

• 中枢神经影像学 •

3D-ASL 与 DSC-PWI 在缺血性脑梗死患者中的对比研究

张水霞, 张顺, 姚义好, 石晶晶, 王承缘, 朱文珍

【摘要】 目的:对比分析磁共振三维动脉自旋标记成像(3D-ASL)与动态磁敏感对比增强灌注成像(DSC-PWI)在缺血性脑梗死患者中的临床应用价值。**方法:**32 例缺血性脑梗死患者行常规 MRI 序列、DWI、MRA、3D-ASL 及 DSC-PWI 检查。观察脑梗死患者的 3D-ASL、DSC-PWI 灌注后处理图像并进行评分(显示有低灌注记为-1,未见明显灌注异常记为 0,高灌注记为+1),并比较分析 ASL-CBF 与 PWI 测量的 CBF、CBV、MTT 及 TTP 之间的差异。**结果:**32 例中 ASL 显示灌注异常者有 28(87.5%)例,PWI-CBF、PWI-CBV、PWI-MTT 及 PWI-TTP 异常者分别为 18(56.25%)、18(56.25%)、19(59.38%)和 21(65.63%)例。McNemar 检验结果显示,ASL 与 PWI 各参量图像所显示的灌注异常概率之间差异有统计学意义(P 值分别为 0.002、0.002、0.004 和 0.016);除去在任意一种灌注图像上显示为高灌注的病例后,ASL-CBF 与 PWI 各参量比较的 P 值分别为 0.008、0.008、0.063 和 0.125,其中 MTT 及 TTP 的差异无统计学意义。**结论:**作为一种无创性 MRI 技术,ASL 在临床应用中能够较为真实可靠地反映缺血性脑梗死的低灌注状态。

【关键词】 缺血性脑梗死; 脑卒中; 三维动脉自旋标记成像; 动态磁敏感对比增强; 灌注加权成像

【中图分类号】 R445.2; R743.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2014)08-0901-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2014.08.013

Comparison study of three-dimension arterial spin labelling imaging (3D-ASL) and bolus contrast perfusion weighted imaging (DSC-PWI) in ischemic stroke patients ZHANG Shui-xia, ZHANG Sun, YAO Yi-hao, et al. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, P. R. China

【Abstracts】 Objective: To compare the clinical value of three-dimension arterial spin labeling imaging (3D-ASL) and bolus contrast perfusion weighted imaging (DSC-PWI) in ischemic stroke patients. **Methods:** Routine MRI with DWI, MRA, 3D-ASL and DSC-PWI scan were performed in 32 patients with ischemic stroke. The post-processed images of 3D ASL and DSC-PWI were studied and evaluating points were scored. Of which, hypoperfusion was recorded as -1, with no visible lesion as 0 and hyperperfusion as +1, the differences between ASL-CBF and CBF, CBV, MTT, TTP measured on PWI were compared. **Results:** Of the 32 patients, 28 patients (87.5%) showed abnormalities on 3D-ASL, and 18 (56.25%), 18 (56.25%), 19 (59.38%) and 21 (65.63%) patients were abnormal in PWI-CBF, PWI-CBV, PWI-MTT and PWI-TTP, respectively. The McNemar test analysis showed that there were statistical differences between ASL and DSC-PWI maps (CBF, CBV, MTT, TTP) in evaluating perfusion abnormalities caused by ischemic stroke (P value were 0.002, 0.002, 0.004, 0.016 respectively). When hyperperfusion cases showed on any of the perfusion images were removed, there were stastic differences between ASL-CBF and PWI parameters ($P=0.008, 0.008, 0.063$ and 0.125 , respectively), no statistical difference between ASL and PWI-MTT, PWI-TTP maps was existed. **Conclusion:** As a noninvasive technique, ASL has clinic use in detecting cerebral hypoperfusion in patients with ischemic stroke.

【Key words】 Ischemic infarction; Stroke; Arterial spin labelling imaging; Dynamic susceptibility contrast enhance-ment; Perfusion weighted imaging

三维动脉自旋标记成像(three dimensioned arterial spin labelling, 3D-ASL)是一项无创性磁共振灌注成像新技术,无需注射对比剂,其原理是对流入动脉血液进行磁化标记,待标记血液流入脑组织后,进行全脑三维快速成像,对比非标记成像,测量全脑血流量变化^[1-3]。近年来多种技术的改进(高场强、多通道线圈、并行采集)使其图像质量大大提高,并越来越多应用于

临床。但其所反映的组织灌注信息的可靠性仍需大量研究证实。本研究旨在比较 3D-ASL 技术与动态磁敏感对比增强灌注成像(dynamic susceptibility contrast perfusion weighted imaging, DSC-PWI)在缺血性脑梗死患者中的临床应用价值。

材料与方 法

2012 年 4 月—2013 年 10 月本院脑梗死患者 32 例,男 27 例,女 5 例,年龄 24~74 岁,中位年龄 49 岁。从出现相关症状到 MRI 间隔时间为 1~30 d,其中急性期(<1d)3 例,亚急性期(1~14d)21 例,慢性期

作者单位:430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科
作者简介:张水霞(1988—),女,湖北荆门人,硕士研究生,主要从事中枢神经系统影像学研究。
通讯作者:朱文珍, E-mail: zhuwenzhen@hotmail.com
基金项目:国家自然科学基金(81171308);国家十二五科技支撑计划项目(2011BAI08B10)

(>14 d) 8 例。入组标准:①具有急性脑梗死的临床症状;②结合 MRI 常规序列及 DWI 图像排除其它改变;③同时行 3D-ASL 和 DSC-PWI 检查。

采用 GE Signa Discovery HD750 3.0T MR 扫描仪及 32 通道头线圈。扫描序列包括常规 MRI 头颅平扫(矢状面 T_1 WI, 横轴面 T_1 WI、 T_2 WI 和 T_2 FLAIR)、DWI、3D-TOF MRA、3D-ASL (TR 4787 ms, 标记后延迟时间 1525 ms) 和 DSC-PWI (TE 19.2 ms, TR 1500 ms, 对比剂使用莫迪斯, 剂量 0.2 mL/kg, 注射速率 3.0 mL/s)。

所有原始数据传至 ADW4.5 工作站, 采用 Functool 软件处理, 获取各灌注参数的伪彩图, 包括 ASL 脑血流量 (cerebral blood flow, ASL-CBF)、PWI 的脑血流量 (cerebral blood flow, PWI-CBF)、脑血容量 (cerebral blood volume, PWI-CBV)、平均通过时间 (mean transit time, PWI-MTT) 及达峰时间 (time to peak, PWI-TTP)。在不了解患者临床症状及常规 MRI 序列及 DWI 结果的情况下, 由 2 位有经验的神经放射医师分别观察并判断各灌注参数图上是否存在灌注异常, 记录灌注异常的部位、形式 (低灌注或高灌注)、范围以及程度。梗死区低灌注记为 -1, 未见明显灌注异常记为 0, 高灌注记为 +1。当观察结果存在差异时, 邀请第 3 位医师进行评估, 最终达成一致意见。

统计学分析采用 SPSS 18.0 软件。本研究中两组

数据的比较采用两相关样本的非参数检验法 (McNemar 检验), $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

32 例缺血性脑梗死患者中 28 例的 ASL-CBF 图显示在与临床症状相对应的大脑半球有不同程度的灌注异常, 其中 22 例显示为低灌注, 5 例显示为高灌注, 1 例同时存在高灌注及低灌注。PWI-CBF 图上 18 例患者存在灌注异常, 15 例低灌注, 3 例高灌注; PWI-CBV 图上的表现与 PWI-CBF 大致相同; PWI-MTT 图显示 19 例患者灌注异常, 18 例 MTT 时间延长, 1 例较对侧稍有减低; PWI-TTP 图显示 19 例患者 TTP 时间延迟, 2 例 TTP 时间较对侧稍提前。上述灌注异常部位均与 DWI 一致, 即灌注异常区域位于临床症状所对应的大脑半球, 且灌注异常范围较 DWI 大。12 例患者于 ASL-CBF 图显示灌注缺损周围 (图 1) 及大脑中动脉走行区 (图 2) 可见条带状高信号。

22 例 ASL-CBF 图显示受累部位呈低灌注者中, 14 例在 PWI-CBF 图上亦表现为低灌注 (图 1), 但其显示灌注缺损范围较前者小; PWI-CBV 图的影像表现 (图 1f) 与 PWI-CBF 图基本相同; 在此 22 例中有 18 例表现为 PWI-MTT 延长, MTT 延长区域 (图 1g) 与 ASL-CBF 基本相似, 部分略小; 有 19 例表现为 PWI-TTP 延迟 (图 1h), 病灶显示较 MTT 图上更清晰, 范

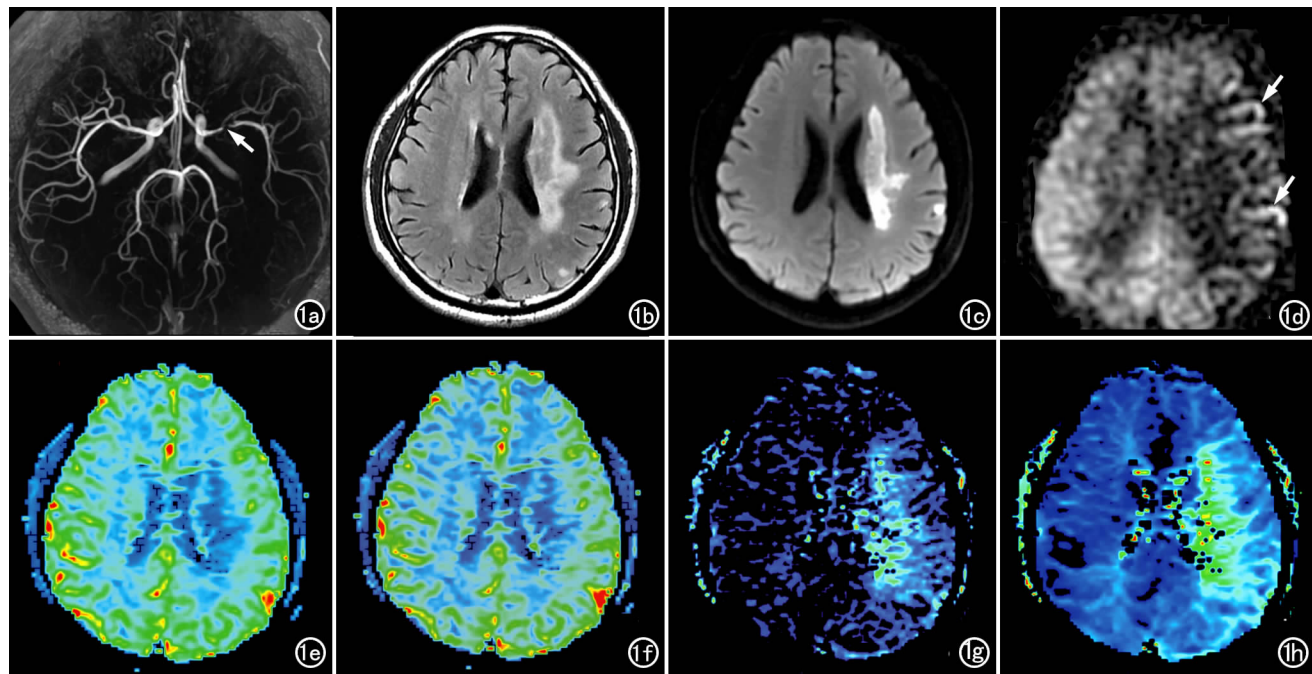


图 1 突发右侧肢体无力伴言语不清 9 天, 左侧尾状核体部脑梗死。a) MRA 示左侧大脑中动脉 M1 段局限性狭窄 (箭), 左侧大脑中动脉分支减少; b) T_2 FLAIR 示左侧尾状核体部有条片状稍高信号; c) DWI 示梗死区呈高信号; d) 3D-ASL 图显示左侧额顶叶、放射冠及基底节区较大范围低信号灶, 且大脑凸面可见葡萄条带状高信号 (箭); e) PWI-CBF 图显示左侧额顶叶脑血流量减低呈蓝色; f) PWI-CBV 图显示左侧额顶叶脑血容量减低呈蓝色; g) PWI-MTT 图显示相同部位 MTT 延长呈浅蓝色; h) PWI-TTP 图显示达峰时间延迟呈蓝绿色, 且显示的病灶较 PWI-CBF、PWI-CBV 图更清晰。

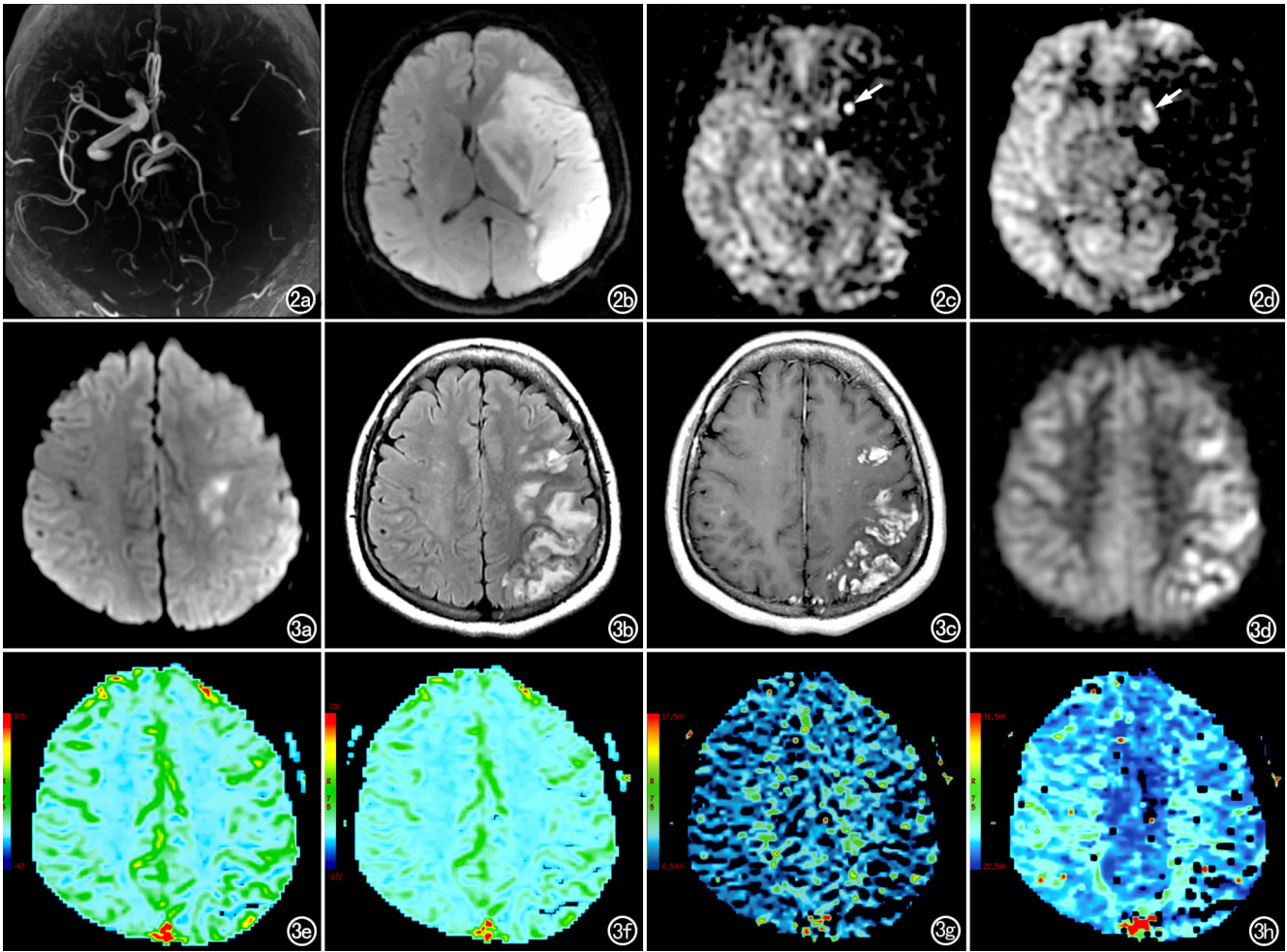


图 2 突发言语不清、右侧肢体无力伴意识障碍 4 天,左侧颞顶枕叶大面积脑梗死。a) MRA 示左侧颈内动脉及左侧大脑中动脉未见明显显示; b) DWI 示左侧大脑中动脉供血区域呈均匀高信号; c) 3D-ASL 图显示左侧大脑半球楔形低信号灶,范围较 DWI 上稍大,左侧大脑中动脉走行区有圆形高信号影(箭); d) 3D-ASL 图不同层面显示左侧大脑中动脉走行区高信号影(箭)。图 3 突发右侧肢体麻木无力 20 天,左侧额顶叶大面积脑梗死。a) DWI 示左侧半卵圆中心及额顶叶有少许斑片状高信号; b) T₂ FLAIR 示左额顶叶可见高信号灶; c) 增强扫描示左额顶叶脑回样明显强化; d) 3D-ASL 图显示相同部位大片状高灌注信号; e) PWI-CBF 图未见明显异常; f) PWI-CBV 图未见明显异常; g) PWI- MTT 图未见明显异常; h) PWI-TTP 图示左侧额顶叶达峰时间稍缩短。

围更接近 ASL-CBF 图。

5 例 ASL-CBF 图上高灌注患者中有 3 例 PWI-CBF 图呈高灌注(其中 1 例同时显示 MTT 稍缩短及 TTP 稍提前, 2 例 MTT 和 TTP 未见明显异常), 2 例未见明显 PWI-CBF 异常,其中 1 例仅显示 TTP 稍提前。1 例患者在 ASL-CBF 图上表现为右侧基底节区高灌注,同时存在右侧大脑镰旁皮质低灌注,而 PWI-CBF 和 CBV 图则显示右侧基底节病灶中心灌注减低,大脑镰旁未见明显灌注异常,PWI-MTT 和 TTP 图上可见大脑镰旁 MTT 延长及 TTP 延迟,MRA 显示此例患者右侧大脑前动脉 A1 段闭塞,远端分支未见明显显示,右侧大脑中动脉主干粗细不均,T₂WI 示右侧基底节梗死灶中心有小斑片低信号出血改变。

4 例 ASL-CBF 图上未见明显异常改变,患者 PWI 亦未见明显灌注异常。

ASL 与 PWI 各参数观察结果及对比见表 1。

表 1 32 例患者 3D-ASL 及 PWI 各参数测量结果 (例)

灌注形式	ASL-CBF	PWI-CBF	PWI-CBV	PWI-MTT	PWI-TTP
-1	23	15	15	18	19
0	4	14	14	13	11
+1	5	3	3	1	2
合计	32	32	32	32	32

注: -1 表示低灌注, 0 表示未见明显灌注异常, +1 表示高灌注。

ASL-CBF 观察结果与 PWI 测量的 CBF、CBV、MTT 及 TTP 分别进行两相关样本非参数 McNemar 检验, *P* 值分别为 0.002、0.002、0.004 和 0.016, 提示 ASL-CBF 与 PWI 各参数图在显示缺血性脑梗死患者灌注差异方面有统计学意义, ASL-CBF 显示脑梗死累及部位出现灌注异常的概率(包括低灌注和高灌注)较 PWI 高(87.50% vs 65.63%, *P* < 0.05)。除去在任意

一种灌注图像上显示为高灌注的病例后再进行 McNemar 检验, ASL-CBF 与 PWI 测量的 CBF、CBV、MTT 和 TTP 进行两两比较, P 值分别为 0.008、0.008、0.063 和 0.125, ASL-CBF, 即 ASL 显示梗死患者低灌注状态的概率与 PWI-MTT 和 TTP 差异无统计学意义, PWI-CBF/CBV 显示低灌注的概率不及 ASL(55.56% vs 85.19%, $P < 0.05$)。ASL-CBF 图上更容易观察到缺血性脑梗死的高灌注状态。

讨论

本研究主要比较 3D-ASL 与 DSC-PWI 两种方法在显示缺血性脑梗死患者脑灌注异常的概率以及在对高灌注和低灌注的检出率方面是否存在差异。对于存在肾功能不全, 不能接受对比剂注射的患者, 3D-ASL 能提供与对比增强灌注成像相似的灌注信息, 因此对此类患者有重要的临床意义。本研究发现 3D-ASL 显示缺血性脑梗死患者灌注异常(低灌注及高灌注)的概率较 DSC-PWI 高, 这种差异可能主要来自于 ASL 更容易显示高灌注。3D-ASL 显示脑梗死患者高灌注的机制目前还存在争议, 血脑屏障大量破坏、新生毛细血管形成、侧支循环的开放、血管栓塞后自发或治疗后的再通都可能导致 ASL 图上呈高灌注^[4]。一些关于急性期缺血性脑梗死的 ASL 研究认为缺血后高灌注预示着较好的临床预后。但 Wang 等^[4]认为高灌注是否有利于临床预后并不能一概而论, 血管再通后高灌注的存在使缺血性脑梗死向出血性转化的风险增加; 而血脑屏障严重破坏所导致的高灌注(磁化标记的内源性水质子对血脑屏障破坏敏感)临床预后一般较差, 故仅部分超急性期或急性期脑梗死患者出现高灌注可能预后较好。对于未经溶栓治疗的超急性期 ASL 呈高灌注的脑梗死患者, 结合 CT 平扫和 ASL 扫描可为临床选择溶栓与否提供科学的指导性依据, 降低医源性出血性转化和颅内血肿的发生率。故 ASL 高灌注有望成为临床溶栓禁忌证的一项参考指标, 以减少溶栓后出血所致的二次伤残。

近期一些定量研究显示急性期缺血性脑卒中患者 ASL 所显示的低灌注相对 CBF 值与 PWI-MTT、TTP 相对值具有较高相关性, 与 PWI-TTP 相关性最高^[7-9]。本研究同样显示 ASL-CBF 与 PWI-MTT、PWI-TTP 在显示梗死灶低灌注的概率无明显差异, 其中与 PWI-TTP 的显示概率更接近(85.19% vs 70.37%, $P > 0.05$)。ASL 磁化标记的质子 T_1 非常短, 导致其对延迟的动脉到达(delayed arterial transit/arrival effect)非常敏感, 脑梗死患者由于血管狭窄或闭塞, 导致相应血管供血区血流减少或血流缓慢, 故在缺血性脑梗死患者受累及部位显示为 ASL 低灌注

状态, 同时反映了梗死区血流减少和延迟的动脉到达。PWI-TTP 是 DSC-PWI 多参量图像中反映缺血性脑梗死最敏感的指标, 主要反映病灶区血流达峰时间延迟。因此, 从时间上反映脑梗死患者的低灌注状态可能是 ASL-CBF 与 PWI-TTP 两者差异无统计学意义的原因。

众多研究发现 ASL 还能提供梗死周围侧支循环的信息, 这些侧支循环的显示可能提示着较好的临床预后^[6,10,11]。本研究中部分患者 ASL 灌注缺损区周围邻近脑表面可观察到匍匐条带状高信号, 可能为来自软脑膜的侧支循环。3 例左侧颈内动脉或大脑中动脉主干严重狭窄、闭塞的患者在 ASL 图上显示相应大脑中动脉走行区有条状高信号, 代表管腔狭窄或闭塞所致的血管腔内血流淤滞或缓慢^[12,13], 可进一步指导临床进行相关检查。

本研究中有 4 例患者 DWI 显示基底节和丘脑的腔隙性脑梗死, 而在 ASL、PWI 及 MRA 图像上均未见明显异常, 可能与相应部位穿动脉闭塞所显示梗死面积小、灌注图像信噪比较低或成功的再灌注有关, 同时提示此类患者临床预后较好。

本研究主要不足有: 样本量较少, 病例主要集中在亚急性期脑梗死, 缺少急性期病例, 数据采集用观察的方法使得对一些灌注轻度异常改变患者的判断带有一定主观性。

参考文献:

- [1] Ferre JC, Bannier E, Raoult H, et al. Arterial spin labeling (ASL) perfusion: techniques and clinical use[J]. Diagn Interv Imaging, 2013, 94(12): 1211-1223.
- [2] Petcharunpaisan S, Ramalho J, Castillo M. Arterial spin labeling in neuroimaging[J]. World J Radiol, 2010, 2(10): 384-398.
- [3] 王敏, 王宝军, 刘国荣, 等. 磁共振动脉自旋标记灌注成像技术及其评价缺血性卒中患者脑血流灌注的研究进展[J]. 中国脑血管病杂志, 2013, 10(5): 277-280.
- [4] Wang DJ, Alger JR, Qiao JX, et al. The value of arterial spin-labeled perfusion imaging in acute ischemic stroke: comparison with dynamic susceptibility contrast-enhanced MRI[J]. Stroke, 2012, 43(4): 1018-1024.
- [5] Marchal G, Furlan M, Beaudouin V, et al. Early spontaneous hyperperfusion after stroke. A marker of favourable tissue outcome? [J]. Brain, 1996, 119(Pt 2): 409-419.
- [6] Chalela JA, Alsop DC, Gonzalez-Atavales JB, et al. Magnetic resonance perfusion imaging in acute ischemic stroke using continuous arterial spin labeling[J]. Stroke, 2000, 31(3): 680-687.
- [7] Bivard A, Stanwell P, Levi C, et al. Arterial spin labeling identifies tissue salvage and good clinical recovery after acute ischemic stroke[J]. J Neuroimaging, 2013, 23(3): 391-396.
- [8] Niibo T, Ohta H, Yonenaga K, et al. Arterial spin-labeled perfusion imaging to predict mismatch in acute ischemic stroke[J]. Stroke, 2013, 44(9): 2601-2603.
- [9] Nael K, Meshksar A, Liebeskind DS, et al. Quantitative analysis of

- hypoperfusion in acute stroke: arterial spin labeling versus dynamic susceptibility contrast[J]. Stroke, 2013, 44(11): 3090-3096.
- [10] Zaharchuk G. Arterial spin label imaging of acute ischemic stroke and transient ischemic attack[J]. Neuroimaging Clin N Am, 2011, 21(2): 285-301.
- [11] Zaharchuk G, El MI, Fischbein NJ, et al. Comparison of arterial spin labeling and bolus perfusion-weighted imaging for detecting mismatch in acute stroke[J]. Stroke, 2012, 43(7): 1843-1848.
- [12] Zaharchuk G, Bammer R, Straka M, et al. Arterial spin-label imaging in patients with normal bolus perfusion-weighted MR imaging findings: pilot identification of the borderzone sign[J]. Radiology, 2009, 252(3): 797-807.
- [13] Ishimori Y, Kawamura H, Monma M. Feasibility of MR perfusion-weighted imaging by use of a time-spatial labeling inversion pulse[J]. Radiol Phys Technol, 2013, 6(2): 461-466.

(收稿日期: 2014-03-18 修回日期: 2014-05-27)

• 病例报道 •

先天性肺静脉曲张合并室间隔缺损一例

张琦, 泮思林, 刘凯

【关键词】 先天性心脏病; 体层摄影术, X 线计算机; 血管成像; 介入放射学; 静脉疾病

【中图分类号】 R814.42; R541.1 【文献标识码】 D 【文章编号】 1000-0313(2014)08-0905-01

DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2014.08.014

病例资料 患儿, 女, 6 个月。因咳喘、发热 3 天就诊。患儿生后气促、多汗, 伴有吃奶乏力, 生长发育明显落后于同龄儿。体检: 心前区无隆起, 未触及震颤及心包摩擦感, 心率 128 次/分, 心音有力, 律齐, 胸骨左缘第 3~4 肋间可闻及 2/6 级收缩期杂音, 肺动脉瓣区第 2 心音亢进。

超声心动图示室间隔缺损(膜周部)直径约 7 mm, 左向右为主的双向分流, 肺动脉高压, 跨隔压差 28 mmHg, 二尖瓣未见狭窄及关闭不全。因患儿呼吸道症状明显, 行多排螺旋 CT 胸部平扫及增强检查, 示双肺内多发扩张的肺静脉与左心房同时显影, 右下肺静脉扩张显著、呈囊状, 左房、左室增大, 室间隔膜周部显示有对比剂相通, 肺动静脉无短路(图 1~3)。

手术所见: 多发肺静脉瘤状扩张, 未做任何处理; 行室间隔缺损修补术。

讨论 肺静脉曲张是一种十分少见的血管病变, 分为原发性和继发性。继发性多见于风湿性心脏病二尖瓣狭窄引起的肺循环高压^[1]。当存在肺动静脉畸形时, 亦可出现肺静脉的扩张。本例通过增强 CT 扫描并经手术证实, 可排除动静脉短路的存在^[1]。原发性肺静脉曲张病因尚未明确, 可能为肺静脉管壁先天性发育薄弱所致, 国内外均有原发性肺静脉曲张的报道^[2,3], 但多为成人, 儿童罕见。本例合并室间隔缺损, 室间隔缺损是常见的心脏畸形, 但尚无室间隔缺损合并肺静脉曲张的报道。本例考虑室间隔缺损与肺静脉曲张无因果关系, 而仅为合并畸形。因肺静脉曲张不引起血流动力学改变, 如无破裂出血无需处理^[4]。

(注: 1 mmHg=0.133 kPa)

参考文献:

作者单位: 266000 山东, 青岛市妇女儿童医院影像科
作者简介: 张琦(1986—), 女, 黑龙江齐齐哈尔人, 住院医师, 主要从事先天性心脏病影像学诊断工作。

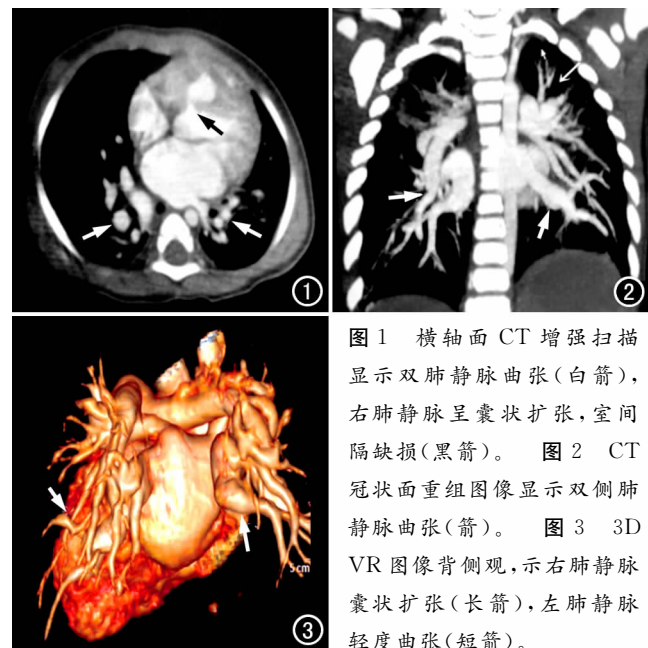


图 1 横轴面 CT 增强扫描显示双肺静脉曲张(白箭), 右肺静脉呈囊状扩张, 室间隔缺损(黑箭)。图 2 CT 冠状面重组图像显示双侧肺静脉曲张(箭)。图 3 3D VR 图像背侧观, 示右肺静脉囊状扩张(长箭), 左肺静脉轻度曲张(短箭)。

- [1] 王佩芬, 周康荣, 陈祖望. 肺静脉曲张的影像学诊断[J]. 中国临床医学, 2002, 9(6): 668-671.
- [2] 郑雷, 杨东奎. 左下肺静脉曲张 1 例[J]. 医学影像学杂志, 2009, 19(6): 761.
- [3] Berecova Z, Neuschl V, Boruta P, et al. A complex pulmonary vein varix-diagnosis with ECG gated MDCT, MRI and invasive pulmonary angiography[J]. Radiol Case Rep, 2012, 6(12): 9-16.
- [4] Hiroyuki K, Masashi K, Ochiai RJ, et al. Pulmonary varix mimicking arteriovenous malformation[J]. Clin Imaging, 2008, 32(1): 61-64.

(收稿日期: 2014-03-31)