

剪切波弹性成像评价不同回声颈动脉斑块的弹性特征

敬 雷 叶新华 董 叶 刘 圣

摘 要 **目的** 探讨剪切波弹性成像(SWE)评估不同回声颈动脉斑块弹性特征的价值。**方法** 对 145 例颈动脉斑块患者行颈动脉超声及 SWE 检查,采用两种斑块回声分类方法对斑块进行分类,比较不同回声特征颈动脉斑块的杨氏模量值。**结果** 低回声、等回声、强回声及不均质回声最大杨氏模量值、平均杨氏模量值比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),两两比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);最小杨氏模量值在四种回声斑块中的差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),两两比较除低回声与等回声之间差异无统计学意义外,其余差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。I~IV 型斑块最大杨氏模量值、平均杨氏模量值比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),两两比较除 III 型和 IV 型斑块之间差异无统计学意义外,其余差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);四种回声斑块中最小杨氏模量值比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),两两比较除 I 型和 II 型斑块之间差异无统计学意义外,其余差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。**结论** SWE 技术可以定量评估颈动脉斑块的弹性特征,能够反映不同回声斑块间的弹性差异。

关键词 剪切波弹性成像;斑块;颈动脉

[中图分类号] R541.4;R445.1

[文献标识码] A

Evaluation on elastic characteristic of carotid plaque with different echogenicity by ultrasound shear wave elastography

JING Lei, YE Xinhua, DONG Ye, LIU Sheng

Department of Ultrasound, The First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China

ABSTRACT **Objective** To explore the application value of shear wave elastography (SWE) in evaluating the elastic characteristics of carotid plaque with different echogenicity.**Methods** One hundred and forty-five patients were detected by carotid artery ultrasonography, all the carotid plaques underwent SWE and were classified by two kinds of plaque echogenicity classification methods. The Young's modulus values of carotid plaques with different echogenicity were compared. **Results** There were statistical differences in maximum and mean Young's modulus values of hyperechoic, hypoechoic, isoechoic and heterogeneous carotid plaques (all $P < 0.05$). Minimum Young's modulus value in the four types of carotid plaques were statistically different (all $P < 0.05$). The difference between hypoechoic and isoechoic carotid plaques was not significant, the other differences between two interval members were statistical ($P < 0.05$). The average young's modulus value among the four types of plaques were were statistically different (all $P < 0.05$). The differences between the two interval members were statistically different ($P < 0.05$). There were significant differences of maximum and mean modulus values among I~IV type carotid plaques (all $P < 0.05$). The difference between the type III and type IV plaques was not significant, the other differences were statistically different ($P < 0.05$). The minimum Young's modulus value in the four types of plaque were statistically different (all $P < 0.05$). The difference between type I and type II plaques was not significant, the other differences between the two interval members were statistically different ($P < 0.05$). **Conclusion** SWE can quantitatively evaluate the elastic characteristics of carotid plaque and reflect the elastic variances of plaques with different echoes.

KEY WORDS Shear wave elastography; Plaque; Carotid

动脉粥样硬化斑块的易损性被认为与缺血性脑梗死的发生密切相关。超声对斑块易损性的评估既往主要通过通过对斑块二维图像特征(回声、形态、溃疡)、回声定量分析、斑块内新生血管、血管壁运动力学及应变弹性超声等进行检测。本研究采用剪切波实时组织弹性成像(shear wave elastography, SWE)技术评价不同回声颈动脉斑块的弹性特征,旨在为超声评价斑块易损性提供一种新方法。

资料与方法

一、研究对象

选取 2015 年 4~7 月江苏省人民医院内分泌科及神经内科住院的颈动脉斑块患者 145 例,其中男 74 例,女 81 例,年龄 35~86 岁,平均(65.4±9.52)岁。排除颈动脉搏动及呼吸运动过大, SWE 图像无法稳定显示者。

二、仪器与方法

1. 仪器: 使用 Surpersonic Imagine Aixplorer 彩色多普勒超声诊断仪, SL10-2 线阵探头频率 2~10 MHz。

2. 常规超声检查: 嘱受检者取仰卧位,充分暴露颈部,头部略垫高使颈部放松,头偏向检查对侧 45°,常规超声显示颈动脉斑块,记录斑块位置、大小及回声特征。斑块诊断标准: 厚度 ≥ 1.5 mm 且局限性向管腔内突出。颈动脉斑块回声分类: ①按中国医师协会超声医师分会颁布的《血管和浅表器官超声检查指南》^[1]将斑块按回声分为低回声、等回声、强回声均质斑块及不均质回声斑块; ②按斑块回声特征的国际分类系统^[2]将斑块按回声特征分为 I~V 型,其中 V 型斑块因无法评价内部回声及弹性不纳入本研究。

3. SWE 检查: 启动 SWE 成像模式, 取样框包括所测斑块, 嘱患者屏气, 检测过程中探头尽量轻压检查部位, 保证图像清晰且不对颈部组织施压, 待图像稳定后, 冻结图像并储存。根据斑块大小选择多个感兴趣区域 Q-Box, 尽量覆盖整个斑块, 记录每个 Q-Box 的

最大杨氏模量、最小杨氏模量及平均杨氏模量。取多个 Q-Box 中最大的杨氏模量值为斑块的最大的杨氏模量, 取多个 Q-Box 中最小的杨氏模量值为斑块最小的杨氏模量, 取多个 Q-Box 中杨氏模量的均值为斑块的平均杨氏模量, 以上操作均由同一名专职超声医师执行。

三、统计学处理

应用 SPSS 23.0 统计软件, 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 不同回声颈动脉斑块最小、最大及平均杨氏模量比较采用单因素方差分析; 两两比较行 SNK-*q* 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、斑块分类

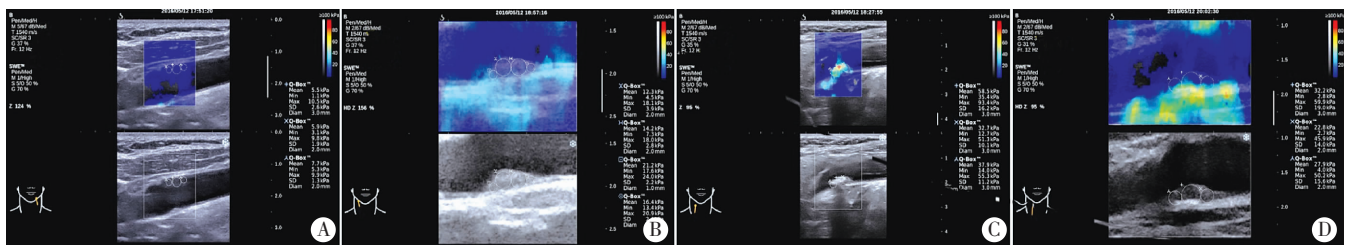
145 例患者经颈动脉常规超声检出斑块 270 个, 其中不均质斑块 113 个, 均质斑块 157 个。均质斑块中, 低回声 74 个, 等回声 43 个, 强回声 40 个。 270 个斑块中, I 型斑块 75 个, II 型斑块 28 个, III 型斑块 36 个, IV 型斑块 131 个。

二、不同回声颈动脉斑块杨氏模量比较

四种回声斑块最大杨氏模量值、平均杨氏模量值比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$), 两两比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。四种回声斑块最小杨氏模量值比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$), 两两比较除低回声与等回声之间差异无统计学意义外, 其余差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表 1 和图 1。

表 1 不同回声颈动脉斑块杨氏模量值比较($\bar{x} \pm s$) kPa

| 斑块类型 | 最大 | 最小 | 平均 |
|------------|-------------|-------------|-------------|
| 均质斑块 | | | |
| 低回声(74) | 11.81±5.22 | 3.20±3.01 | 6.98±3.59 |
| 等回声(43) | 19.36±14.24 | 4.46±3.78 | 11.32±6.49 |
| 强回声(40) | 55.68±26.29 | 19.81±13.14 | 37.95±16.02 |
| 不均质斑块(113) | 32.03±20.49 | 7.81±9.31 | 19.04±12.93 |
| F 值 | 57.846 | 39.206 | 75.540 |
| P 值 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |



A: 低回声斑块, 杨氏模量最大 10.5 kPa, 最小 1.1 kPa, 平均 6.4 kPa; B: 等回声斑块, 杨氏模量最大 24.0 kPa, 最小 4.5 kPa, 平均 17.5 kPa; C: 强回声斑块, 杨氏模量最大 93.4 kPa, 最小 12.7 kPa, 平均 64.9 kPa; D: 不均质斑块, 杨氏模量最大 59.9 kPa, 最小 2.7 kPa, 平均 27.6 kPa。

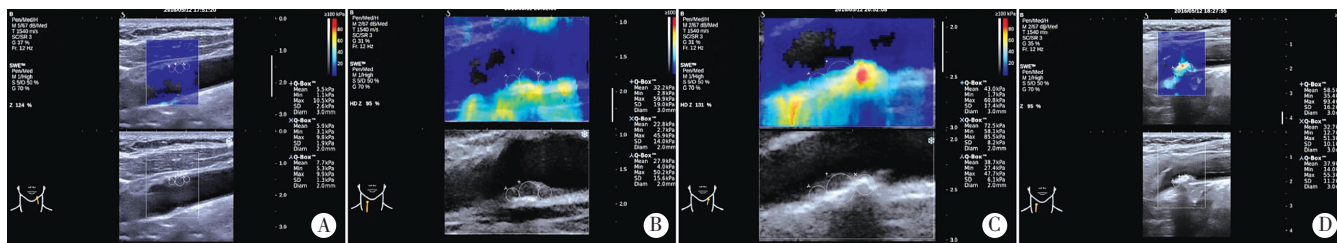
图 1 低回声、等回声、强回声均质斑块及不均质斑块 SWE 图

三、I~IV型颈动脉斑块杨氏模量比较

四型斑块最大杨氏模量值、平均杨氏模量值比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$), 两两比较除 III 型与 IV 型斑块之间差异无统计学意义外, 其余差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。四型斑块最小杨氏模量值比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$), 两两比较除 I 型与 II 型斑块之间差异无统计学意义外, 其余差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表 2 和图 2。

表 2 I~IV型颈动脉斑块杨氏模量值比较($\bar{x} \pm s$) kPa

| 斑块类型 | 最大 | 最小 | 平均 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|
| I 型(75) | 11.75±5.20 | 3.16±3.01 | 6.91±3.61 |
| II 型(28) | 23.54±14.33 | 4.29±4.84 | 13.06±8.45 |
| III 型(36) | 31.74±20.68 | 21.28±15.60 | 26.13±18.21 |
| IV 型(131) | 37.21±25.55 | 11.81±11.65 | 24.11±16.59 |
| F 值 | 26.423 | 30.435 | 30.182 |
| P 值 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |



A: I 型斑块, 杨氏模量最大 10.5 kPa, 最小 1.1 kPa, 平均 6.4 kPa; B: II 型斑块, 杨氏模量最大 59.9 kPa, 最小 2.7 kPa, 平均 27.6 kPa; C: III 型斑块, 杨氏模量最大 85.5 kPa, 最小 1.7 kPa, 平均 51.4 kPa; D: IV 型斑块, 杨氏模量最大 93.4 kPa, 最小 12.7 kPa, 平均 43.0 kPa。

图 2 I~IV型斑块 SWE 图

讨 论

SWE 是通过探头发射声辐射脉冲, 利用马赫锥原理激发组织产生剪切波, 最终探测剪切波在组织中传播的速度来判断组织的硬度, 速度越快组织越硬。该技术的优势是受主观因素影响小, 能定量反映斑块的硬度, 目前被认为具有较高的临床及研究价值。SWE 对颈动脉斑块的评估仍处于研究初期阶段, 国内外已经做了一些在体及离体的研究^[3-4], 结果均显示应用 SWE 评价颈动脉斑块具有较好的准确性和可重复性。

颈动脉斑块回声能够反映斑块的内部成分和稳定性, 斑块内部脂质成分较多时斑块回声减低, 斑块内部纤维及钙化成分丰富时则斑块回声增高, 病理上认为斑块内较大脂质核心及斑块内出血为不稳定斑块的特征。但目前国内斑块回声分类方法并不统一, 这直接导致各种研究结果无法对比。本研究选择了国内及国际较权威的斑块回声分类方法, 均已广泛应用于临床及科研中。其中中国医师协会超声医师分会颁布的指南中将斑块分为强回声、等回声、低回声均质斑块及不均质回声, 认为低回声斑块内脂质含量较多, 不均质回声斑块代表了斑块内病理构成复杂, 两者均有较高的缺血性脑梗死的风险。本研究中最大、最小、平均杨氏模量在不同回声斑块之间差异均有统计学意义, 两两比较仅最小杨氏模量值在低回声斑块与等回声斑块之间的差异无统计学意义, 其余差异均有统计学意义。说明 SWE 技术中最大及平均杨氏模量两个弹性指标均可以体现该回声分类方法中不同回声斑块之间的弹

性差异, 能够识别该分类方法中的不稳定斑块; 王艳红等^[5]和张蕾等^[6]研究显示同样的结果。而最小杨氏模量无法分辨低回声斑块和等回声斑块的弹性差异, 说明最小杨氏模量这一弹性指标辨别斑块成分的能力较弱。樊荣等^[7]以斑块病理结果为标准的研究中同样发现最小杨氏模量在不同类型斑块间的差异无统计学意义。

国际斑块回声分类标准中将斑块按内部低至无回声区域所占比例由大到小分为 I~IV 型。通常认为 I 型和 II 型斑块与斑块内溃疡或出血有关, 属于不稳定斑块, III 型和 IV 型斑块多由纤维组织和钙化组成, 通常为稳定性斑块^[8]。本研究结果显示斑块最大、最小及平均杨氏模量在不同回声斑块间差异均有统计学意义, 且大部分两两比较差异也有统计学意义, 该结果证实了 SWE 技术识别该分类方法不同回声斑块弹性方面的能力。虽然在两两比较中 III 型与 IV 型间最大和平均杨氏模量比较差异无统计学意义, I 型与 II 型最小杨氏模量比较差异无统计学意义, 但从该回声分类对应的斑块稳定性这一角度来看, 该结果并不会影响 SWE 技术对不稳定斑块的识别。

本研究的局限性: ①仅初步讨论了杨氏模量与斑块回声之间的关系, 与斑块稳定性的关系还需要进一步研究; ②本研究设计时未纳入可重复性研究内容, 未能研究 SWE 技术自身的稳定性及是否受操作者主观因素影响; ③本研究使用的 SWE 技术中的 Q-Box 仅可为圆形, 无法自由规定形状, 应用于斑块时必须用多个 Q-Box 尽量覆盖整个斑块, 才能整体评价斑块的杨氏模量, 存在一定误差。

综上所述, SWE 技术可以定量显示不同回声斑块的弹性特征, 区别出具有不稳定回声特征的斑块, 可为进一步评价斑块稳定性提供研究依据。

参考文献

- [1] 中国医师协会超声医师分会. 血管和浅表器官超声检查指南[M]. 北京: 人民军医出版社, 2011: 26.
- [2] Pellerito JS, Polak JF. Introduction to vascular ultrasonography [M]. 6th. Netherlands: Elsevier, 2012: 149.
- [3] 高振洋, 孙正辉, 罗淦昆, 等. 实时剪切波弹性成像技术检测颈动脉斑块弹性参数的对照研究[J]. 海南医学, 2015, 26(9): 1285-1289.
- [4] Ramnarine KV, Garrard JW, Dexter K, et al. Shear wave elastography assessment of carotid plaque stiffness: in vitro reproducibility study[J]. Ultrasound Med Biol, 2014, 40(1): 200-209.
- [5] 王艳红, 钱林学, 胡向东, 等. 剪切波弹性成像技术评估颈动脉斑块硬度[J]. 临床和实验医学杂志, 2015, 14(4): 327-330.
- [6] 张蕾, 勇强, 牛宏珍, 等. 实时剪切波弹性成像定量评价颈动脉粥样硬化斑块[J]. 中国医学影像技术, 2013, 29(12): 1949-1952.
- [7] 樊荣, 冯建钦, 郭倩倩, 等. 剪切波弹性成像用于动脉粥样硬化斑块组织成分定征及易损性评价的实验研究[J]. 中华超声影像学杂志, 2015, 24(5): 429-434.
- [8] Geroulakos G, Ramaswami G, Nicolaides A, et al. Characterization of symptomatic and asymptomatic carotid plaques using high-resolution real-time ultrasonography[J]. Br J Surg, 1993, 80(10): 1274-1277.

(修回日期: 2016-05-13)

中国超声医学工程学会第十一届全国腹部超声医学学术大会 征文通知(第一轮)

中国超声医学工程学会腹部超声专业委员会定于 2016 年 10 月中下旬在辽宁省大连市召开第十一届全国腹部超声医学学术大会。会议由中国超声医学工程学会主办, 腹部超声专业委员会承办。本次大会将对近年来腹部及相关脏器超声诊断与治疗、超声新技术的研究进展及其热点问题等展开广泛的交流与讨论, 为超声医学专家教授、中青年医师及研究生提供展示自己的交流平台。

一、会议时间及地点

2016 年 10 月中下旬, 辽宁省大连市, 具体日期及详细地点见第二轮通知。

二、征文内容

会议内容将涵盖超声医学专业(心脏超声除外)基础与临床研究的国内外最新进展和发展趋势, 对于超声造影、弹性成像、实时三维超声显像、腔内超声及介入超声等新技术的研究与应用将做重点专题研讨。大会继续开设“中青年学术论坛”, 为中青年医师展示其学术风采提供舞台, 并将评选优秀学术论文。欢迎大家踊跃投稿参会。内容包括:

1. 超声医学的基础研究: 动物实验、超声生物效应、超声安全剂量及阈值等;
2. 超声新技术、新设备在超声诊断与治疗中的应用;
3. 腹部与其他脏器的介入超声诊断与治疗的热点及难点等;
4. 超声造影、三维超声、弹性成像及融合成像等新技术、新方法的临床应用与研究开发等;
5. 疑难病例与个案报道。

三、会议形式

专题学术讲座、学术报告、主题发言、中青年学术论坛及优秀论文评选、专题讨论及书面交流等。

四、投稿方式

1. 为保证稿件投递准确迅速, 全部通过邮箱投稿(会议专用邮箱: caumefubu2016@sina.com)。
2. 论文书写要求: 采用 word 格式; 论文题目请用宋体 3 号字, 正文为宋体 5 号字, 单倍行距。
3. 投稿要求: 未公开发表的论文, 论文摘要 800 字左右。摘要格式: 题目(下附作者姓名和单位)、目的、资料与方法、结果、结论。病例个案报道等文章不需统一格式。请在文后附详细通讯方式: 作者通讯地址、单位、邮编、姓名、联系电话(手机号)及 Email(必须)。
4. 出席会议者将发给国家级继续医学教育 I 类学分证书: 被大会评选为“中青年优秀学术论文”者, 将颁发优秀论文证书。

五、学会通讯地址

北京市海淀区大钟寺东路太阳园 5 号楼 406 室, 中国超声医学工程学会办公室, 邮编: 100098

联系人: 马晓猛 李 晶 联系电话: 010-82130275

腹部超声专业委员会联系人: 刘荣桂(0532-82919328、17853296860); 孙心平(13811940920)

中国超声医学工程学会
腹部超声专业委员会
2016 年 5 月