

论 著

MRA在识别颅内小动脉瘤形状上的应用价值：与DSA对比

丁杰 高伟* 陆小妍
郭群 吴含

南京医科大学附属南京医院(南京市第一医院)医学影像科 (江苏 南京 210006)

【摘要】目的 探讨磁共振血管成像(MRA)识别小尺寸未破裂颅内动脉瘤形状的应用价值。方法 回顾性分析由MRA发现并经DSA证实的38例未破裂颅内小动脉瘤($< 7\text{ mm}$)。将所有动脉瘤分为两组($\leq 3\text{ mm}$ 及 3.1 mm - 6.9 mm)，使用MRA分析动脉瘤的形状，数字减影血管造影(DSA)检查结果作为动脉瘤形状的参考标准，评估MRA的敏感性、特异性和准确性。结果 MRA评估 $\leq 3\text{ mm}$ 组动脉瘤的敏感性41.6%、特异性57.1%、阴性预测值36.4%、阳性预测值62.5%、准确性47.4%，评估 3.1 mm - 6.9 mm 组动脉瘤的敏感性81.8%、特异性91.7%、阴性预测值84.6%、阳性预测值90.0%、准确性87.0%。结论 MRA评估 $\leq 3\text{ mm}$ 颅内小动脉瘤形状的价值较低，而对 3.1 mm - 6.9 mm 动脉瘤的应用价值较高。

【关键词】磁共振血管造影;颅内动脉瘤;动脉瘤的形状;数字减血管造影术;

【中图分类号】R445.2; R743.32

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.04.002

The Value of MRA in Identifying The Shape of Small Intracranial Aneurysms: Compared with DSA

DING Jie, GAO Wei*, LU Xiao-yan, GUO Qun, WU Han.

Department of Radiology, Nanjing First Hospital, Nanjing Medical University, Nanjing 210006, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the application value of magnetic resonance angiography (MRA) in identifying the shape of small unruptured intracranial aneurysms. **Methods** 38 cases of unruptured intracranial aneurysms($< 7\text{ mm}$) found by MRA and confirmed by DSA were retrospectively analyzed. All aneurysms were divided into two groups ($\leq 3\text{ mm}$ and 3.1 mm - 6.9 mm). The shape of aneurysms was analyzed by MRA, and the results of digital subtraction angiography (DSA) were used as the reference standard to evaluate the sensitivity, specificity, negative predictive value, positive predictive value and accuracy of MRA. **Results** The sensitivity, specificity, negative predictive value, positive predictive value and accuracy of MRA in identifying the shape of small unruptured intracranial aneurysms in $\leq 3\text{ mm}$ group were 41.6%, 57.1%, 36.4%, 62.5% and 47.4%, respectively. The sensitivity, specificity, negative predictive value, positive predictive value and accuracy of aneurysms in the 3.1 mm - 6.9 mm group were 81.8%, 91.7%, 84.6%, 90.0% and 87.0% respectively. **Conclusion** MRA is of low value in evaluating the shape of small intracranial aneurysms less than or equal to 3 mm , but of high value in the application of 3.1 mm - 6.9 mm aneurysms.

Keywords: Magnetic Resonance Angiography; Intracranial Aneurysm; The Shape of The Aneurysm; Digital Subtractive Angiography

随着影像检查的广泛应用，偶然发现的颅内动脉瘤越来越多。颅内动脉瘤大多是由于动脉管壁局部的先天性薄弱或管腔内血液压力的上升所致。其可发生于任何年龄，老年人的发病率较高，一旦破裂，患者的预后大多较差。颅内动脉瘤的破裂可导致蛛网膜下腔出血，与死亡风险呈正相关，同时也存在着认知障碍和残疾的风险。因而，对于颅内动脉瘤的发现和随访至关重要。而动脉瘤的形状，与其破裂风险息息相关^[1]。尽管DSA是诊断颅内动脉瘤的金标准，但是近年来，MRA已广泛应用于颅内动脉瘤的筛查。与相比DSA，MRA是无辐射及非侵入性的。多项研究报告了MRA检测动脉瘤的高准确性^[1-3]。然而使用MRA来确定动脉瘤形状的研究并不多。而且，仅有的一些关于MRA评估不规则动脉瘤形状的研究结果并不非常确切^[4]。

较大的动脉瘤($\geq 7\text{ mm}$)有很高的破裂风险，因此治疗方法倾向于不论形状如何都进行处理。当动脉瘤很小的时候，如果形状不规则，则有破裂的风险^[5-6]。因此，准确识别形状对于小动脉瘤的治疗是必不可少的。然而，专注于用MRA识别小尺寸的形状动脉瘤的研究一直比较缺乏。此外，我们有时会遇到MRA与DSA检测的动脉瘤形状不同。因此，在本研究中，我们旨在评价MRA识别小尺寸未破裂颅内动脉瘤的准确性。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性分析南京市第一医院2017年1月至2018年12月的进行了MRA和DSA检测的38例患者，共42个未破裂的颅内动脉瘤。以下为排除标准：最大直径 $\geq 7\text{ mm}$ 的动脉瘤；创伤性或夹层动脉瘤；复发性动脉瘤；MRA和DSA之间的间隔 > 2 个月。

1.2 图像采集 MR采用荷兰Philips Achieve 3.0T磁共振扫描仪和8通道头颅线圈行3D-TOF-MRA检查。患者仰卧位头先进，扫描参数TR 23ms，TE 3.6ms，层厚1mm，层数72层，翻转角 15° ，矩阵 320×256 ，FOV $18\text{ cm} \times 18\text{ cm}$ 。DSA采用西门子Aztis Zee DSA 血管数字平板探测器造影系统，进行脑动脉造影。旋转血管造影并通过三维重建来获得剖面二维DSA来识别动脉瘤的形状。

DSA采用西门子Aztis Zee DSA 血管数字平板探测器造影系统，股动脉插管至双侧颈动脉、椎动脉，作全脑血管造影，注入非离子型造影剂 $10 \sim 20\text{ ml}$ ，速率 $3 \sim 4\text{ mg/s}$ ，采集血管正、侧、斜位图像，曝光条件：电压 $70 \sim 80\text{ kV}$ ，电流 $150 \sim 250\text{ mA}$ ，时间 15 s ，速率 6 帧/s ，矩阵 1024×1024 。3D-DSA采集数据后传输至后处理工作站ADW4.6作最大密度投影(MIP)，容积再现(VR)处理。

1.3 图像分析 两位高年资放射科医师对MRA和DSA的原始图像和重建图像进行了回顾性分析。两位评估者独立分析MRA和DSA上动脉瘤的形态学特征，并达成一致决定。动脉瘤的最大直径(以mm为单位)通过测量旋转血管造影术的三维重建图像获得。颅内动脉瘤的形状参照Pentimalli等的标准，分为规则形动脉瘤和不规则形动脉瘤^[7]。圆形或椭圆形为规则形，分叶状或凹凸不平为不规则。动脉瘤根据大小分为 $\leq 3\text{ mm}$ 组和 3.1 mm - 6.9 mm 组。

【第一作者】丁杰，男，技师，主要研究方向：MR技术。E-mail: 15195573356@139.com

【通讯作者】高伟，男，副主任技师，主要研究方向：MR技术。E-mail: gaoweil23@163.com

1.4 统计分析 数据采用SPSS 21.0统计软件处理。计量资料采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用独立t检验进行分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。将动脉瘤的不规则形状定义为阳性,规则形状为阴性,MRA与DSA相比较的诊断效能分别从敏感性、特异性、阴性预测值、阳性预测值、准确性等方面进行评估。

2 结果

38例患者共42个未破裂颅内动脉瘤被纳入研究(表格1),患者的年龄和性别之间的差异无统计学意义。一个42个动脉瘤,平均直径 4.26 ± 2.54 mm,根据动脉瘤尺寸进行的分组,其中 ≤ 3 mm组共19个动脉瘤,3.1 mm-6.9 mm组共23个动脉瘤。不规则形状动脉瘤的平均直径为 4.73 ± 2.07 mm,规则形状动脉瘤的平均直径为 3.47 ± 1.75 mm,差异有统计学意义($P < 0.001$)。MRA评估 ≤ 3 mm组动脉瘤的敏感性41.6%、特异性57.1%、阴性预测值36.4%、阳性预测值62.5%、准确性47.4%。评估3.1 mm-6.9 mm组动脉瘤的敏感性81.8%、特异性91.7%、阴性预测值84.6%、

阳性预测值90.0%、准确性87.0%。(表格2)

表1 患者动脉瘤一般资料

		动脉瘤形状			P值
		所有	规则	不规则	
年龄		58.74 ± 12.39	58.25 ± 12.12	59.13 ± 11.65	0.326
性别	男	23	19	4	0.219
	女	15	12	3	
尺寸(mm)		4.26 ± 2.54	3.47 ± 1.75	4.73 ± 2.07	< 0.001
尺寸分组	≤ 3 mm	19	16	3	< 0.001
	3.1 mm-6.9 mm	23	18	5	

表2 两组结果比较

	敏感性	特异性	阴性预测值	阳性预测值	准确性
≤ 3 mm组	41.6%	57.1%	36.4%	62.5%	47.4%
3.1 mm-6.9 mm组	81.8%	91.7%	84.6%	90.0%	87.0%

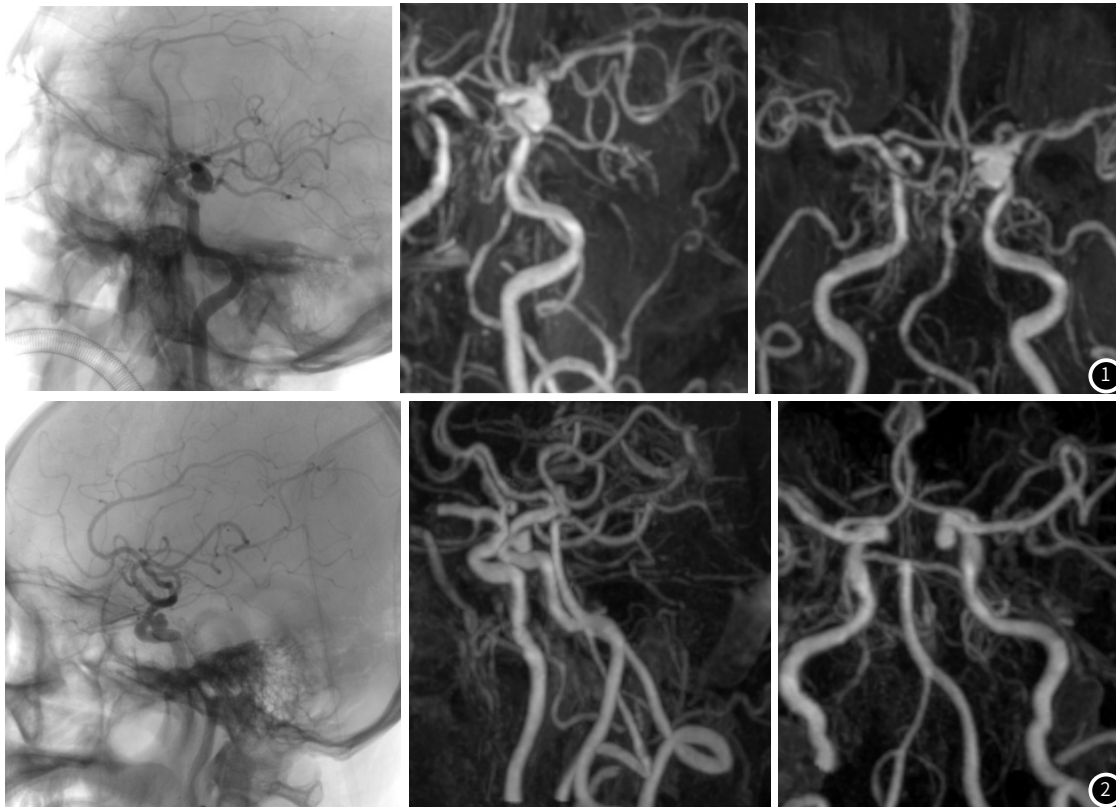


图1 DSA示左侧颈内动脉后交通动脉瘤,直径约9.1 mm,形状不规则,表面局部隆起,MRA显示相似表现;左侧颈内动脉眼动脉段一微小动脉瘤,直径约2 mm,形状规则,MRA显示不清。**图2** DSA示左侧颈内动脉眼动脉段动脉瘤,直径约6.7 mm,形状不规则,表面分叶状,MRA于不同角度清晰显示动脉瘤形状。

3 讨论

颅内动脉瘤的破裂会造成蛛网膜下腔出血从而提高患者产生残疾和死亡的风险。影像学是发现和评估颅内动脉瘤的主要手段。较大的动脉瘤,不论其是什么形态,一般都会进行积极的治疗。在一项meta^[8]分析中,对大约30项囊括了一万多例10 mm以下颅内动脉瘤进行了研究,大约0.8%至1.5%的未破裂动脉瘤在3.7年内发生破裂。该META分析是基于临床相关证据汇总的风险评估,并且考虑到了所观察到的随访时间的精确度。而且,更重要的是,当按动脉瘤尺寸对2-5 mm未破裂动脉瘤进行分层时,各研究的风险估计是一致的。而在另一项研究中^[9],在类似时间段内发生了更大比例(1.5-2.0%)的破裂,这表明只考虑动脉瘤大小的研究会导致低估破裂的比例。颅内动脉瘤的破裂,大小只是一方面的因素。一些研究表明,动脉瘤的形状与其破裂风险高度相关,随访中动脉瘤形态学参数的变化,可较好预测其破裂风险。一项针对中国人并随访超过5年的研究分析^[10]认为,不规则形状、较高的纵横比以及尺寸比与颅内动脉瘤的破裂有关。

因此,动脉瘤破裂的危险因素除了大小,动脉瘤的形状也是重要因素。因此,发现动脉瘤后,对于动脉瘤进行破裂风险评估相当关键。目前的评估手段主要就是DSA、MRA、CTA。DSA目前是金标准,其具有空间分辨率、密度分辨率高的优点,是普通血管造影的十多倍,可以很好显示较小的血管及病灶,清晰显示颅内动脉的形态,精确测量瘤体的直径,同时也可显示血管的血液动力学状态,动态观察管腔狭窄情况,及有无血管变异。DSA不仅可以进行诊断,在检查期间还可进行同步治疗。特别是3D-DSA可进行多角度旋转观察,排除阻碍观察血管的形态及病灶情况,从而提高脑动脉瘤诊断的准确率。有报道显示,DSA对颅内动脉瘤诊断的敏感性高达95%~99%,而特异性则高达100%。但其为有创检查,辐射较大,有碘过敏风险,造影剂用量较大。CTA方便快捷,时间和空间分辨率高,不易受血流影响,相比DSA辐射造影剂都较少,但其颅内动脉瘤的诊断于DSA相比,敏感性及特异性

接近。其可清晰显示的动脉瘤形态、大小,且检查时间较短,费用相对DSA较为低廉,对患者的辐射较DSA少,配合强大的后处理技术,可多平面、多角度观察颅内动脉瘤的情况,包括形态、大小、与载瘤动脉的关系等,为术前评估及后续治疗提供影像学参考。但其仍然有辐射和碘过敏风险。MRA的优势在于无创、无辐射、无需造影剂。MRA可以清晰地显示出患者脑血管的形态结构,可进行任意平面任意角度的重建,可使用容积再现对脑血管及瘤体进行各角度观察,从而对病灶的形态、大小、位置及其与载瘤动脉的关系进行全面细致的分析。有国内学者对颅内动脉瘤的MRA和DSA诊断进行了对比分析,证实MRA诊断颅内动脉瘤的准确性达到90%以上,这与DSA非常接近,因而认为MRA可基本替代DSA对于颅内动脉瘤的诊断效能,可作为筛查颅内动脉瘤的首选方案。MRA可以无需造影剂即可显示颅内血管的形态,也可使用静脉注射Gd-DTPA的方式进行增强造影,从而更加清晰的显示血管情况。这种方式可以弥补传统MR成像的一些缺点,减少血流不规则运动造成的伪影,提高显示效果。相比较DSA来说,MRA无需动脉穿刺插管,无需碘造影剂,无过敏风险,可应用于肾功能不良的患者。

对于较大的颅内动脉瘤,MRA具有较高的准确性。在一项meta分析中MRA检测动脉瘤的敏感性为95%^[11]。但对于较小的动脉瘤,MRA的准确性并不太高。我们的研究表明,MRA并不适用检测微小动脉瘤的形状。不规则形状是未破裂动脉瘤破裂的危险因素之一,不论大小^[12]。在另一项研究中,颅内动脉瘤的诊断有59%的误诊率^[13]。研究检测动脉瘤形状使用容积再现的MRA技术实现了高精度和灵敏度。容积再现技术可以较好地显示覆盖区域的动脉或动脉瘤的轮廓,因此有助于识别动脉瘤的形状。

在我们的研究中,MRA经常不能检测到3mm以下动脉瘤的不规则形状。动脉瘤尺寸越小,MRA越难以检测到不规则的形状。有研究^[14-17]报道了MRA诊断颅内小动脉瘤的敏感性为高于90%。但是,在我们的研究中,MRA诊断小于3mm不规则动脉瘤的敏感性只有41.6%(图1),而3.1mm-6.9mm不规则动脉瘤的敏感性为81.8%(图2)。造成这一结果的原因可能是因为动脉瘤太小,而MR的空间分辨率较低,对于动脉瘤形状的分析存在较大误差,特别是微小动脉瘤,其本身直径就比较小,即使其形态不规则,如局部突起、长宽比较大等形态,在MRA很可能不能清晰的显示,有时动脉瘤发生的位置有较多遮挡,影响观察,甚至出现假阳性或假阴性,这些因素都降低了敏感性。而有研究表明,3.0T的MR扫描仪较1.5T的MR扫描仪对于微小颅内动脉瘤表现出了更好的诊断能力^[18]。而空间分辨率更高的CTA对于颅内小动脉瘤具有很高的敏感性,比MRA甚至DSA都要高^[19-21]。可见,MR的空间分辨率是制约MRA准确评估颅内微小动脉瘤形态的重要因素。

本研究还有一些局限性,如病例数还比较少;对动脉瘤的位置未进行更加细化的分类分析;MR设备或特定的算法也许能更有效地显示动脉瘤的形状;是否注射造影剂可能对发现不规则动脉瘤的敏感性也有影响;动脉瘤的发展可能发生在MRA和DSA间隔期间,虽然我们排除了病人间隔超过2个月的病人,但动脉瘤的形态和大小仍然可能在此期间发生变化。

4 结 论

综上所述,根据本研究的结果,MRA检测颅内 ≤ 3 mm不规则小动脉瘤的敏感性较低,而3.1mm-6.9mm的不规则动脉瘤有较高的敏感性。因此,对于3mm以上的颅内动脉瘤,使用MRA可以满足临床的评估需求。而对于颅内 ≤ 3 mm的小动脉瘤,MRA误判其形状的风险较高,可以结合其他影像学检查。

参考文献

- [1] 李辉安,余佩君,关红博,等.MRA与DSA在颅内动脉瘤诊断的比较研究[J].中国CT和MRI杂志,2017,15(12):22-25.
- [2] 任宏伟,简继华,闫泽丽,等.CTA与MRA诊断动脉瘤及评估动脉瘤破裂风险的对比[J].影像研究与医学应用,2019,3(9):212-213.
- [3] 卓丕奇,杨光明,张裕玲.CTA与MRA在颅内动脉瘤中的诊断效能对比[J].中外医疗,2021,40(3):189-191.
- [4] Mario, Cirillo, Francesco, et al. Comparison of 3D TOF-MRA and 3D CE-MRA at 3T for imaging of intracranial aneurysms[J]. European journal of radiology, 2013, 82(12): e853-859.
- [5] Takhtani D, Dundamadappa S, Puri AS, et al. Flow artifact in the anterior communicating artery resembling aneurysm on the time of flight MR angiogram. Acta Radiol, 2014, 55(10): 1253-1257.
- [6] P C, Whitfield, P J, et al. Timing of surgery for aneurysmal subarachnoid haemorrhage. [J]. The Cochrane database of systematic reviews, 2001, (2): CD001697.
- [7] 刘亚东,李志强,段朋朋,刘东辉,郭亚军.双微导管"跨区"栓塞颅内不规则动脉瘤[J].介入放射学杂志,2018,27(3):199-202.
- [8] Chandra RV, Maingard J, Slater LA, et al. A Meta-Analysis of Rupture Risk for Intracranial Aneurysms 10 mm or Less in Size Selected for Conservative Management Without Repair. Front Neurol. 2022 Feb 17;12:743023.
- [9] 王海全,吕光涛,胡海斌,等.CTA联合MRA在颅内动脉瘤诊治中的应用价值[J].中国CT和MRI杂志,2020,18(11):17-19.
- [10] Wang Y, Cheng M, Liu S, et al. Shape related features of intracranial aneurysm are associated with rupture status in a large Chinese cohort. J Neurointerv Surg, 2022 Mar;14(3):252-256.
- [11] Anna M H, Sailer, Bart A J M, et al. Diagnosing intracranial aneurysms with MR angiography: systematic review and meta-analysis [J]. Stroke, 2014, 45(1): 119-126.
- [12] Kleinloog R, de Mul N, Verweij BH, et al. Risk factors for intracranial aneurysm rupture: a systematic review. Neuro surgery, 2018, 82(4): 431-440.
- [13] 张要宇. CTA与MRA对颅内动脉瘤的诊断价值对比[J]. 临床医学, 2018, 38(5): 35-37.
- [14] 骆众星,李萌,谢斯栋. 3D TOF MRA在颅内微小动脉瘤诊断中的应用效果分析[J]. 影像研究与医学应用, 2019, 3(15): 230-231.
- [15] 沈文东,曹志宏,吴立伟,等. 3D-TOF MRA与MRI联合应用在颅内动脉瘤的诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2012, 10(5): 17-19.
- [16] Anton, Faron, Thorsten, et al. Performance of a Deep-Learning Neural Network to Detect Intracranial Aneurysms from 3D TOF-MRA Compared to Human Readers. [J]. Clinical neuroradiology, 2020, 30(3): 591-598.
- [17] Benjamin, Mine, Martina, et al. Detection and characterization of unruptured intracranial aneurysms: Comparison of 3T MRA and DSA. [J]. Journal of neuroradiology = Journal de neuroradiologie, 2015, 42(3): 162-168.
- [18] Youngseok, Kwak, Wonsoo, et al. Discrepancy between MRA and DSA in identifying the shape of small intracranial aneurysms. [J]. Journal of neurosurgery, 2020, : 1-7.
- [19] 李辉安,余佩君,关红博,等.MRA与DSA在颅内动脉瘤诊断的比较研究[J].中国CT和MRI杂志,2017,15(12):22-25.
- [20] Li Q, Lv F, Yao G, et al. 64-section multidetector CT angiography for evaluation of intracranial aneurysms: comparison with 3D rotational angiography. Acta Radiol, 2014, 55(7): 840-846.
- [21] Li Q, Lv F, Yao G, et al. 64-section multidetector CT angiography for evaluation of intracranial aneurysms: comparison with 3D rotational angiography. Acta Radiol, 2014, 55(7): 840-846.

(收稿日期: 2022-03-18)

(校对编辑: 朱丹丹)