

论 著

CE-MRA联合HRMR-VWI技术对颅内“未破”动脉瘤稳定性的评估价值*

张年邱¹ 胡海菁¹ 谭树生¹
廖志盛¹ 冯 玉^{2,*}1.华南理工大学附属第六医院放射科
(广东 佛山 528200)2.中山大学附属第一医院放射诊断科
(广东 广州 510080)

【摘要】目的 探究增强磁共振血管成像(CE-MRA)和高分辨率磁共振血管壁成像(HRMR-VWI)技术对“未破”颅内动脉瘤(UIA)稳定性的评估价值。**方法** 选取我院60例UIA(共68个瘤灶)患者为研究对象,将PHASES评分>3分者纳入破裂高风险组(n=31),≤3分者纳入破裂低风险组(n=37),比较两组一般资料、影像特征,分析UIA破裂的相关因素及UIA患者影像学参数与PHASES评分的相关性。**结果** 破裂高风险组年龄、高血压、高血脂、ELAPSS评分、瘤体直径≥5mm、多发病灶、形态不规则、含有子囊、体颈比>1.6、瘤体比率>1.6、动脉瘤壁强化占比显著高于破裂低风险组($P<0.05$);多因素Logistic回归分析显示,多发病灶、形态不规则、子囊、体颈比、动脉瘤壁强化、ELAPSS评分是影响UIA破裂的危险因素($P<0.05$);Spearman相关系数分析显示,多发病灶、形态不规则、子囊、体颈比、动脉瘤壁强化与PHASES评分均呈显著正相关($P<0.05$)。**结论** UIA患者CE-MRA和HRMR-VWI影像学特征性明显,其中多发病灶、形态不规则、子囊、体颈比、动脉瘤壁强化与UIA破裂风险评估均具有显著相关性。

【关键词】 动脉瘤; 增强磁共振血管成像;
高分辨率磁共振血管壁成像;
破裂风险

【中图分类号】R651.1

【文献标识码】A

【基金项目】佛山市自筹经费类科技创新
项目(2220001005606)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.05.014

Evaluated Value of CE-MRA Combined with HRMR-VWI on Stability of Unruptured Intracranial Aneurysms*

ZHANG Nian-qiu¹, HU Hai-jing¹, TAN Shu-sheng¹, LIAO Zhi-sheng¹, FENG Yu^{2,*}.

1.Department of Radiology, The Sixth Affiliated Hospital of South China University of Technology, Foshan 528200, Guangdong Province, China

2.Department of Diagnostic Radiology, The First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, Guangdong Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the evaluated value of contrast-enhanced magnetic resonance angiography (CE-MRA) combined with high-resolution magnetic resonance vessel wall imaging (HRMR-VWI) on the stability of unruptured intracranial aneurysms (UIA). **Methods** 60 patients with unruptured UIA (68 lesions in total) in our hospital were selected as the study subjects. Patients with PHASES score>3 points were included in high-risk rupture group (n=31), and patients with PHASES scores≤3 points were enrolled as low-risk rupture group (n=37). The general data and imaging features were compared between low-risk rupture group and high-risk rupture group, to analyze the related factors of UIA rupture and the correlation between imaging parameters and PHASES score in UIA patients. **Results** The age, hypertension, hyperlipidemia, ELAPSS score, tumor diameter≥5 mm, multiple lesions, irregular shape, containing ascus, body-neck ratio>1.6, tumor body rate>1.6, and aneurysm wall enhancement in high-risk rupture group were significantly higher than those in low-risk rupture group ($P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that multiple lesions, irregular shape, ascus, body-neck ratio, aneurysm wall enhancement, and ELAPSS score were risk factors for UIA rupture ($P<0.05$). Spearman correlation coefficient analysis showed that multiple lesions, irregular shape, ascus, body-neck ratio and aneurysm wall enhancement were significantly positively correlated with PHASES score ($P<0.05$). **Conclusion** The imaging features of CE-MRA and HRMR-VWI in UIA patients are obviously characteristic. Multiple lesions, irregular shape, ascus, body-neck ratio, and aneurysm wall enhancement are significantly correlated with UIA rupture risk score.

Keywords: Aneurysm; Contrast-enhanced Magnetic Resonance Angiography; High-resolution Magnetic Resonance Vascular Wall Imaging; Rupture Risk

颅内动脉瘤(intracranial aneurysm, IA)是一种颅内血管扩大性病变,表现为颅内动脉管壁瘤样凸起,其发病率约为5%~10%,其发病与脑动脉管壁损伤、缺陷或脑墙内压力过大有关系^[1]。IA破裂可造成蛛网膜下腔出血,进而引发脑溢血、脑梗死,加大患者死亡或致残风险。相关报道指出,IA破裂患者致残率高达30%,致死率高达60%,因而尽早诊治病变并预估破裂风险对IA患者临床治疗及预后改善均具有积极意义^[2-3]。目前,临床上多采用PHASES评分评估IA患者破裂风险,但该量表评估的主要依据是患者临床特征,缺乏瘤体量化性的评估依据,因而其预测具有局限性^[4]。增强磁共振血管成像(CE-MRA)是以核磁共振成像为基础发展起来的一种影像诊断技术,可清晰显示血管壁结构、血流状况,对血管形态、管壁创伤、斑块等均具有较好的诊断价值,但该技术成像时间较长,且易受磁场强度、瘤体大小等影响,因而临床应用范围受限^[5-6]。高分辨率磁共振血管壁成像(HRMR-VWI)可清楚显示动脉瘤壁,并利用后处理软件计算出瘤壁的强化程度,为瘤体稳定性提供依据。基于此,本研究拟探究CE-MRA联合HRMR-VWI技术对“未破”颅内动脉瘤(UIA)稳定性的评估价值,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取华南理工大学附属第六医院(佛山市南海区人民医院)、中山大学附属第一医院,2022年10月至2024年1月60例。经影像学诊断为颅内UIA(共68个)患者为研究对象。

纳入标准:符合UIA临床诊断标准^[7],经临床影像学检查确诊;患者生命体征相对稳定;年龄>40岁;认知及精神状态正常,可配合检查;临床资料完整。排除标准:存在动脉粥样硬化、脑肿瘤等其他颅腔病变者;合并严重肝肾功能异常、恶性肿瘤者;合并凝血及免疫功能异常者;体内有心脏起搏器、留置性磁铁等异物者;动脉瘤破裂者。其中男31例,女22例,年龄47~76岁,平均(61.52±7.33)岁。

1.2 方法 资料收集:收集患者年龄、性别、身体质量指数(BMI)、合并症等一般资料及入院ELAPSS评分。

扫描方法:采用3.0TMRI机(Philips,型号:ingenia)及头颈联合线圈完成临床影像扫描,先行时间飞跃法血管成像(TOF-MRA)扫描,获取瘤体位置,而后再行CE-MRA、HRMR-VWI检查,参数设置如下:(1)TOF-MRA参数:重复时间(TR)=20ms,回波时间(TE)4ms,矩阵(Matrix)331×384,视野(FOV)200mm×200mm,采集时间(TA)5min。(2)CE-MRA序列参数:TR 3.66ms,TE 1.4ms,Matrix 260×320,FOV 221mm×180mm,TA 30s。(3)HRMR-VWI参数:T₂加权快速自旋回波序列参数:

【第一作者】张年邱,男,副主任医师,主要研究方向:中枢系统及骨科系统影像诊断。E-mail: lascc1@126.com

【通讯作者】冯 玉,女,主管技师,主要研究方向:心血管CT、MR扫描及后处理技术。E-mail: fengyu5@mail.sysu.edu.cn

TR 2890ms, TE 55ms, Matrix 320×256, FOV 100mm, TA 4min; T₁快速自旋回波序列参数: TR 581ms, TE 20ms, Matrix 320×256, FOV 100mm×100mm, TA 5min。所有采集到的数据上传到GEPACS工作站进行后处理。数据处理由我院2名资深影像医师共同分析。

DSA检查:采用DSA机(飞利浦,荷兰,FD20)及Seldinger穿刺技术对患者进行DSA检查,穿刺患者右侧肘静脉,放置5F导管鞘,经导管鞘放入5F造影导管,选择插入两侧颈内动脉及椎动脉进行全脑造影,采用高压注射器自肘静脉注射对比剂[欧乃派克,通用电气药业(上海)有限公司,国药准字H20000592],注射速度及剂量:颈内动脉6mL/s, 9mL;椎动脉4mL/s, 6mL。常规采集正、侧位片,再以40帧/s的速度行旋转造影,扫描完成后将数据传送至工作站进行后续分析。

动脉瘤破裂风险评估^[8]:采用PHASES评分评估UIA患者破裂风险,包括早期蛛网膜下腔出血病史、动脉瘤位置、年龄、人种、动脉瘤大小、动脉瘤外形,分值0~40分,分值越高表示动脉

瘤破裂风险越高。本研究68个UIA病灶中, >3分者31例, ≤3分者37例。

1.3 观察指标 统计UIA患者影像特点及检查结果;比较破裂高风险组和破裂低风险组基线资料、影像特征、分析影响UIA破裂的多相关因素,分析UIA患者影像学参数与PHASES评分的相关性。

1.4 统计学方法 数据采用Excel软件进行录入,应用SPSS 26.0分析数据,计数资料以n(%)表示,行 χ^2 检验,计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,行t检验,破裂因素采用多因素Logistic回归分析,相关性采用Spearman相关系数分析,以P<0.05为差异有显著性。

2 结 果

2.1 UIA患者影像特点及检查结果分析 60例UIA患者共检出68个UIA病灶,影像检查显示:UIA处血管直径变大,部分瘤体呈现明显不规则状,HRMR-VWI扫描瘤部分瘤体壁呈现强化状态。其动脉瘤最大直径为10mm,平均(6.53±1.82)mm。

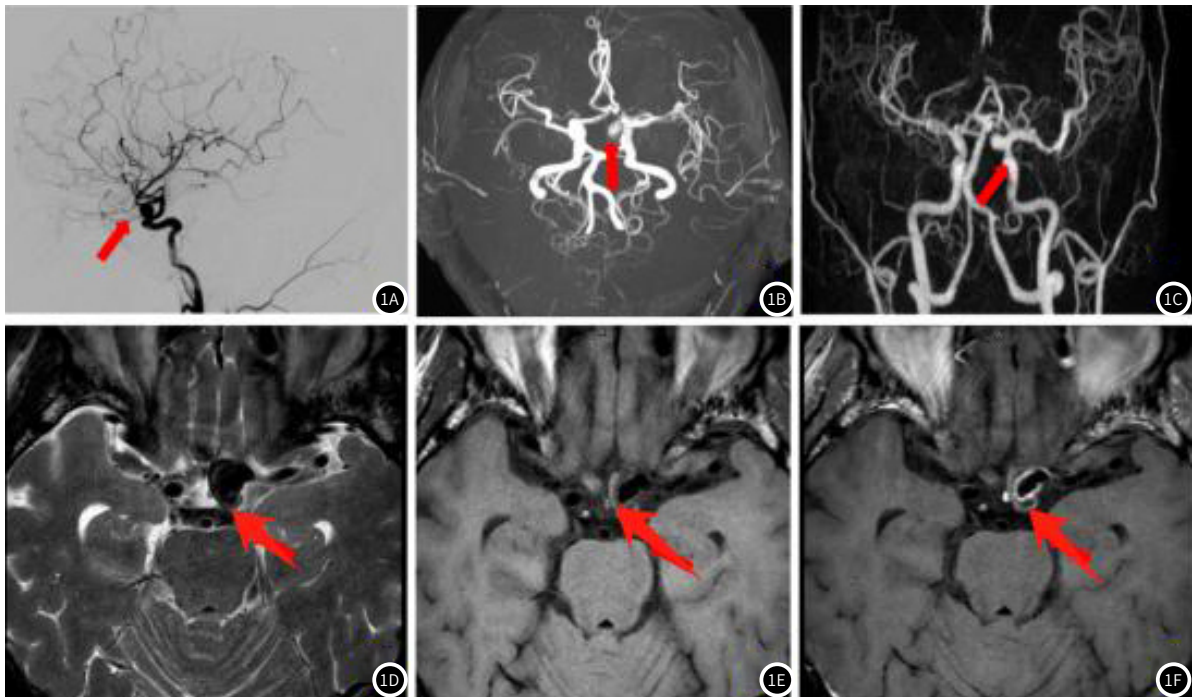


图1A~图1F UIA的临床影像图;患者,男,67岁,头晕半年余入院,病灶位于左颈内动脉C6动脉瘤(箭头所示),大小约10mm×9mm,瘤内见附壁血栓。1A: DSA检查UIA的矢状位图像;1B.: T2F序列图像;1C: CE-MRA序列冠状位图像;1D: T₁WI序列图像;1E: HRMR-VWI成像T₁横断位增强前图像;1F: 血管壁成像增强后,管壁发生明显强化。

2.2 破裂高风险组和破裂低风险组基线资料比较 破裂高风险组年龄、高血压、高血脂、ELAPSS评分显著高于破裂低风险组(P<0.05),两组性别、BMI、糖尿病占比无显著性差异(P>0.05),见表1。

2.3 破裂高风险组和破裂低风险组影像特征比较 破裂高风险组瘤体直径≥5mm、多发病灶、形态不规则、含有子囊、体颈比>1.6、瘤体体积>1.6、动脉瘤壁强化占比显著高于破裂低风险组(P<0.05),两组瘤体位置比较无显著性差异(P>0.05),见表2。

2.4 影响UIA破裂的多因素Logistic回归分析 多因素Logistic回归分析显示,多发病灶、形态不规则、子囊、体颈比>1.6、动脉瘤壁强化、ELAPSS评分是影响UIA破裂的危险因素(P<0.05),见表3。

2.5 UIA患者影像学参数与PHASES评分的相关性分析 Spearman相关系数分析显示,多发病灶、形态不规则、子囊、体颈比、动脉瘤壁强化与PHASES评分均呈显著正相关(P<0.05),见表4。

表1 破裂高风险组和破裂低风险组基线资料比较[n(%)]

组别	例数	性别		年龄(岁)	BMI(kg/m ²)	合并症			ELAPSS评分(分)
		男	女			高血压	糖尿病	高血脂	
破裂高风险组	31	18	13	65.43±8.12	23.06±0.98	17	11	15	5.76±1.23
破裂低风险组	37	20	17	61.32±6.78	22.64±1.03	10	6	9	4.13±1.05
χ^2/t 值		0.110		2.303	1.712	5.450	1.012	4.277	5.896
P值		0.740		0.024	0.092	0.012	0.314	0.039	<0.001

表2 破裂高风险组和破裂低风险组影像特征比较[n(%)]

影像特征	破裂高风险组(n=31)	破裂低风险组(n=37)	χ^2 值	P值
瘤体直径				
<5mm	9(29.03)	3(8.11)	5.082	0.024
≥5mm	22(70.97)	34(91.89)		
瘤体位置				
颈内动脉	17(54.84)	20(54.05)	0.641	0.887
大脑前动脉	3(9.68)	5(13.51)		
大脑中动脉	8(25.81)	10(27.03)		
其他	3(9.68)	2(5.41)		
病灶类型				
单发	19(61.29)	34(91.89)	9.187	0.002
多发	12(38.71)	3(8.11)		
形态				
规则	19(61.29)	32(86.49)	5.711	0.017
不规则	12(38.71)	5(13.51)		
子囊				
有	5(16.13)	0	6.441	0.011
无	26(83.87)	37(100.00)		
体颈比				
>1.6	9(29.03)	3(8.11)	5.082	0.024
≤1.6	22(70.97)	34(91.89)		
瘤体体率				
>1.6	15(48.39)	9(24.32)	4.727	0.039
≤1.6	16(51.61)	28(75.68)		
动脉瘤壁强化(AWE)				
是	22(70.97)	10(27.03)	13.072	<0.001
否	9(29.03)	27(72.97)		

表3 影响UIA破裂的多因素Logistic回归分析

变量	β 值	S.E	Wald χ^2 值	OR值	P值	95%CI
多发病灶	1.217	0.328	13.767	3.377	<0.001	1.776-6.423
形态不规则	1.018	0.304	11.214	2.768	0.001	1.525-5.022
子囊	0.922	0.296	9.702	2.514	0.002	1.408-4.491
体颈比>1.6	0.885	0.317	7.794	2.423	0.005	1.302-4.510
动脉瘤壁强化	1.151	0.342	11.327	3.161	0.001	1.617-6.180
ELAPSS评分	1.036	0.293	12.502	2.818	<0.001	1.587-5.004

表4 UIA患者影像学参数与PHASES评分的相关性分析

PHASES评分	多发病灶	形态不规则	子囊	体颈比	动脉瘤壁强化
r	0.522	0.476	0.493	0.452	0.683
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

3 讨 论

UIA为临床上常见的颅内血管病变,具有较高的致残和死亡风险,临床研究显示,UIA患者中,动脉瘤破裂比率较小,大部分患者无需进行手术治疗,但瘤体一旦破裂,患者死亡风险较高,有效评估未破裂动脉瘤生长及破裂风险,并给予有效治疗是防止UIA破裂发生、改善患者预后的关键^[9]。PHASES评分是目前临床上常用的UIA破裂风险的量化评估方法,但该量表主要根据患者的临床特征进行评分,存在一定的评价误差,且缺乏客观性,因而,还需寻求更为客观、严谨的评估工具以提高对UIA稳定性的临床预估准确性^[10]。

影像检查是目前临床评估血管病变的主要手段,临床上以CTA或DSA检查为血管病变的金标准,DSA虽然在<5mm的动脉瘤更为敏感,但通常用作治疗手段,不作为常规检查方法^[11]。CTA检查虽可从动脉瘤发生的位置、大小及形态等判断动脉瘤是否有破裂的趋势,但无法评价血管壁情况,所以存在一定的局限性。CE-MRA主要利用血管内血流动力学对比病变血管与周围组织,进而对血管大小、形态等进行成像,借助三维数据可消除杂糅因素影响,与其他MRA成像技术相比,CE-MRA具有成像快、扫描时间短等优势,扫描可在1min之内完成,采用对比增强后的成像原理,其得到的血管影像影响因素较少,且不易遗漏微小UIA病灶^[12-13]。MR-VWI是基于黑血技术的改进技术,其主要利用磁共振对血管内血流信号的抑制作用获取血管壁静态图像,通过延长TR,使其达到数百甚至数千毫秒,以至流动的血液无法产生回波,从而产生无信号区域,加之其无湍流的伪影,因而可更好地显示血管形态及狭窄程度^[14-15]。柳翔耀等^[16]研究显示,MRA参数(瘤体最大径)、HRMR-VWI参数(瘤壁强化等级、子囊、瘤体最大径、体颈比、高颈比)可用于鉴别破裂瘤体并对UIA破裂具有较高的预测价值。

本研究纳入的60例患者中共检出68个UIA病灶,影响检查显示仪,与正常血管相比,UIA处血管直径变大,根据PHASES评分将患者分为破裂高风险组和破裂低风险组,对比两组一般资料发现,破裂高风险组患者年龄、合并高血压、高血脂及ELAPSS评分占比更高,血管病变程度越大、瘤体增长越快,UIA稳定性越差^[17]。在影像学参数方面,破裂高风险组直径≥5mm者、多发病灶占比更高,且多为不规则形态,说明病灶越大、病情越复杂,其稳定性越差。子囊在血管内形成后可引起血管壁切应力降低,而血管壁切应力降低亦可促进炎症、血栓形成,且更利于子囊生长,进而促进UIA瘤体增长^[18]。IA体颈比是瘤体最长直径与宽度的比值,瘤体体率为瘤体为瘤高与载瘤动脉管径的比值,二者可有效体现动脉瘤的几何特征。研究发现,体颈比增加,UIA破裂风险增大^[19]。高卉等^[20]研究显示,体颈比>1.67时UIA破裂出血风险升高。顾艳等^[21]研究表明,瘤体体率>1.65时,其预测UIA破裂风险的AUC为0.832。分析其原因,UIA直径升高,可引起血流动力学改变,促使瘤体血管内形成封闭涡流,促进瘤壁溶解,进而加大UIA破裂风险。研究发现,动脉瘤壁强化与血管炎症密切相关,正常情况下,对比剂无法通过动脉血管壁,而当血管受到炎症破坏时对比剂则可通过创伤部位进入瘤壁,进而呈现强化信号^[22]。本研究结果显示,破裂高风险组体颈比>1.6、瘤体体率>1.6、动脉瘤壁强化占比均显著高于破裂低风险组,与以上研究结果一致。多因素Logistic回归分析显示,多发病灶、形态不规则、子囊、体颈比、动脉瘤壁强化、ELAPSS评分是影响UIA破裂的危险因素,且以上影像指标与ELAPSS评分均具有显著相关性,提示多发病灶、形态不规则、子囊、体颈比、动脉瘤壁强化均可能加大UIA破裂风险,临床针对及病情随访中应注重对以上指标的评估,已提前预测病情恶化风险。

综上所述,UIA患者CE-MRA和HRMR-VWI影像学特征性明显,其中多发病灶、形态不规则、子囊、体颈比、动脉瘤壁强化与UIA破裂风险评分均具有显著相关性,可用于临床病情发展预估。

参考文献

- [1] Yin Z, Zhang Q, Zhao Y, et al. Prevalence and procedural risk of intracranial atherosclerotic stenosis coexisting with unruptured intracranial aneurysm[J]. Stroke, 2023, 54(6): 1484-1493.
- [2] Han HJ, Kim JJ, Park KY, et al. Subdural hygroma and hemorrhagic conversion after microsurgical clipping for unruptured intracranial aneurysm[J]. Acta Neurochir (Wien), 2023, 165(5): 1251-1260.
- [3] Opitz M, Zenk C, Zensen S, et al. Radiation dose and fluoroscopy time of aneurysm coiling in patients with unruptured and ruptured intracranial aneurysms as a function of aneurysm size, location, and patient age[J]. Neuroradiology, 2023, 65(3): 637-644.
- [4] Juvela S. PHASES score and treatment scoring with cigarette smoking in the long-term prediction of rupturing of unruptured intracranial aneurysms[J]. J Neurosurg, 2021, 136(1): 156-162.
- [5] 解新, 祝君, 沈稳, 等. CTA、MRA分别联合MMP-9、Caspase-3对颅内动脉瘤的诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(4): 8-10, 29.
- [6] 丁紫羽, 拜合提努尔·木合塔尔, 李聪, 等. 高分辨MR血管壁成像对颅内血栓性动脉瘤形成的相关因素分析[J]. 实用放射学杂志, 2022, 38(11): 1731-1734, 1738.
- [7] 中国医师协会神经介入专业委员会, 中国颅内动脉瘤计划研究组. 中国颅内未破裂动脉瘤诊疗指南2021[J]. 中国脑血管病杂志, 2021, 18(9): 634-664.
- [8] 张伊, 付其昌, 管生, 等. 高分辨率MR血管壁成像测量壁强化指数评估颅内动脉瘤不稳定性[J]. 中国介入影像与治疗学, 2021, 18(5): 285-289.
- [9] Nguyen TN. Management of unruptured intracranial aneurysms and brain arteriovenous malformations[J]. Continuum (Minneapolis), 2023, 29(2): 584-604.
- [10] Feng X, Tong X, Chen J, et al. External Validation of the PHASES Score in Patients with Multiple Intracranial Aneurysms[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2021, 30(5): 105643.
- [11] Ahmed SU, Mocco J, Zhang X, et al. MRA versus DSA for the follow-up imaging of intracranial aneurysms treated using endovascular techniques: a meta-analysis[J]. J Neurointerv Surg, 2019, 11(10): 1009-1014.
- [12] Zhao DL, Li RY, Li C, et al. Assessment of the degree of arterial stenosis in intracranial atherosclerosis using 3D high-resolution MRI: comparison with time-of-flight MRA, contrast-enhanced MRA, and DSA[J]. Clin Radiol, 2023, 78(2): 63-70.
- [13] 丁杰, 高伟, 陆小妍, 等. MRA在识别颅内小动脉瘤形状上的应用价值: 与DSA对比[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(4): 4-6.
- [14] Jiang Y, Xu F, Huang L, et al. Increased wall enhancement extent representing higher rupture risk of unruptured intracranial aneurysms[J]. J Korean Neurosurg Soc, 2021, 64(2): 189-197.
- [15] 张芳, 刘四斌, 谢中凯. MR-VWI技术评价症状性颈动脉斑块易损特征的价值观察[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(10): 56-59.
- [16] 柳翔耀, 王延正, 梁爽. HRMR-VWI技术联合MRA对颅内动脉瘤瘤体破裂的诊断价值[J]. 中国实用医刊, 2022, 49(19): 84-87.
- [17] Chen R, Zhang S, Xiao A, et al. Risk factors for intracranial aneurysm rupture in pediatric patients[J]. Acta Neurochir (Wien), 2022, 164(4): 1145-1152.
- [18] 唐晓宇, 文立利, 吴琪, 等. 尺寸比及子囊形成对颅内镜像动脉瘤破裂的影响[J]. 河北医科大学学报, 2023, 44(2): 167-172.
- [19] 杨利超, 赵中南, 胡国超. 动脉瘤形态、血流动力学和微小RNA对颅内动脉瘤术中破裂的影响及预测价值[J]. 临床神经病学杂志, 2022, 35(4): 269-274.
- [20] 高卉, 程云章, 刘祥坤. 颅内动脉瘤径颈比对瘤体与分支血管血流动力学影响的数值模拟研究[J]. 生物医学工程研究, 2020, 39(1): 55-61.
- [21] 顾艳, 张永刚, 骆孟, 等. 四维CT血管成像对颅内小动脉瘤破裂风险因素的分析研究[J]. 中华放射学杂志, 2019, 53(6): 480-484.
- [22] 刘楠, 李斌, 冯煜森, 等. 高分辨率磁共振血管壁成像评价颅内动脉瘤稳定性的作用[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2021, 24(12): 1020-1025.

(收稿日期: 2024-03-06)

(校对编辑: 孙晓晴)