

论 著

编码速率对基底动脉相位对比磁共振测量值的影响*

1. 广州医科大学附属第三医院放射科 (广东 广州 510150)

2. 广州医科大学附属肿瘤医院放射科 (广东 广州 510095)

陈展航¹ 董天发¹ 钟 熹²
麦 慧¹ 黄健威¹

【摘要】目的 探讨编码速率(Venc)对基底动脉(BA)相位对比磁共振成像(PCMRI)测量结果的影响。方法 对36例健康成年志愿者行BA PCMRI测量,选用TOF-MRI垂直BA中段定位扫描,在PCA/M幅度像上沿边缘绘制感兴趣区。每例预置Venc 40、80、120、160、200 cm/s行5次扫描。取峰值流速(PV)、平均流速(MV)及平均流量(MF)进行分析。结果 Venc预置40cm/s均出现相位混淆现象。Venc预置80~160cm/s各指标均数间无统计学差异(FPV=0.46, FMV=0.07, F MF=0.17; P值均>0.05); Venc预置40~160cm/s、Venc80~200cm/s各指标均数间存在差异(FPV=37.22, FMV=57.92, FMV=34.72; FPV=11.81, FMV=7.23, FMF=9.01; P值均<0.01)。结论 BA PCMRI测量可行Venc区间为80~160cm/s。

【关键词】磁共振成像; 相位对比; 基底动脉; 编码速率

【中图分类号】R543.5; R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】广东省医学科学技术研究基金项目(A2015103)

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2016.12.005

通讯作者: 董天发

Flow Velocity Measurements of Basilar Artery Utilizing PCMRI with Different Velocity Encoding

CHEN Zhan-hang, DONG Tian-fa, ZHONG Xi, et al., Department of Radiology, The Third Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510150, Guangdong Province, China

[Abstract] *Objective* To evaluate the normal flow velocity measurements of Basilar Artery (BA) utilizing phase contrast magnetic resonance imaging (PCMRI), and explore the influences of different Velocity encoding (Venc) on the PCMR flow measurements of BA. *Methods* 36 healthy volunteers were recruited for research. For every volunteer, the localizer was placed perpendicular to ampulla region of the BA on TOF-MRA image with the Venc of 40, 80, 120, 160, 200 cm/s. The region of interest was drew in the PCA/M amplitude image when the BA could be seen optimally. The evaluated parameters were the peak velocity (PV), mean velocity (MV), and the mean flow (MF). Using SPSS17.0 statistical analysis, $P < 0.05$ was considered statistically significant. *Results* When Venc was set 40cm/s, all phase images appeared phase confusion. When Venc was set 80~200cm/s, all parameters did not show any statistical difference (FPV=0.46, FMV=0.07, FMF=0.17, $P > 0.05$). When Venc was set 40~200cm/s and 80~200cm/s, all parameters showed prominent statistical difference (FPV = 37.22, FMV=57.92, FMV=34.72, FPV=11.81, FMV=7.23, FMF=9.01, $P < 0.01$). *Conclusion* The feasible Venc district was 80~160cm/s.

[Key words] Magnetic Resonance Imaging, Phase Contrast; Basilar Artery; Velocity Encoding

相位对比磁共振成像(phase contrast magnetic resonance imaging, PCMRI)能无创、准确、定量测得脑血流、脑脊液的速度、流量及流动方向,无需对比剂^[1]。目前基底动脉(basilar artery, BA)血流动力学的测量多集中于超声检查,有关PCMRI测量的文献报道不多,PCMRI的测量结果受编码速率、扫描定位、感兴趣区绘制等多种因素的影响^[2-3];其中编码速率(Velocity encoding, Venc)被认为是影响PCMRI流体测量结果的关键因素之一^[4],目前尚未见Venc对BA流动测量结果影响的相关报道。本文拟通过设置不同编码速率对BA行多次PCMRI扫描,探讨Venc对BA测量结果的影响,进一步明确PCMRI在BA流体测量中的可行Venc区间。

1 材料与方法

1.1 研究对象 36例健康成年志愿者纳入研究范围,其中男16例,女20例,年龄19~37岁,平均(22.32±6.71)岁。纳入标准:健康青年志愿者,心率60~100次/min,心率齐无房颤,排除高血压、心脑血管疾病及血液系统的相关疾病;能配合完成MRI检查,无MRI检查禁忌症,所有志愿者检查前签署知情同意书,

1.2 MRI扫描方法及后处理 使用philips Achieve 3.0T超导成像系统,8通道头线圈。①TOF-MRA: TR/TE=30/3.5ms,视野200×200×90mm,矩阵400×234,层数60,层厚3mm,翻转角度60°,采集次数2次。②PCMRI: 采用2D-QFLOW序列垂直BA中段定

位扫描, TR/TE=25/3.5ms, 视野150×150mm, 层厚5mm, 无间隔, 矩阵256×256, 采集次数1次, 心脏相位16, 反转角度20°, 选择外周脉搏门控, 编码方向由足向头, 采用流动补偿。Venc分别设为40、80、120、160、200cm/s, 共行5次扫描, 总时间约30min。

③PCMRI后处理: 将原始图像传输至专用后处理工作站, 打开Q-FLOW软件包, 调节窗宽窗位在PCA/M图像上绘制感兴趣区。每次将由软件自动生成心动周期内的时相一流速波动曲线及相关流速、流量数据。记录每次测量的峰值流速(peak velocity, PV)、平均流速(mean velocity, MV)、平均流量(mean flow, MF), 出现负值时取绝对值。由2位有经验医师独立操作, 结果取平均值并做好记录。

2 结 果

垂直BA中间段定位(图1)进行PCMRI扫描后得到两组图像, T1/FFE/M(图2)、PCA/M(图3)。不同编码速率测量BA流速、流量均数比较如表1所示。不同编码速率测量BA的时相一流速波动曲线如图4-8所示。

3 讨 论

PCMRI利用流体流动导致宏观横向磁化矢量的相位变化来抑制背景、突出目标流体的信号, 目前多应用在脑动脉、脑脊液循环的研究^[5]。基本原理是采用双极脉冲梯度对目标流体进行流动相位编码, 即在射频脉冲发射后, 于层面选择梯度和读出梯度间施加两个反向的大小、持续时间相同的梯度磁场。在梯度磁场的作用下, 静止、运动质子均发生相位位移, 静止质子经两次磁场作用后, 相位变化为零; 而流动质子因位置发生变化, 经两次梯度磁场作用后, 相位变化也不可能回到零, 且相位变化与质子流速呈正比, 这样就能根据相位的变化计算出流速。

PCMRI流体测量受多种因素的影响, 如感兴趣区面积、扫描线角度、Venc、编码方向等; 感兴趣区反映流体用于计算的管径面积, 因此越接近流体真实面积, 测量结果越准确。扫描线垂直流体流动方向测量结果最准确, 因此测量目标血流时应选择走行平直、层流的血管段, 本研究选择BA中间段定位扫描能提高测量的

准确度。Venc是决定流体PCMRI测量结果的最重要因素; Venc低于真实流速会发生相位混淆, 软件计算的结果不会高于Venc, 因此测量结果肯定低于流体的真实流速、流量; Venc高于真实流速则获得相位改变信息减少, 使得测量结果偏低。一般认为合理的速率编码值应设定为感兴趣区真实峰值速度的120%为宜^[6]。然而, 我们前期对中脑导水管脑脊液流动的研究中发现Venc(5cm/s)低于峰值流速时测量结果一定偏低, Venc取10~50cm/s测量结果无明显差异^[4]; 我们对大脑中动脉PCMRI流体测量结果影响因素的研究中发现Venc预置120~240cm/s测量结果无统计学差异^[7]; 说明较高的Venc并未对较低流度的测量产生明显影响。该结论在本研究中也得到了证实, 本组中Venc预置40cm/s测得的流速、流量明显较低, 且30例出现相位混淆, 表现为流动的反向及流动方向的混杂, 时相一流速波动曲线基线紊乱, 正常的类正弦函数曲线消失; 当Venc预置200cm/s时(明显高于峰值流速)时并未出现相位混淆, 但其信号强度下降, 测得的流速、流量偏低。王荣品等在流体模型研究中发现Venc预置150cm/s对流速39.3~137.6cm/s的流体均可正确显示, PCMRI测量流速值与真实流速值有较好的一致性^[8], 这也说明较高的Venc并未对较低流体速度测量产生明显影响。因此可以认为在PCMRI流动测量中, 当流体峰值速度难以确定时, 预置Venc在一定范围内可遵循“宁高勿低”的原则。

椎—基底动脉系统即后循环系统, 提供颅内约1/3动脉血液, 主要供血小脑、枕叶等重要脑组织。BA血流的定量测量有广阔的

表1 PC-MR不同venc测量基底动脉流速/流量均数比较 (n=36)

Venc (cm/s)	PV (cm/s)	MV (cm/s)	MF (ml/s)
40	36.41 ± 5.50	8.52 ± 3.38	0.54 ± 0.37
80	67.22 ± 17.31	27.82 ± 8.74	2.47 ± 0.83
120	68.62 ± 16.81	28.14 ± 7.59	2.49 ± 0.87
160	69.43 ± 18.64	28.32 ± 7.58	2.38 ± 0.77
200	51.23 ± 11.37	17.34 ± 6.23	1.64 ± 0.58
80-160cm/s (3组方差分析)	F=0.46 P=0.64	F=0.08 P=0.94	F=0.17 P=0.93
40-160cm/s (4组方差分析)	F=37.22 P=0.00	F=57.92 P=0.00	F=34.72 P=0.00
80-200cm/s (4组方差分析)	F=11.81 P=0.00	F=7.23 P=0.00	F=9.01 P=0.00

注: Venc设置80-160cm/s各观察指标均数间差异无统计学意义 (P>0.05); Venc预置40-160cm/s、Venc80-200cm/s各观察指标均数间差异有显著统计学意义 (P<0.01)。表明Venc预置40、200cm/s时测量结果低于80-160cm/s各组。

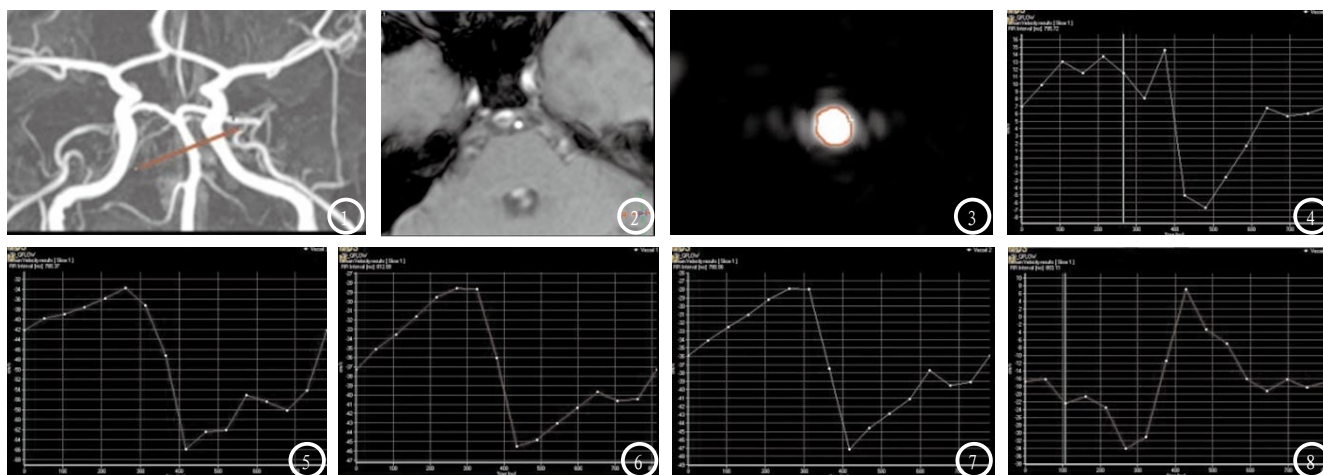


图1 PCMRI扫描定位示意图, 扫描线垂直BA中间段。图2 PCMRI T1/FFE/M幅度图像。图3 PCA/M幅度图像, 沿BA边缘绘制感兴趣区; 图4-8 分别为Venc预置40cm/s、80cm/s、120cm/s、160cm/s、200cm/s的时相一流速波动曲线, 图4、8曲线不规则, 图5-7曲线基本相似、规则, 可见收缩末期、舒张末期两个波峰。

临床应用前景。椎一基底动脉供血不足(VBI)是常见的缺血性脑病之一, PCMRI能了解其复杂的血流动力学变化。过去很多方法用于评估脑血流动力学改变, 其中经颅多普勒超声应用最广泛, 具备价廉、无创、使用方便等优点, 但时间分辨率较差, 且易受检查者手法及专业水平的影响, 其测量的可复性较低。PCMRI研究表明血管的狭窄程度与血流灌注量并没有显著的相关性^[9-10], 因此经颅多普勒超声发现BA狭窄尚不足以得出椎一基底动脉供血不足的诊断。文献报道经颅多普勒超声测量的峰值流速要比PCMRI测量的结果高30%~40%, 在不同血管都是一样成比例升高^[11], 这可能与患者憋气、情绪等因素影响有关, 而这些因素PCMR是可以避免的。BA的PCMRI测量还可用于后循环过渡灌注引发脑水肿的诊断与研究, 后部可逆性脑病综合征是一组以血压急剧升高, 后循环血流平衡打破而导致后循环过渡灌注、脑损伤的临床综合征, 病变大多可逆, BA的流速、流量测量有助于观察病情的变化。目前有关文献报道极少, 有待进一步开展。

本研究得到一组PCMRI测量正常健康成人BA血流动力学数据的参考范围, 同时我们提出BA的PCMRI测量Venc预置的可行区间为80cm/s~160cm/s。这一系列数据也将为BA流体动力学的进一步研究提供一定参考价值。

参考文献

- [1] Krauss JK, Regel JP, Vach W, et al. Flow void of cerebrospinal fluid in idiopathic normal pressure hydrocephalus of the elderly: can it predict outcome after shunting[J]. Neurosurgery, 1997, 40(1): 67-73.
- [2] Greil G, Geva T, Maier SE, et al. Effect of acquisition parameters on the accuracy of velocity encoded cine magnetic resonance imaging blood flow measurements[J]. Magn Reson Imaging, 2002, 15(1): 47-54.
- [3] 钟熹, 江魁明, 陈永露, 等. PC-MR测量中脑导水管脑脊液流动的影响因素[J]. 中国CT和MRI杂志, 2013, 11(1): 1-5.
- [4] 钟熹, 江魁明, 陈永露, 等. PC-MR不同编码速率测量中脑导水管脑脊液的流动[J]. 临床放射学杂志, 2013, 32(2): 176-179.
- [5] 麦慧, 江魁明, 钟熹. 正常育龄期女性脑基底动脉血流动力学的相位对比MRI研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2014, 7(1): 10-13.
- [6] 杨正汉, 冯逢. 磁共振成像技术指南-检查规范、临床策略及新技术应用[M]. 北京: 人民军医出版社, 2007: 238-241.
- [7] 周小勇, 钟熹, 江魁明, 等. 编码速率对大脑中动脉PC-MRI测量值的影响[J]. 临床放射学杂志, 2014, 33(8): 1265-1268.
- [8] 王荣品, 刘辉, 梁长虹, 等. 3.0TMR相位对比法对流体模型的定量测量研究[J]. 放射学实践杂志, 2010, 25(5): 474-477.
- [9] 张同华, 胡春洪, 朱晓黎, 等. 后循环缺血的MR电影相位对比法血流定量研究[J]. 放射学实践杂志, 2008, 23(11): 1265-1268.
- [10] Michiel W, Jos M, Alphons J. Phase-contrast Magnetic Resonance Flow Quantification in Renal Arteries[J]. Hypertension, 2003, 41(1): 114-118.
- [11] Enzmann D, Ross MR, Marks MP, et al. Blood flow in major cerebral arteries measured by phase-contrast cine MR[J]. Am J Neuroradiol, 1994, 15(1): 123-129.

(本文编辑: 刘龙平)

【收稿日期】2016-10-24