,将两次成像的相位位移进行减法处理,即可去除背景静止组织,而仅保留流动质子的相位变化,通过重建可获得流动液体的影像。PC cine MRI 获得的影像分为速度影像和相位影像,速度影像获得的速度信号强弱与液体流速成正比;相位影像信号强度不仅与流速有关,还与液体流动方向有关,当方向与流动编码梯度方向一致时,为高信号,反之为低信号。CSF-QFlow 软件定量分析可获得流动液体的平均速度、流速峰值、流动曲线等数据<sup>[6]</sup>。

分流装置梗阻是脑室-腹腔分流术后常见的并发症<sup>[1-3]</sup>。目前常用的诊断方法主要依赖临床表现及体格检查,如果 CT、MRI 显示脑室系统明显扩大,诊断梗阻更为可靠。挤压储液囊或穿刺抽吸囊内脑脊液也常常有助于梗阻部位的判断。也有应用多普勒超声检测分流管内脑脊液流动来判断是否梗阻的报道<sup>[7]</sup>。但目前的方法都可能出现漏诊或误诊,而且主观性强,需要丰富的临床经验。本文应用 PC cine MRI 检测脑室-腹腔分流管内的液体流动情况,为诊断分流装置梗阻提供一种新方法。

目前尚无报道脑室-腹腔分流术后分流管的每日流量。正常人每天的脑脊液分泌量为 500 ml 左右,因此我们在体外研究时,将分流管内的速度设置为 0、2.17、10、20 ml/h。检测结果与真实流速有一定的误差,可能与检测是机器的震动、参数的设置和技术人员操作有关。0 ml/h 组检测值差别较大,随着流速的增加,这种误差所占的比例逐渐减小;与流速为 2.17、10、20 ml/h 相应值比,流速为 0 ml/h 的 MRI 检测值均明显降低( $P<0.01$ )。说明此技术检测流动速度是有意义的。但所设计的亚组较少,数据有限,更为精细的亚组研究有助于分析此技术的可靠性。

在分流管梗阻病人中,即使是手术证实为完全梗阻,PC cine MRI 检测值并非为 0,而是在 0 附近上下波动。可能与病人的呼吸运动、颅内压的波动,以及机器的震动等因素有关。有报道显示脑室-腹腔分流术后病人的中脑导水管内脑脊液流速个体差异较大<sup>[8,9]</sup>,因此如何鉴别分流装置不完全梗阻与正常仍然是一个难点。由于没有统一的标准来确定不完全梗阻,借鉴脑室体外引流低于 50 ml/d(2.17 ml/h)是拔管的指征之一的临床经验,我们将分流量低于

2.17 ml/h 作为诊断分流管梗阻的标准。按照这个标准,8 例病人中,6 例流速低于 2.17 ml/h,诊断为梗阻;2 例高于 2.17 ml/h,诊断分流正常;结果与临床治疗结果吻合率为 100%。因此,本文结果初步显示此技术可靠。但由于样本量少,更精确的标准有待于进一步研究。

总之,PC cine MRI 是无创的检查手段,是研究分流管内脑脊液流动的一种新方法,可为临床诊断分流装置梗阻提供参考。

【参考文献】

[1] Mizrahi CJ, Spektor S, Margolin E, *et al.* Ventriculoperitoneal shunt malfunction caused by proximal catheter fat obstruction [J]. J Clin Neurosci, 2016, 30: 120-123.

[2] 云德波, 张 逵, 范润金, 等. 脑室-腹腔分流术后分流不畅的原因分析及处理[J]. 中国临床神经外科杂志, 2016, 21: 92-93.

[3] 孙 强. 脑室端梗阻致脑室-腹腔分流术失败的原因及防治[J]. 中国临床神经外科杂志, 2016, 21: 620-621

[4] ElSankari S, Balédent O, van Pesch V. Concomitant analysis of arterial, venous, and CSF flows using phase-contrast MRI: a quantitative comparison between MS patients and healthy controls [J]. Cereb Blood Flow Metab, 2013, 33: 1314-1321.

[5] Rüegger CM, Makki MI, Capel C, *et al.* An innovative approach to investigate the dynamics of the cerebrospinal fluid in the prepontine cistern: a feasibility study using spatial saturation-prepared cine PC-MRI [J]. Eur J Radiol Open, 2014, 16: 14-21.

[6] 宋 杨, 谭晓天, 王雪美. 3.0T MRI 对中脑导水管脑脊液流动的研究[J]. 磁共振成像, 2015, 6: 172-177.

[7] 陈 真, 李广庆, 华 扬, 等. 早期发现脑室-腹腔分流管堵塞的三种检测方法[J]. 中国脑血管病杂志, 2004, 1 (9): 405-407.

[8] Bargallo N, Olondo L, Garcia AI, *et al.* Functional analysis of third ventriculostomy patency by quantification of CSF stroke volume by using cine phase-contrast MR imaging [J]. Am J Neuroradiol, 2005, 26: 2514-2521.

[9] Forner Giner J, Sanz-Requena R, Flórez N, *et al.* Quantitative phase-contrast MRI study of cerebrospinal fluid flow: a method for identifying patients with normal-pressure hydrocephalus [J]. Neurologia, 2014, 29: 68-75.

(2016-11-21 收稿, 2017-04-04 修回)