

论 著

超声造影与DWI对颈动脉斑块易损性的评价价值

1. 黑龙江省大庆市大庆油田总医院
超声心动室 (黑龙江 大庆 163000)

2. 黑龙江省大庆市大庆油田总医院
核磁共振室 (黑龙江 大庆 163000)

3. 黑龙江省大庆市大庆油田总医院
神经内科 (黑龙江 大庆 163000)

应 虹¹ 金 红¹ 田旭玉²

王寒梅¹ 赵德霞¹ 贾红娟³

王 惠¹ 张暹东²

【摘要】目的 分析超声造影(CEUS)与DWI对颈动脉斑块易损性的评价价值。**方法** 选取2015年4月至2018年7月我院神经内科收治的疑似缺血性脑血管病患者90例为研究对象,均行CEUS及DWI检查,观察CEUS中不同斑块(稳定斑块、易损斑块)的大小、造影剂增强率、相对峰值强度(I_{max})、达峰时间(TTP)、增强密度(DE)及新生血管分级,比较DWI中不同斑块的表现扩散系数(ADC)、出血率、炎症情况,以病理结果及数字减影血管造影(DSA)为金标准,分析两种方法对颈动脉斑块易损性的评估价值。**结果** CEUS显示,易损斑块表面较粗糙,连续性中断,伴“穴状”样回声,DWI显示易损斑块呈不规则形,表面不整齐或有溃疡形成,出血及炎症斑块呈高回声;CEUS中易损斑块的斑块大小、造影剂增强率、I_{max}、DE、新生血管分级III~IV级占比大/高于稳定斑块(P<0.05),而TTP比较差异无统计学意义(P>0.05);DWI中易损斑块的ADC值低于稳定斑块,而易损斑块出血率、早期炎症发生率高于稳定斑块(P<0.05);CEUS诊断易损斑块的灵敏度低于DWI,而特异度高于DWI,两者联合诊断的灵敏度、特异度、准确度更高(P<0.05)。**结论** CEUS与DWI对颈动脉斑块易损性均有一定诊断价值,其中CEUS诊断特异度好,而DWI有较高灵敏度,两者联合诊断效能更高,值得在临床推广。

【关键词】 超声造影; DWI; 颈动脉斑块; 易损性; 价值

【中图分类号】 R543.4

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2019.09.009

通讯作者: 应 虹

Value of Contrast-enhanced Ultrasonography and DWI in Evaluating the Vulnerability of Carotid Plaques

YING Hong, JIN Hong, TIAN Xu-yu, et al., UCG Room, Daqing Oilfield General Hospital, Daqing 163000, Heilongjiang Province, China

[Abstract] Objective To analyze the value of contrast-enhanced ultrasonography (CEUS) and DWI in evaluating the vulnerability of carotid plaque. **Methods** A total of 90 patients with suspected ischemic cerebrovascular diseases who were admitted to neurology department of the hospital from April 2015 to July 2018 were enrolled in the study. All of them were examined with CEUS and DWI. Sizes of different plaques (stable plaques, vulnerable plaques), enhancement rate of contrast agent, relative peak intensity (I_{max}), time to peak (TTP), density enhanced (DE) and the grade of neovascularization in CEUS were observed. The apparent diffusion coefficients (ADC) of different plaques in DWI, bleeding rate and inflammation were compared. With pathological results and digital subtraction angiography (DSA) as the golden standard, the value of the two methods for evaluating the vulnerability of carotid plaques was analyzed. **Results** CEUS showed that the surface of vulnerable plaque was rough and the continuity was interrupted, accompanied by cave-shaped echo. DWI showed that the vulnerable plaque was irregular, the surface was irregular or ulcerated. Bleeding and inflammatory plaques showed high echo. CEUS showed that the size, enhancement rate of contrast agent, I_{max}, DE and the proportion of grade III to IV neovascularization in vulnerable plaques were larger/higher than stable plaques (P<0.05), while there was no significant difference in TTP (P>0.05). DWI showed that the ADC value of vulnerable plaque was lower than that of stable plaque, and the bleeding rate and incidence of early inflammation were higher than those of stable plaque (P<0.05). The diagnostic sensitivity of CEUS for vulnerable plaques was lower than DWI, while the specificity was higher than DWI. The sensitivity, specificity and accuracy of the combined diagnosis were relatively higher (P<0.05). **Conclusion** Both CEUS and DWI have certain diagnostic value for carotid artery plaque vulnerability, among which CEUS has a good diagnostic specificity and DWI has a high sensitivity, and the combined diagnostic efficacy of the two is higher, which is worthy of clinical promotion.

[Key words] Contrast-enhanced Ultrasonography; DWI; Carotid Plaque; Vulnerability; Value

动脉粥样硬化为引发缺血性脑血管病的重要因素^[1], 研究^[2]发现缺血性脑血管疾病与斑块性质有关, 易损斑块脱落导致相应供血血管堵塞、为严重缺血性脑血管病发生的主要机制, 因而易损斑块的检出对预防心脑血管事件有积极意义。以往临床主要通过DSA、常规超声等方法对颈动脉斑块进行诊断^[3], 超声造影(CEUS)除了可显示血管内斑块的范围, 还可在一定程度上反映斑块内新生血管数量、判断斑块的稳定性^[4]。MRI尤其是高分辨率MRI可准确鉴别易损斑块成分, 其中DWI经测量施加扩散敏感梯度场前后组织发生的信号强度变化而检测组织中水分子扩散状态间接推测组织细胞结构、功能与代谢变化, 有望对易损斑块各成分进行鉴别^[5]。故本研究CEUS与DWI成像, 旨在分析二者对颈动脉斑块易损性的评估价值, 结果如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2015年4月至2018年7月我院神经内科收治的

疑似缺血性脑血管病患者90例，纳入标准：(1)颈部动脉斑块厚度 $>1.5\text{mm}$ ，为内-中膜增厚；(2)有高血压、高脂血症、糖尿病、吸烟史、肥胖等动脉粥样硬化危险因素；(3)可配合随访，且均了解病情程度、同意进行相关检查。排除标准：(1)拒绝配合检查或近期出现感染性疾病者；(2)有颈动脉剥脱术史或MRI检查禁忌症，如体内植入金属；(3)配合依从性差，不愿参与本研究。其中男50例，女40例，年龄41~68岁，平均 (54.53 ± 5.56) 岁；伴高血压83例，高脂血症50例，糖尿病55例，吸烟史62例，肥胖45例。

1.2 方法

1.2.1 影像学检查：

①CEUS：采用Philips iE Elite彩色多普勒超声诊断仪，选择L11-3线阵探头，频率8~14MHz，患者平卧，头略向后仰偏向检查对侧，应用Bracco公司提供的造影剂SonoVue(声诺维)，观察斑块表面、形态与内部回声，于最大长轴切面测量斑块长径和面积，采用“十字交叉”法显示斑块短轴切面后测量斑块最大厚度并记录，调节仪器预设值至双幅显示的造影条件，机械指数设为0.07，聚焦点处于斑块后缘，抽取已配制好的1.2mL声诺维混悬液，应用19G静脉留置针经肘前静

脉团注，0.9%氯化钠注射液5mL冲管，团注造影剂即可同步计时，观察超声造影全程3min，将超声图片存至PIH超声造影软件与QLAB定量分析软件，得时间-信号强度曲线(TIC)。②DWI：采用美国GE公司提供的Signa Excite 1.5T超导型MR扫描仪，8通道头颈联合线圈，患者仰卧，头先进，将线圈放置在颈动脉两侧游走，首先以2D TOF轴面扫描，定位颈动脉狭窄部位，层厚2mm，层间距0.3mm，后转换为3D-TOF模式对狭窄处斑块进行DWI扫描，检查自颈动脉分叉上至下 $<3\text{cm}$ 的层面，后以高压注射器注射造影剂钆喷酸葡胺 0.2mmol/Kg ，流速 2.5m/s ，扫描参数：TR 6000ms，TE 72ms，层厚2mm，层间距0mm，FOV $240\text{mm} \times 240\text{mm}$ ，矩阵 256×256 ，指导患者在扫描时保持呼吸平和有序，尽量避免咳嗽、吞咽引起颈动脉血管波动。

1.2.2 图像后处理及评估：

由2名副高级影像诊断医师独立阅片，观察自颈总动脉起始至颈内动脉外段动脉管腔最狭窄处斑块，横切面测量斑块厚度，观察斑块位置、数量、表面光滑度、有无钙化、内部成分、回声特点等，按回声特点分为软斑块、硬斑块、混合斑块，将表面粗糙、表面有溃疡斑块与软斑块判定为

易损斑块，DWI扫描后得到表观扩散系数(ADC)图，测量ADC值2次后取均值。

1.3 观察指标 (1)观察CEUS中稳定斑块、易损斑块的斑块大小、造影剂增强率、相对峰值强度(I_{max})、达峰时间(TTP)、增强密度(DE)及新生血管分级， $\text{DE} = \text{斑块内斑块峰值强度} / \text{斑块面积}$ ，新生血管分级分为I、II、III、IV级；(2)比较DWI中稳定斑块、易损斑块的ADC、出血率、炎症情况；(3)以病理结果及DSA为金标准，分析CEUS与DWI对颈动脉斑块易损性的评估价值。

1.4 统计学方法 采用SPSS 20.0软件处理数据，计数资料以%表示，采取 χ^2 检验，等级资料比较采用Wilcoxon秩和检验，计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示，行独立样本t检验， $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 影像特点分析 CEUS检出易损斑块400个，表面较粗糙，连续性中断，伴“穴状”样回声，且多位于声像图低回声区域。DWI检出易损斑块454个，呈不规则形态，表面不整齐或有溃疡形成，出血及炎症斑块呈高回声。见图1-4。

表1 不同斑块的CEUS参数比较

斑块性质	个数(个)	斑块大小(mm)	造影剂增强率(%)	I_{max} (%)	TTP(s)	DE(db/cm ²)
易损斑块	400	2.70 ± 0.28	400(100.00)	$-(85.34 \pm 8.62)$	8.36 ± 0.87	3.50 ± 0.36
稳定斑块	398	2.56 ± 0.27	379(95.23)	$-(103.25 \pm 11.09)$	8.45 ± 1.13	1.89 ± 0.20
t值/ χ^2		7.189	14.222	25.478	1.261	78.039
P值		0.000	0.000	0.000	0.208	0.000

表2 不同斑块的新生血管分级

斑块性质	个数(个)	新生血管分级				III~IV级占比(%)
		I级	II级	III级	IV级	
易损斑块	400	29(7.25)	59(14.75)	133(33.25)	179(44.75)	312(78.00)
稳定斑块	398	151(37.94)	148(37.19)	49(12.31)	50(12.56)	99(24.87)
U值/ χ^2			210.204			225.425
P值			0.000			0.000

2.2 不同斑块的CEUS参数比较 CEUS中易损斑块的斑块大小、造影剂增强率、Imax、DE、新生血管分级III~IV级占比大/高于稳定斑块(P<0.05),而TTP比较差异无统计学意义(P>0.05)。见表1-2。

2.3 不同斑块的DWI参数比较 DWI中易损斑块的ADC值低于稳定斑块,而易损斑块出血率、早期炎症发生率高于稳定斑块(P<0.05)。见表3。

2.4 CEUS与DWI对颈动脉易损斑块的评估价值分析 病理结果及DSA证实易损斑块505个,稳定斑块293个。CEUS诊断易损斑块的灵敏度低于DWI,而特异度高于DWI,两者联合诊断的灵敏度、特异度、准确度更高(P<0.05)。见表4、表5。

3 讨论

近年来研究^[6]发现斑块内新生长的血管易造成斑块内出血与

斑块破损,且在狭窄动脉壁斑块内,新生血管数量远超过稳定斑块,继而加速斑块内出血进程并加重缺血性脑血管病病情,因此早期准确判断斑块性质意义重大。CEUS诊断斑块性质的价值在近年来受到关注,其可通过观察斑块内流动的微小气泡而评估新生血管生成情况,为易损斑块的评估提供有利信息^[7],MRI则利用软组织较好的对比度对斑块进行高分辨率、高对比度成像,辨别斑块形态、成分与功能,与病理有较好相关性,尤其是DWI中ADC图对评估斑块易损性有重要参考价值^[8],但目前关于CEUS与DWI对颈动脉斑块易损性的评估价值研究较少。

本研究CEUS显示,易损斑块表面较粗糙,连续性中断,伴“穴状”样回声,说明CEUS通过造影剂与超声波对患者血管内斑块进行鉴别和诊断,依据不同斑块的回声特点对血管内斑块进行分类并判断新生血管数量,可较

为清楚地观察斑块位置、大小、形态与表面溃疡,预测易损斑块的可能性,此外CEUS可增强动脉腔内血流信号而使动脉管壁的内部成像更清晰。本研究也显示CEUS中易损斑块的斑块大小、造影剂增强率、Imax、DE、新生血管分级III~IV级占比大/高于稳定斑块,且易损斑块多位于声像图低回声区,这与谢广平等^[9]的研究结果相近,说明CEUS可显著增强超声图像中血细胞与组织对比度,不断提高血管管腔与血块的可视化程度,检出新生血管及低回声区新生血管中易损斑块。而两种斑块的TTP比较差异无统计学意义,即斑块内新生血管灌注速度无统计学差异,可能与研究样本量少、TTP受操作者操作影响有关,此外本研究采用二维造影技术,而每条新生血管的走行呈迂曲形,仅凭超声二维图像判断斑块TTP可能不全面。

斑块中含细胞外脂质、纤维帽、钙沉积、泡沫细胞等病理改变,对于易损斑块有以下特点:活跃的早期炎症反应,斑块出现裂隙,斑块内出血,大的脂质核及纤维帽^[10]。本研究DWI显示易损斑块呈不规则形态,表面不整齐或有溃疡形成,出血及炎症斑块呈高回声,而DWI中易损斑块的ADC值低于稳定斑块,易损斑块出血率、早期炎症发生率高于稳定斑块,与姚彬^[11]的研究结果相近。说明借助磁共振功能成像DWI可通过反映活体组织中分子扩散运动,而评估斑块易损性,水分子在人体外做不受限制的自由扩散运动,在易损斑块中细胞膜与大分子物质限制水分子运动,因而易损斑块测得的ADC值较小,通过将斑块中水分子扩散能力变化转换为灰度信号与其他参数值,计算斑块不同成分的弥散系数,

表3 不同斑块的DWI参数比较

斑块性质	个数(个)	ADC值($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)	出血(%)	早期炎症(%)
易损斑块	454	1.31 ± 0.15	385 (84.80)	391 (86.12)
稳定斑块	344	1.79 ± 0.21	253 (73.55)	268 (77.91)
t值/ χ^2		37.651	15.466	9.185
P值		0.000	0.000	0.002

表4 CEUS与DWI对颈动脉易损斑块的评估结果分析

检查方法	斑块性质	金标准		合计
		易损斑块	稳定斑块	
CEUS	易损斑块	354	46	400
	稳定斑块	151	247	398
DWI	易损斑块	385	69	454
	稳定斑块	120	224	344
CEUS与DWI	易损斑块	396	40	436
	稳定斑块	109	253	362

表5 CEUS与DWI对颈动脉易损斑块的评估价值比较

检查方法	灵敏度	特异度	准确度	Kappa值
CEUS	70.10	84.30	75.31	0.753
DWI	76.24*	76.45*	76.32	0.763
CEUS与DWI	78.42*	86.35*	81.33**	0.813

注:与CEUS比较,*P<0.05;与DWI比较,**P<0.05

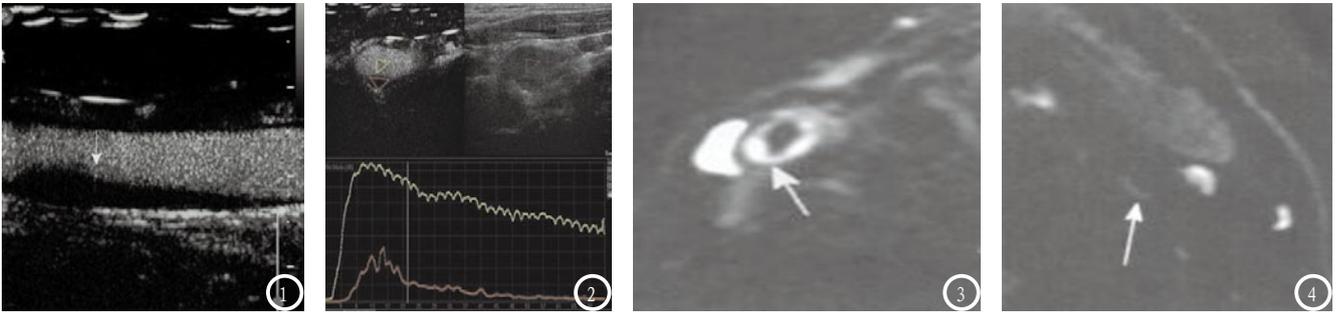


图1示右侧颈总动脉软斑造影发现斑块近心端肩部点状增强(白箭头);图2示CEUS中右侧颈总动脉膨大处软斑块及软斑造影TIC图;图3示右侧颈总动脉分叉处粥样斑块形成, DWI示斑块稍高信号, 内有微出血信号灶;图4示左侧颈总动脉分叉处斑块影, DWI呈高信号, 且斑块炎性水肿, 未见出血。

利用量化的数据评估斑块易损性, 具有快速、无创等特点^[12]。

本研究CEUS诊断易损斑块的灵敏度低于DWI, 而特异度高于DWI, 两者联合诊断灵敏度、特异度、准确度更高, 说明CEUS评估斑块易损性有较高特异度, DWI灵敏度较高, 两者结合有助于提高诊断效能。CEUS能特异性显示与易损斑块发生发展相关的新生血管, 增加易损斑块检出率, 但CEUS只能对特定切面进行时间上动态观察, 当斑块体积过大或肿瘤位置较特殊时可能造成漏诊, DWI有较高灵敏度, 但DWI为梯度回波序列, 因梯度回波序列没有180°聚焦脉冲的聚焦作用, 使采集信号所受磁场不均干扰显著, 采集信号衰减较快, 信噪比下降更多, 同时DWI的弥散梯度及抑脂技术也使采集信号进一步下降, 因而DWI信噪比较低, ADC图像分辨率较差, 为ADC值测量带来困难^[13], 因此将CEUS与DWI联合可互为补充, 提高易损斑块检出率。

综上所述, CEUS与DWI均能较好检出颈动脉易损斑块, 两者联合诊断价值更高, 值得在临床推广实践。

参考文献

- [1] Varetto G, Gibello L, Faletti R, et al. Contrast-enhanced ultrasound to predict the risk of microembolization during carotid artery stenting[J]. Radiol Med, 2015, 120(11): 1050-1055.
- [2] Micks T, Smith A, Parsons M, et al. Point-of-care ultrasonography training for rural family medicine residents—its time has arrived[J]. Can J Rural Med, 2016, 21(1): 28-29.
- [3] 李媛媛, 姚晓松, 陈菲, 等. 超声与CTA在评估缺血性脑血管病患者颈动脉粥样斑块性质中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2018, 16(4): 47-50.
- [4] Bisetti F, Straface G, Bertolotti G, et al. Identification of a potential proinflammatory genetic profile influencing carotid plaque vulnerability[J]. J Vasc Surg, 2015, 61(2): 374-381.
- [5] 江睿, 李梅. 颈动脉粥样硬化易损斑块的高分辨率MRI分析[J]. 生物医学工程与临床, 2016, 20(2): 220-223.
- [6] 谢欢, 张玉龙. 3D T1 SPACE序列在脑血管斑块性狭窄及栓塞中的应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15(3): 4-6.
- [7] 蒋彦彦, 朱建平, 孙立, 等. 超声造

影评价颈动脉斑块内新生血管的应用研究[J]. 中国超声医学杂志, 2016, 32(9): 776-779.

- [8] 贲志飞, 张莹, 刘春媚, 等. 超声造影与磁共振增强血管成像在诊断颈动脉斑块特性方面的价值比较[J]. 中华超声影像学杂志, 2016, 25(12): 1041-1045.
- [9] 谢广平, 杨珊. 超声造影技术对颈动脉易损性斑块的鉴别诊断及新生血管评价的价值[J]. 海南医学, 2018, 29(8): 1122-1125.
- [10] 孟志霞, 谭卫锋, 张亮, 等. 磁共振成像对症状性颈动脉狭窄与粥样硬化斑块易损性的诊断价值[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2017, 20(11): 65-67.
- [11] 姚彬. 弥散加权成像在颈动脉斑块内出血及颈部动脉夹层的应用研究[D]. 山东大学, 2015.
- [12] 周东晓, 彭刚, 张宁, 等. SWI、DWI联合评价颈动脉斑块易损性的应用研究[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2017, 23(6): 508-512.
- [13] 周俊, 戴文斌, 詹嘉, 等. 磁共振弥散联合超声造影在前列腺穿刺中的运用价值[J]. 临床泌尿外科杂志, 2017, 33(6): 454-457.

(本文编辑: 黎永滨)

【收稿日期】2018-12-24