

文章编号: 1009-2811(2006) 02-083-05

磁共振新技术在颈动脉狭窄诊断中的应用

鲁晓燕, 张挽时, 毕永民, 宋云龙, 时惠平, 方红, 祝红线, 熊明辉, 王东, 喻敏

(空军总医院磁共振科, 北京 100036)

摘要: 目的 研究增强磁共振血管成像(CE-MRA)技术的成像影响因素, 评价 MR 扫描序列对颈动脉狭窄硬化斑块的应用价值, 探讨颈动脉狭窄血流动力学变化与临床症状的联系。方法 颈动脉狭窄 34 例, 男 22 例, 女 12 例。年龄 36~78 岁, 平均 56 岁。病人首先经多普勒超声(DUS)检查, 然后行 MRA 及 CE-MRA。22 例同时采用亮血(Bright-blood)、黑血(Black-blood)技术, 3 例行血流测量分析(Flow measurements)。10 例于磁共振检查后 1 周内接受颈动脉狭窄内膜剥除术。扫描技术: (1) MRA 及 CE-MRA: MRA: 二维时间飞跃法 MRA(2D TOF MRA); CE-MRA: 快速梯度回波扫描技术, 冠状位采集。最佳扫描延迟时间主要采用造影剂团注试验(test-bolus)法。3 例采用时间分辨回波分享血管成像技术(TRATE)。(2) 斑块检查序列: 亮血与黑血技术及增强前后 T₁ 序列。(3) 血流测量分析: 横断位心电门控 2D 相位对比序列, Argus 系统分析血流方向、流速。结果 血管覆盖范围: 34 例 CE-MRA, 23 例良好显示颈部血管起始段至入颅段。2D TOF 法 11 例。动脉狭窄评估程度: 10 例手术患者中, CE-MRA 正确诊断血管狭窄者 9 例, 低估狭窄程度 1 例。2D TOF 正确诊断血管狭窄程度 6 例, 高估 3 例, 低估 1 例。22 例亮血、黑血技术结合 CE-MRA 清晰显示血管壁及动脉硬化斑块。颈动脉单独成像 24 例中, Test-bolus 法团注造影剂最佳扫描延迟时间为峰值时间-1 s, 且监视层面定于主动脉弓者 18 例。4 例眩晕患者, 颈动脉狭窄侧后交通动脉(PCOA)显示 2 例; PCOA 粗大 1 例。狭窄侧未显示 PCOA, 同侧大脑后动脉主干增粗 1 例。2 例锁骨下动脉窃血综合征血流方向异常, 1 例无名静脉狭窄, 同侧颈静脉血流方向异常。结论 (1) CE-MRA 能完整、全程显示颈部血管, 准确诊断颈动脉、椎动脉狭窄。(2) Test-bolus 法确定扫描延迟时间为峰值时间-1 s, 并将监视层面定于主动脉弓时, 可保证造影剂在动脉内达到高峰浓度时采集 K 空间数据, 获得颈动脉单独成像的最佳图像。(3) 亮血、黑血技术结合 CE-MRA 有助于显示颈动脉狭窄硬化斑块。(4) 分析、测量颈动脉狭窄的血流动力学变化能全面评价狭窄后血流改变与临床症状的联系。

关键词: 磁共振血管造影术; 颈动脉狭窄/放射摄影术

中图分类号: R543.4; R816.2 文献标识码: A

Application of new techniques of MRI in the diagnosis of carotid artery stenosis

LU Xiaoyan, ZHANG Wan-shi, BI Yong-min, et al

(Department of MRI & CT, General Hospital of Air Force, Beijing 100036, China)

Abstract: Objective To determine the factors of affecting imaging quality of contrast-enhanced magnetic resonance angiography(CE-MRA), assess the value of MR scanning sequences for identification of carotid atherosclerotic plaque, and research the relationship between the dynamic circulation in carotid stenosis and carotid steal syndromes. **Methods** Thirty-four patients(male 22, female 12, aged 36~78 years) with carotid stenosis(diagnosed by Doppler ultrasound, DUS) were evaluated with CE-MRA and unenhanced two dimensional time of flight MRA(2D TOF MRA). In CE-MRA, test-bolus and care-bolus were performed respectively in 25, 6. Next, Bright-Blood and Black-Blood techniques were used in 22 and ECG Gated 2D TOF PC sequences were done for the analysis of the flow direction and velocity in 3. Of thirty-four patients, carotid endarterectomy was performed in 10. **Results** In CE-MRA, vessel segments

收稿日期: 2005-12-02

from the aortic arch to the circle of Willis were imaged in 23; with 2D TOF MRA, 11. In cases with severe stenosis of carotid artery confirmed by operation, CE-MRA was in agreement with operation in 9, with underestimated in 1. 2D TOF MRA was in agreement with operation in 6, with overestimated in 3 and underestimated in 1. For test-bolus timing, the optimum delay time was that the peak time-1 second with monitoring plane positioned in aorta, Bright-Blood and Black-Blood techniques demonstrated visualization of the abnormal vessel wall and specific plaque components in all cases. Of the 4 cases with vertigo, posterior communicating arteries (PCOA) on the ipsilateral carotid stenosis were displayed in 2, relative large in 1, and did not visualized while posterior cerebral artery was large on the same side in 1. Abnormal flow direction and velocity were analyzed in 2 cases of subclavian steal syndrome, 1 case of brachiocephalic vein stenosis. **Conclusion** (1) CE-MRA is meaningful to provide a evaluation of the carotid artery including all vessel segments from aortic arch to the circle of Willis. Compared with 2D TOF, CE-MRA is more accurate in diagnosis of carotid artery stenosis. (2) For test-bolus timing, the optimum delay time was that the peak time - 1 second with monitor plane in aorta, which is beneficial to achieve a good quality image during the first pass of the bolus. (3) Bright-Blood and Black-Blood techniques can be used to demonstrate the abnormal vessel wall and specific plaque components. (4) Flow measurement for dynamic flow in carotid artery stenosis provide a way to asses the relationship between carotid stenosis and some carotid steal syndromes.

Key words: Magnetic resonance angiography; Carotid stenosis

上世纪九十年代始,磁共振血流成像(MRA)技术应用于临床,为诊断颈动脉狭窄提供了重要的非侵入性检查手段。近 10 年来,随着磁共振技术的发展,磁共振增强血流成像(CE-MRA)、亮血(Bright-blood)、黑血(Black-blood)技术、血流测量分析(Flow measurements)等新技术的应用,不仅丰富了颈动脉狭窄的研究内容,而且使无创性诊断颈动脉狭窄,并最终减少 DSA 应用从可能走向现实。空军总医院磁共振科自 2005 年 3 月引进 Avanto 1.5T 磁共振成像仪以来,将上述新技术综合应用于检查、诊断颈动脉狭窄。现将初步工作介绍如下。

1 材料与方 法

1.1 一般资料 临床诊断颈动脉狭窄 34 例,男 22 例,女 12 例。年龄 36~ 78 岁,平均 56 岁。所有病人均首先经颈部多普勒超声(DUS)检查,然后行 MRA 及 CE-MRA 扫描。22 例同时采用亮血、黑血技术,3 例行血流测量分析。10 例经磁共振检查确诊后 1 周内接受颈动脉狭窄内膜剥除术,其中 1 例同时行一侧椎动脉狭窄内膜切除术。34 例病人均于近期(2~ 3 周)内接受过头部 CT 或 MRI 检查,13 例接受过头部血管 MRA 检查。

1.2 MR 检查设备 Siemens 公司 Avanto 1.5T 扫描机,梯度场强:45 mT/m,切换率:200 mT/m。头

颈体联合一体化线圈(Total image matrix)。扫描技术:(1) MRA: 二维时间飞跃法 MRA (2D TOF MRA),轴位采集,扫描时间为每 6 min 100 层。(2) CE-MRA: 快速梯度回波扫描技术,3D-FLASH 序列。成像参数要求尽可能地选择短 TR 和 TE。TR: 3.52 ms, TE: 1.8 ms。冠状位采集,范围由主动脉弓至颅底,尽可能在前后方向的层面编码的空间分辨率达到最大。层厚 1 mm,矩阵: 256 × 160, FOV: 300 mm × 300 mm。采集时间为 16 s。最佳扫描延迟时间采用造影剂团注试验(Test-bolus)和造影剂追踪技术(Care-bolus)两种方法。34 例中 25 例采用 Test-bolus 法,6 例 Care-bolus 法,Test-bolus: 18G 套管针在肘静脉建立静脉通道,用高压注射器注射顺磁性造影剂(Gd-DTPA、Multihance) 2 ml,流速 2 ml/s,随后以相同流速注射生理盐水 20 ml,注射造影剂同时以 Flash 序列连续单层扫描,1 幅/s,30~ 80 幅,横断位或冠状位采集,分别以主动脉弓、颈动脉分叉下为造影剂到达时间,借助于信号强度曲线(Mean curve)确定造影剂在感兴趣区的峰值时间。为确保造影剂在动脉内达到最高浓度时采集中心 K 空间数据,团注造影剂后的扫描延迟时间分别定为峰值时间(Peak time)减去 K 空间数据(Time to center)1、2、3 s。Care-bolus 法:以颈动脉冠状位为定位像,使用高压注射器以 2 ml/s 团

注 15 m 顺磁性造影剂,同时应用快速实时 2D 梯度回波序列自动触发(MR 透视下)自动检测造影剂到达感兴趣区血管,当造影剂到达主动脉弓时,立即将 2D 梯度回波序列转换至 CE-MRA 序列,开始 K 空间采集。3 例 CE-MRA 采用时间分辨回波分享血管成像技术(time resolved echo-shared angiographic technique, TREAT):超快速梯度回波序列,设定 20 个动态序列,每个序列的采集时间为 2~3 s,高压注射器,流速与流量同前述 CE-MRA,不需测试扫描延迟时间,在团注造影剂的同时扫描,K 空间中心采集数据,后处理重建出一系列分别单独显示动脉、静脉的动态 CE-MRA 的 MIP 图像。(3) 硬化斑块检查序列: 亮血(Bright-blood)与黑血(Black-blood)技术: 亮血技术:采用 T₁ 序列使流动血液呈高信号,获得颈动脉壁的亮血图像。以颈动脉分叉部为中心定位横断位扫描。黑血技术:采用 TSE/T₂ 序列使流动血液呈低信号,获得颈动脉壁的黑血 T₂ 权重图像。以颈动脉分叉部为中心定位,横断位扫描。准备行颈动脉狭窄内膜剥除术者同时做斜位扫描,以显示颈动脉分叉与下颌骨之对应位置关系。横断位心电门控 T₁、质子、T₂ 加权像,在颈动脉狭窄斑块部位的上、下方应用射频饱和带以抑制颈动脉和伴行静脉内的血流信号,同时应用脂肪饱和技术,以抑制皮下脂肪信号,避免化学位移伪影。CE-MRA 后行 T₁ 增强扫描。(4) 血流测量分析:横断位心电门控 2D 相位对比序列,设定峰值流速为 120~150 cm/s。垂直定位于兴趣区血管。

分别观测 2D TOF 与 CE-MRA 血管形态及血管覆盖范围,统计学处理采用 χ^2 检验。采用北美症状性颈动脉内膜切除术协作组(NASCET)标准评估颈动脉狭窄程度,与手术、病理对照,分析斑块 MRI 征象。采用 Argus 系统分析血流方向、流速。对 4 例临床表现为眩晕,2 例窃血综合征的颈动脉重度狭窄者同时观察头部 CT、MRI 及 MRA。

2 结果

2.1 血管覆盖范围 34 例 CE-MRA,23 例良好显示主动脉弓主要动脉分支、颈部血管(颈动脉、椎动脉)起始段至入颅段。2D TOF 完整显示主动脉弓主要动脉分支、颈部血管(颈动脉、椎动脉)起始段至入颅段者 11 例。 $\chi^2_{0.001} = 10.828 < X^2(59.84)$, $P < 0.001$,二种方法差异显著(图 1、2,见封 2)。

2.2 颈动脉、椎动脉狭窄评估程度 10 例手术患者中,CE-MRA 正确诊断血管狭窄者 9 例,低估狭窄程度 1 例。2D TOF 正确诊断血管狭窄者 6 例,高估狭窄程度 3 例,低估狭窄程度 1 例。

2.3 亮血、黑血技术结合 CE-MRA 显示颈动脉狭窄血管壁及硬化斑块 22 例(图 3、4,见封 2)。

2.4 颈动脉单独成像 24 例中,Test-bolus 法团注造影剂最佳扫描延迟时间为峰值时间-1 s,且监视层面定于主动脉弓者 18 例。Care-bolus 法失败 2 例(过早触发扫描,动脉未成像),余 4 例成像良好(图 5、6,见封 2)。

2.5 4 例眩晕患者,头部 CT、MRI 未见明显异常。颈动脉狭窄侧 PCOA 显示 2 例;狭窄侧颈内动脉颅内段血流信号强度减弱、流速减低,PCOA 粗大 1 例。狭窄侧未显示 PCOA,同侧大脑后动脉主干增粗、分支增多 1 例,其中 2 例经颈动脉内膜切除术后眩晕症状消失。2 例窃血综合征(多发大动脉狭窄)血流方向异常,1 例无名静脉狭窄,同侧颈静脉提前显影,并显示血流方向异常(图 7、8,见封 2)。

3 讨论

3.1 CE-MRA CE-MRA 是近 10 年磁共振血管成像的一种新技术,其原理是通过静脉注射顺磁性造影剂显著缩短血液的 T₁ 时间,再利用 3D 梯度回波技术扫描兴趣区血管,经最大强度投影(maximum intensity projection, MIP)技术重建,从而得到轮廓清晰、信号强、可从任一角度观察血管的 3D 血管图像。与传统非增强 MRA 相比,该技术不是利用 MR 的流动效应显示血管,与血液的流动增强无关,不需空间予饱和,对平行于扫描平面的血管也能良好显示,因此可通过冠状位激发扫描显示包括颈部大血管根部至颅内 Willis' circle(威立氏环)的颈部血管全程^[1]。一项调查^[2]显示,在 6420 名病人中,有 15% 的病人动脉硬化斑块发生在颈动脉分叉以外,因此,单独显示颈动脉分叉可能漏掉相当一部分脑血管病变。非增强 MRA 由于受血流方向影响,只能横断位扫描,难以显示颈部血管全程。同时,CE-MRA 能显示无失相位的血管腔图像,对扭曲的血管、分叉血管及病变血管均能真实地显示,因而提高诊断狭窄程度的准确性,颈动脉的狭窄程度是决定北美症状性颈动脉狭窄内膜切除协作组(NASCET)及欧洲症状性颈动脉狭窄内膜切除协作组(ESCT)临床试验治疗方案重要的形态学诊断

依据^[3]。尽管 DSA 一直是诊断颈动脉狭窄的金标准,但 DSA 也有局限性。最主要的一点是选择性插管可引起 1% 的患者发生脑卒中。另外,DSA 仅显示血管腔内情况,对狭窄程度的判断,不同的操作者及不同的投照体位可引起不同程度测量误差^[4]。目前 CE-MRA 已被广泛应用于主动脉、肾动脉、肠系膜动脉、周围血管系统,但由于缺乏血脑屏障,造影剂在动脉和静脉中的循环时间非常短,很快从毛细血管漏出到细胞外间隙,因此在非常短的时间窗(5~10 s)的背景下,颈动脉的单独成像很困难。CE-MRA 数据采集采用傅里叶变换成像法,决定图像的空间分辨力的高频数据分布于 K 空间周围区,决定图像对比度的低频数据分布于 K 空间中心区。由于 MRA 的成像质量取决于图像的对比,因此感兴趣区内造影剂浓度达到峰值时采集数据并迅速填充于 K 空间中心区可获得最佳对比效果,过早采集,血管内造影剂仍在快速增加,易出现血管内环形伪影,采集时间过晚,动脉信号强度减低、静脉显影,易产生“静脉污染”及颈动脉起始部“空虚”。本组分别在扫描序列、造影剂流速与流量、确定最佳延迟扫描时间等方面进行匹配,以达到最佳参数匹配,结果显示确定最佳延迟扫描时间(开始注射造影剂时间和开始扫描时间之间的延迟时间),在时间窗范围内获取 K 空间中心区的低空间频率数据,是获得高质量图像的关键。本组病例最佳扫描延迟时间采用造影剂团注试验(Test-bolus)和造影剂追踪技术(Care-bolus)两种方法。34 例中 25 例采用 Test-bolus 法,6 例采用 Care-bolus 法,3 例采用 TREAT 技术。在 Test-bolus 法中,把造影剂到达峰值时间分别确定在造影剂到达主动脉弓以及颈动脉分叉水平,为获取 K 空间的低空间频率数据,再用峰值时间减去 K 空间数据(首先确定扫描序列是自中心采集)。结果表明以主动脉弓部作为造影剂到达的监测平面能够获得较准确的扫描延迟时间,而将监测平面定在颈动脉分叉时,扫描时间偏晚,引起静脉污染、颈部大血管起始部显示空虚的缺点。Care-bolus 法是在透视监视下自动触发下进行,本文资料显示, Care-bolus 法首先开始中心 K 空间采集,所以中心 K 空间与动脉内造影剂团注吻合同步,更加可靠地保证造影剂在动脉内达到高峰浓度时采集 K 空间数据,能获得最佳图像质量,但同时需要良好的监视与操作配合。本组 3 例 CE-MRA 采用 TREAT 技术,该技术快速采用一系列超快速梯度

回波序列,获取 3D 数据,每个序列的采集时间为 2~3 s,在团注造影剂的同时扫描, K 空间中心采集数据,其中至少一组为增强的动脉实时成像,经后处理重建出一系列分别单独显示动脉、静脉的动态 CE-MRA 的 MIP 图像。该技术由于采用扫描时间非常短的序列,只要足够快地重复扫描,就可以单独显示动脉,结果表明 10 s 的扫描时间可以将静脉污染程度降至最低。该技术的优点是不需测试扫描延迟时间即可单独显示动脉、静脉,操作简便,缺点是成像的空间分辨率较低,图像质量较差,不宜作为常规检查应用。

3.2 MRI 的亮血与黑血技术 颈动脉粥样硬化引起缺血性脑血管病的途径不仅与动脉严重狭窄有关,还与不稳定性斑块脱落密切相关,因此,临床不再将狭窄程度作为评价动脉硬化严重程度的惟一标准。影像学若能提示不稳定性斑块将有助于评估脑卒中发生的风险及选择治疗时机和方式。不稳定性斑块具有如下特征:纤维帽薄弱、斑块内含较大脂核、斑块内出血坏死等^[5,6]。黑血与亮血技术^[7,8]可较好地显示斑块形态及成分。所谓黑血或亮血,取决于相对于周围组织的流动血液的信号强度。黑血技术采用快速自旋回波 FSET₂ 序列,结果是流入到层面内的质子因无横向磁化而无信号,其血流呈黑色故被称“黑血”,而血管壁及硬化斑块有信号,与无信号的血液产生对比,因而能够显示增厚之血管内膜及斑块,同时在黑色血流衬托下,信号强度增高的增厚的血管壁很容易显示,有助于准确测量狭窄程度。黑血技术的缺点是扫描时间较长,层厚较厚。亮血技术采用 Trufice 序列,使用短 TR、短 TE,利用流入性增强和小角度翻转脉冲激励,成像速度快,快速的扫描序列有利于得到快速高空间分辨力的三维图像。在亮血技术中,血流呈高信号,血管壁呈低信号,有利于显示血管的内膜壁钙化和斑块的不同成分。本文 22 例在行 MRA、CE-MRA 的同时采用亮血、黑血技术,以显示斑块的形态和性质,结果显示亮血、黑血技术结合 CE-MRA 能显示血管壁的解剖及病理状态,克服 2D TOF 涡流引起的假阳性,显示颈动脉狭窄硬化斑块,特别是不稳定性斑块的纤维帽、坏死核,内膜钙化和斑块内出血,因而有助于前瞻性地识别不稳定性斑块的特征。除黑血、亮血技术外,完整的对斑块形态与性质的研究尚应包括增强前后的 T₁ 加权像与质子加权像,受限于检查时间,本文中仅有 5 例作了上述全部序列,对于斑块

的研究尚需扩大例数,并进一步行影像与病理对照研究。

亮血与黑血技术另一值得重视的优点是可以多方位成像,不仅能在横断位显示血管壁和斑块成分,还能在斜位图像中显示斑块与颈动脉分叉的位置,又因其显示下颌角与颈动脉分叉的相对位置尤其受到外科医生的欢迎。

3.3 血流测量分析 血流测量分析包括血液流速测量、血液方向评估两方面的内容,目的是全面分析颈动脉重度狭窄后的脑血流动力学改变,为颈动脉狭窄的临床诊断及治疗提供血流动力学及病理生理学参考资料。颈动脉重度狭窄时可因侧枝循环引起颈动脉逆流综合征。颈动脉逆流可发生于两种情况:(1)一侧颈内动脉闭塞时,健侧颈内动脉部分血液流向对侧,致使健侧大脑半球出现血供不足的症状,称颈-颈动脉逆流综合征。(2)椎-基底动脉系统发生闭塞时,颈内动脉血液经由后交通支逆流进入椎-基底动脉系统进行代偿。临床上反而出现轻偏瘫、失语等大脑半球供血不足的症状,称为颈-椎基底动脉逆流综合征。由于后交通动脉常发育不全,故后一种情况相对少见^[7]。脑动脉逆流综合征是否存在第三种情况,即当颈动脉狭窄或闭塞时,椎-基底动脉系统的血液经后交通支逆流进入颈动脉系统进行代偿,文献资料较少。本组 4 例以眩晕为惟一症状的颈动脉重度狭窄者头、颈部 MRA 均未显示椎基底动脉狭窄,狭窄侧 PCOA 显示 2 例,粗大 1 例,其中 2 例经颈动脉内膜切除术后眩晕症状消失,这是否提示,颈动脉重度狭窄者,当后循环血液通过后交通动脉转向(逆流)前循环时,亦可因椎基底动脉系统分布区缺血(窃血)引起眩晕?如能通过血流测量分析发现后交通动脉逆流则支持上述假说,对继发于颈动脉重度狭窄的眩晕患者的治疗有一定意义。血流分析的另一作用是帮助选择手术时机,根据 NASCET C 制定的标准,颈动脉狭窄程度大于 70% 时应及时行手术或介入治疗,以尽早解除狭窄,因为重度颈动脉狭窄导致狭窄侧脑血流量下降、脑灌注压下降,是缺血性脑卒中发病的高危因素。但临床观察显示,重度颈动脉狭窄与缺血性脑卒中的发作并不呈正相关,除狭窄程度、斑块性质外,血流动力学改变也是影响因素之一。研究表明:前、后交通动脉在 Willis' 环中的代偿作用使同等程度颈动脉狭窄的病人有着非常不同的临床症状与预后。具有完整 Willis' 环者,由颈动脉重度狭窄引起的脑血

流量减低可以通过前、后交通动脉获得补偿,长期不出现脑缺血症状。因此颈动脉狭窄程度并非是手术或介入治疗的惟一形态学依据。连接两侧大脑半球及脑前后循环的前、后交通动脉,只有当其功能性前、后交通动脉时,方能在平衡脑血流循环中发挥侧枝循环作用。功能性交通动脉,不仅应具有解剖形态结构,而且能够在颈动脉重度狭窄、血流量减低、灌注压降低时,于同侧交通动脉中观察到血液逆流(流向压力减低处)^[9]。功能性交通动脉还使手术中暂时阻断同侧颈动脉血流时的安全程度提高。以往对交通动脉的观察通过 DSA 在压颈实验中实现,目前通过心电门控、2D 相位对比序列,设定合适的峰值流速,垂直定位于兴趣区血管扫描,能使血流的测量和分析在无创的条件下进行。在具体实施该项技术中,比较困难的是管径较细的后交通动脉,受限于空间分辨力,MRA 显示细小动脉的能力下降,同时小血管内的血流速度缓慢,成像过程中极易出现饱和,致使血流信号丢失,难以显示血管轮廓。本组 3 例接受血流动力学检查的病人中,2 例窃血综合征(多发大动脉狭窄)者及 1 例无名静脉狭窄者,因显示动脉逆流、颈静脉提前显影及血流方向异常而得到诊断,4 例颈动脉狭窄并眩晕者,未能顺利测量到交通动脉的流速及方向,无法判断有无椎-基底动脉系统的血液经后交通支逆流进入颈动脉系统。随着磁共振设备与技术的进展,磁共振血流成像对小血管显示的能力将逐步提高,除借助于测量软件寻找最佳角度外,还可通过 TREAT 序列从血流的动态变化观察交通动脉中的血液逆流。

综上所述,颈动脉狭窄的影像学研究是一综合性课题,涵盖包括形态学显示、测量、斑块性质分析,以及血流动力学、侧枝循环分析等多方面内容,近些年发展起来的磁共振新技术为丰富并解决上述课题带来了可能性,本课题组初步研究结论为:(1)CE-MRA 能完整、全程显示颈部血管全长,准确诊断颈动脉、椎动脉狭窄。(2)Test-bolus 法团注造影剂确定扫描延迟时间为峰值时间-1 秒,并将监视层面定于主动脉弓时,可保证造影剂在动脉内达到高峰浓度时采集 K 空间数据,获得颈动脉单独成像的最佳图像。(3)亮血、黑血技术结合 CE-MRA 有助于显示颈动脉狭窄硬化斑块。(4)分析、测量颈动脉狭窄的血流动力学变化能全面评价狭窄后血流改变与临床症状的联系,为选择治疗方式和时机提供参考信息。

(下转第 90 页)

中探查明确为恶性肿瘤引起肠套叠者, 不应手法复位, 可直接行包括肿瘤淋巴引流的肠切除术; 如术中发现套叠严重、复位困难及有明显肠壁血供不良或坏死者, 同样不应手法复位, 而应直接行相应肠段切除; 对于肠管易于复位且血供良好者, 可先行复位, 再根据探查情况决定是否行肠切除术。另因结肠切除吻合后, 可能会有肠痿发生, 故对有结肠参与的套叠患者, 术前须加强肠道准备, 应慎重决定是否行套叠肠段切除后直接吻合。此外, 对于不明原因的肠套叠患者, 应慎重应用钡灌肠治疗成人肠套叠, 因多数患者不能排除恶性疾病可能, 且钡灌肠有致肠穿孔风险, 故我们不太赞成首选钡灌肠治疗成人肠套叠。所有患者围手术期须注意加强抗感染及营养支持, 避免肠痿等并发症发生。本组 78 例患者, 经相应治疗均康复出院, 效果良好。

参考文献:

[1] Reijnen H, Jooten H, Deboer H, et al. Diagnosis and treatment of adult intussusception[J]. *Am J Surg*, 1989, 158 (1):

25-29.

[2] Leon KE, John DC, Arthur HA. Intussusception in adults: Institution Review[J]. *J Am Coil Surg*, 1999, 188(4): 390.
 [3] Azar T, Berger D. Adult intussusception [J]. *Ann Surg*, 1997, 226(2): 134-138.
 [4] Weiboecher D, Bolin D. Intussusception in adults[J]. *Am J Surg*, 1971, 121 (4): 531-537.
 [5] Nagorney DM, Sarr MG, Mcrath PC, et al. Surgical management of intussusception in the adult[J]. *Am J Surg*, 1981, 193(3): 230-236.
 [6] Wayne E, Vanderkolk CA, Snyder FA, et al. Ceca-colic adult intussusception as a cause of intestinal obstruction in central Africa[J]. *World J Surg*, 1996, 341 (1): 20-27.
 [7] Duncan A. Intussusception following abdominal trauma[J]. *J Trauma*, 1987, 27(10): 1193-1199.
 [8] 蒋力明, 石木兰, 郝玉芝. 成人肠套叠的影像学诊断[J]. *临床放射学杂志*, 1999, 18(8): 471-473.
 [9] Gayer G. Intussusception in adults CT diagnosis[J]. *Clin Radio*, 1998, 53(1): 53.
 [10] 郑祥武, 吴恩福, 陈宗静, 等. 成人肠套叠的 CT 诊断[J]. *中华放射学杂志*, 2000, 34(6): 414-416

(上接第 87 页)

参考文献:

[1] Anzalone N, Scmazzoni F, Castellano R, et al. Carotid artery stenosis: intraindividuals correlations of 3D time-of-flight MR angiography, contrast-enhanced MR angiography, conventional DSA, and rotational angiography for detection and grading[J]. *Radiology*, 2005, 236(1): 204-213.
 [2] Ersoy H, Watts R, Sanelli P, et al. Atherosclerotic disease distribution in carotid and vertebral arteries: clinical experience in 100 patients undergoing fluorine-triggered 3D Gd-MRA[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2003, 17(5): 545-558.
 [3] Anonymous. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators[J]. *M Engl J Med*, 1991, 325(7): 445-453.
 [4] Prince MR, Grist TH, Debarin HF. 3D Contrast MR Angiography Second Revised Edition[M]. Springer, 1999 35, 75.

[5] 蔡剑鸣, 高元桂, 蔡幼轻, 等. 增强与门控二维时间飞跃法 MR 血管造影评价颈内动脉狭窄的对比研究[J]. *中华放射学杂志*, 2001, 35(9): 9698-9702.
 [6] Lu Xiaoyan, Zhang Wanshi, Gui Qiuping, et al. Evaluating non-invasive medical imaging for diagnosis of carotid artery stenosis with ischemic cerebrovascular disease[J]. *Chin Med J*, 2003, 116(1): 112-115.
 [7] Yuan C, Mitsmori LM, Beach KW, et al. Carotid atherosclerotic plaque: noninvasive MR characterization and identification of vulnerable lesions[J]. *Radiology*, 2001, 221(2): 285-299.
 [8] 张蔚, 刘义成, 刘海滨. 黑白血技术磁共振成像对健康成年人左心室形态和功能的研究[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2005, 3(2): 35-38, 46.
 [9] Hendrikse J, Eikelboom BC, Grond JVD, et al. Magnetic resonance angiography of collateral compensation in asymptomatic and symptomatic internal carotid artery stenosis[J]. *J Vasc Surg*, 2002, 36(4): 799-805.

磁共振新技术在颈动脉狭窄诊断中的应用

(正文见第 83~87, 90 页)



图 1 CE-MRA, 颈部血管全程显示

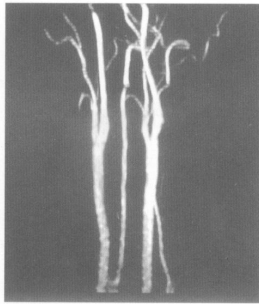


图 2 2D-TOF MRA, 颈部血管起始段及入颅段未显示



图 3 黑血技术, 显示血管壁轮廓及附壁斑块



图 4 亮血技术斜位, 显示颈动脉分叉与下颌角对应关系

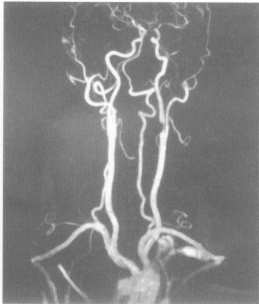


图 5 Test-bolus 法增强扫描延迟时间适当, 颈部动脉单独成像



图 6 Test-bolus 法增强扫描延迟时间过长, “静脉污染”、颈部血管起始部“空虚”

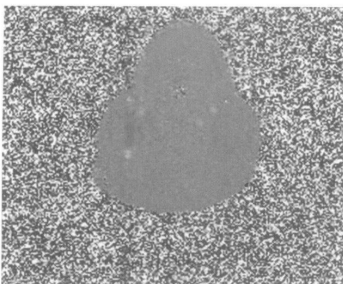


图 7 血流图像分析: 左侧颈静脉提前显影, 右侧颈静脉血流方向正常

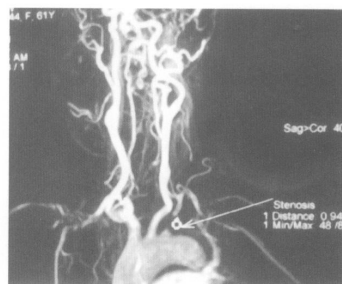


图 8 左侧锁骨下动脉狭窄, 椎动脉逆流