

# 剪切波弹性成像及动态对比增强MRI鉴别诊断 颈部良恶性淋巴结的对比研究

张 维 周 旻 程 娟

**摘 要** **目的** 对比分析剪切波弹性成像与动态对比增强MRI(DCE-MRI)鉴别诊断颈部良恶性淋巴结的价值。**方法** 选取我院收治的淋巴结肿大患者86例,根据病理结果分为良性组32例(112枚淋巴结)和恶性组54例(184枚淋巴结),均行剪切波弹性成像和DCE-MRI检查,比较两组剪切波弹性成像参数[淋巴结与周围脂肪组织弹性值比值(E-ratio)、平均弹性值(E-mean)、最大弹性值(E-max)]和DCE-MRI定量参数[容量转移常数(Ktrans)、速率常数(Kep)及血管外细胞外间隙容积比(Ve)]。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析并比较剪切波弹性成像参数与DCE-MRI定量参数对颈部恶性淋巴结的诊断效能。**结果** 与良性组比较,恶性组E-ratio、E-mean、E-max均增高,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ )。与良性组比较,恶性组Kep增高, Ve降低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ );两组Ktrans比较差异无统计学意义。ROC曲线分析显示, E-ratio、E-mean、E-max及其联合应用诊断颈部恶性淋巴结的曲线下面积分别为0.841、0.859、0.846、0.881, Kep、Ve及其联合应用诊断颈部恶性淋巴结的曲线下面积分别为0.742、0.776、0.926。当截断值为0.573,剪切波弹性成像三项参数联合应用的诊断敏感性、特异性分别为89.7%、88.4%;当截断值为0.663时,DCE-MRI两项参数联合应用的诊断敏感性、特异性分别为91.5%、88.4%。**结论** 剪切波弹性成像与DCE-MRI定量参数对颈部良恶性淋巴结均有较高诊断价值;剪切波弹性成像参数单独应用价值更高,DCE-MRI定量参数联合应用价值更高。

**关键词** 剪切波弹性成像;动态对比增强MRI;颈部淋巴结,良恶性;鉴别诊断

[中图分类号]R445.1;R322.2

[文献标识码]A

## Shear wave elastography and dynamic contrast enhanced MRI in the differential diagnosis of benign and malignant cervical lymph nodes: a comparison study

ZHANG Wei, ZHOU Yang, CHENG Juan

Department of Ultrasound, Chongqing Traditional Chinese Medicine Hospital, Chongqing 400021, China

**ABSTRACT** **Objective** To analyze the value of shear wave elastography and dynamic contrast enhanced MRI (DCE-MRI) in the differential diagnosis of benign and malignant cervical lymph nodes. **Methods** A total of 86 patients with lymphadenopathy who were admitted to our hospital were selected, according to the results of pathology, they were divided into benign group (32 cases, 112 lesions) and malignant group (54 cases, 184 lesions), and all of them underwent shear wave elastography and DCE-MRI. The shear wave elastography parameters including lymph nodes and the surrounding fat tissue elasticity ratio (E-ratio), mean elasticity (E-mean), maximum elasticity (E-max), and quantitative parameters of DCE-MRI including volume transfer constant (Ktrans), rate constant (Kep), extravascular extracellular space volume ratio (Ve) between two groups were compared. The receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the diagnostic efficacy of the two inspection methods. **Results** Compared with the benign group, the E-ratio, E-mean, and E-max of malignant group were increased, there were significant differences (all  $P<0.05$ ). Compared with the benign group, Kep was increased in malignant group, Ve was decreased, there were significant differences (both  $P<0.05$ ). There was no significant difference in Ktrans between the two groups. ROC curve analysis showed that the areas under the curve (AUC) of E-ratio, E-mean, E-max and the three combined indicators for diagnosing malignant lymph nodes were 0.841, 0.859, 0.846, 0.881, respectively, and the AUC of Kep,

Ve and the two combined indicators were 0.742, 0.776, 0.926, respectively. When the cut-off value was 0.573, the diagnostic sensitivity and specificity of the three combined indicators of shear wave elastography were 89.7% and 88.4%, respectively. When the cut-off value was 0.663, the diagnostic sensitivity and specificity of the two combined indicators of DCE-MRI were 91.5% and 88.4%, respectively. **Conclusion** For the diagnosis of cervical benign and malignant lymph nodes, both shear wave elastography and DCE-MRI quantitative parameters have high diagnostic value. Shear wave elastography has higher diagnostic value in terms of single index, and DCE-MRI has higher diagnostic value in terms of combined index.

**KEY WORDS** Shear wave elastography; Dynamic contrast enhanced MRI; Cervical lymph nodes, benign and malignant; Differential diagnosis

准确判断颈部淋巴结良恶性有助于恶性肿瘤患者的临床管理,改善患者预后,还可为外科手术提供重要依据<sup>[1-2]</sup>,选择性颈部淋巴结切除术可最大限度地保留患者颈部重要器官功能。剪切波弹性成像不仅可根据淋巴结形态、内部回声、血流情况鉴别其性质,还可提供病灶的弹性信息,具有较好的临床应用价值<sup>[3]</sup>。MRI是颈部影像学检查的常用手段,具有无创、软组织分辨率高等优点。近年,动态对比增强MRI(DCE-MRI)鉴别诊断颈部良恶性淋巴结的报道逐渐增多<sup>[4]</sup>,但剪切波弹性成像与DCE-MRI鉴别诊断颈部淋巴结良恶性的对比研究少见。基于此,本研究通过比较颈部淋巴结剪切波弹性成像参数及DCE-MRI定量参数,旨在为临床提供参考依据。

## 资料与方法

### 一、研究对象

选取2018年3月至2020年4月我院经病理证实的淋巴结肿大患者86例,良性组32例(112枚淋巴结),男19例,女13例,年龄21~65岁,平均(54.46±6.42)岁,包括淋巴结结核17例(65枚)、反应性淋巴结增生8例(26枚)、淋巴结炎7例(21枚);恶性组54例(184枚淋巴结),男37例,女17例,年龄23~64岁,平均(53.91±7.11)岁,包括鼻咽癌淋巴结转移33例(122枚)、淋巴瘤8例(29枚)、甲状腺癌6例(15枚)、扁桃体癌4例(10枚)、喉癌3例(8枚)。纳入标准:①无淋巴结病变外科治疗史;②常规MRI、扩散加权成像及DCE-MRI等检查序列完整;③图像清晰无伪影。排除因淋巴结中央大部分坏死而无法测量者。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有患者均签署知情同意书。

### 二、仪器与方法

1. 剪切波弹性成像检查:使用Supersonic Imagine Aixplorer彩色多普勒超声诊断仪,线阵探头,频率4~15 MHz,预设甲状腺超声检查条件。患者取仰卧位,必要时可垫高背部,充分暴露颈部,先行二维超声和

彩色多普勒超声检查,根据颈部淋巴结分区标准<sup>[5]</sup>对目标淋巴结进行定位,记录淋巴结分区大小、内部回声、钙化及内部血流情况。然后切换至剪切波弹性成像模式,待淋巴结显示清晰后冻结图像,测量杨氏模量值,直径为2 cm。以彩色编码图为依据,选取淋巴结最硬区域,放置第一个Q-Box,选取淋巴结外周围脂肪组织放置第二个Q-Box作为参照。记录淋巴结与周围脂肪组织弹性值比值(E-ratio)、平均弹性值(E-mean)、最大弹性值(E-max),测量3次取平均值。以上操作均由同一具有丰富经验的超声医师完成。

2. DCE-MRI检查:使用西门子Skyra 3.0 T超导磁共振仪,DCE-MRI序列:三维容积内插快速扰相梯度回波序列,TR、TE分别为5.08 ms、1.85 ms,翻转角150°,视野范围229 mm×229 mm,层厚5 mm,间距0.5 mm。以常规MRI平扫图像为依据,围绕目标淋巴结进行平扫,2序列后,通过高压注射器经肘静脉团注将Gd-DTPA对比剂(西安瑞禧生物科技有限公司)注入,尾随20 ml生理盐水冲管,然后行动态增强扫描,持续40个序列,对比剂剂量0.2 mmol/kg,注射速率2.0 ml/s,总时间5 min 15 s。应用西门子Syngo MMWP工作站中Tissue 4D软件包Tofts两室模型进行动态分析,观察指标包括容量转移常数(K<sub>trans</sub>)、速率常数(K<sub>ep</sub>)及血管外细胞外间隙容积比(V<sub>e</sub>)。

### 三、统计学处理

应用SPSS 26.0统计软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,行独立样本t检验。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析剪切波弹性成像参数与DCE-MRI定量参数对颈部恶性淋巴结的诊断效能,计算曲线下面积(AUC),行Z检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、两组剪切波弹性成像参数比较

与良性组比较,恶性组E-ratio、E-mean、E-max均增高,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$ )。见表1和图1。

表1 两组剪切波弹性成像参数比较( $\bar{x}\pm s$ )

组别	E-ratio	E-mean(kPa)	E-max(kPa)
良性组	1.62±0.74	16.51±6.84	20.72±8.74
恶性组	2.93±1.09	30.13±11.08	36.11±12.65
<i>t</i> 值	-11.236	-11.717	-11.331
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	<0.001

E-ratio:淋巴结与周围脂肪组织弹性值比值;E-mean:平均弹性值;E-max:最大弹性值

### 二、两组DCE-MRI定量参数比较

与良性组,恶性组 *Kep*增高, *Ve*降低,差异均有统计学意义(均 *P*<0.05);两组 *Ktrans* 比较差异无统计学意义。见表2和图2。

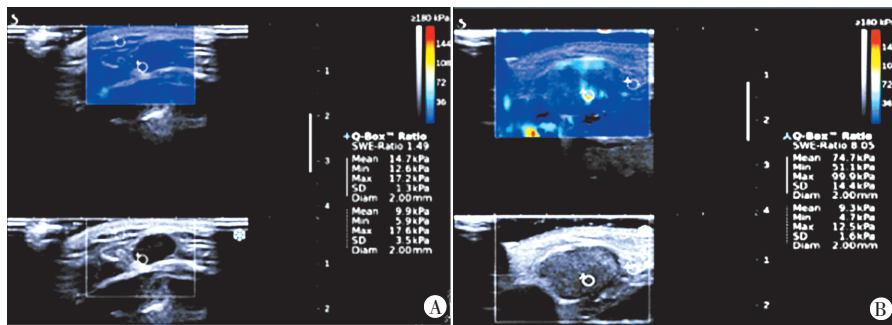
### 三、ROC曲线分析

ROC曲线分析显示,剪切波弹性成像参数E-ratio、E-mean、E-max及其联合应用诊断颈部恶性淋巴结的AUC分别为0.841、0.859、0.846、0.881;DCE-MRI定量

表2 两组DCE-MRI定量参数比较( $\bar{x}\pm s$ )

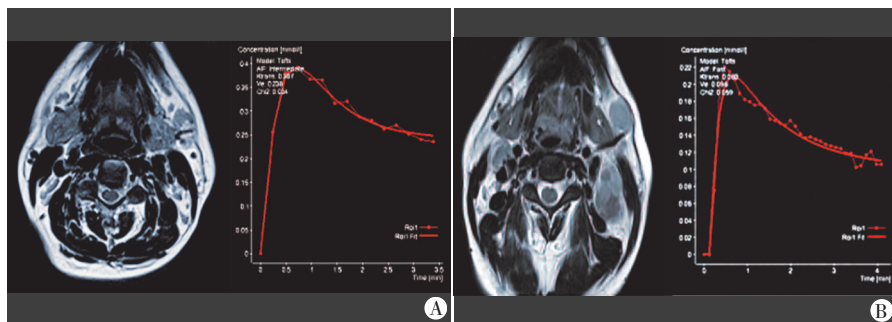
组别	<i>Ktrans</i> ( $\text{min}^{-1}$ )	<i>Kep</i> ( $\text{min}^{-1}$ )	<i>Ve</i>
良性组	0.492±0.213	0.721±0.308	0.716±0.168
恶性组	0.519±0.235	1.153±0.537	0.508±0.151
<i>t</i> 值	-0.993	-7.768	11.011
<i>P</i> 值	0.322	<0.001	<0.001

*Ktrans*:容量转移常数;*Kep*:速率常数;*Ve*:血管外细胞外间隙容积比



A:良性组E-ratio为1.67,E-mean为18.27 kPa,E-max为23.51 kPa;B:恶性组E-ratio为3.05,E-mean为35.14 kPa,E-max为40.21 kPa

图1 两组剪切波弹性成像图



A:良性组 *Ktrans* 为  $0.539 \text{ min}^{-1}$ , *Kep* 为  $0.837 \text{ min}^{-1}$ , *Ve* 为  $0.834$ ; B:恶性组 *Ktrans* 为  $0.541 \text{ min}^{-1}$ , *Kep* 为  $1.724 \text{ min}^{-1}$ , *Ve* 为  $0.527$

图2 两组DCE-MRI图

参数 *Kep*、*Ve* 及其联合应用诊断颈部恶性淋巴结的AUC分别为0.742、0.776、0.926,两种方法联合应用的AUC均高于单项参数(均 *P*<0.05)。剪切波弹性成像参数与DCE-MRI定量参数对颈部恶性淋巴结的诊断效能见图3和表3。

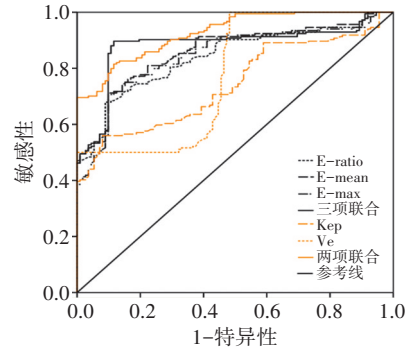


图3 剪切波弹性成像参数与DCE-MRI定量参数诊断颈部恶性淋巴结的ROC曲线图

## 讨论

剪切波弹性成像可直接提供目标组织的弹性模量,定量分析靶组织。研究<sup>[6-8]</sup>表明,剪切波弹性成像在乳腺、甲状腺及淋巴结良恶性鉴别诊断方面均有重要价值。DCE-MRI定量分析能够实时动态监测目标部位组织T1弛豫时间变化,同时以假定药代动力学模型为基准,计算感兴趣区组织灌注或微循环渗透性的血流动力学参数,在细胞分子功能水平层面上反映组织血管分布、血流灌注等生理信息,其常用定量参数有*Ktrans*、*Kep*、*Ve*,三者关系为  $Kep = Ktrans / Ve$ <sup>[9]</sup>。本研究结果显示,两组剪切波弹性成像参数E-ratio、E-mean、E-max值比较差异均有统计学意义(均 *P*<0.05);

两组DCE-MRI定量参数比较, *Ktrans* 差异无统计学意义, *Kep* 和 *Ve* 差异均有统计学意义(均 *P*<0.05)。DCE-MRI早期,对比剂多在血管内分布,其信号强度与肿瘤血管生成程度及结构存在关联,病变组织内的新生血管壁发育不完善,导致间隙增宽,对比剂能更多地从血管内进入组织细胞外间隙,使 *Ktrans* 增高;本研究两组 *Ktrans* 比较差异无统计学意义或与样本量偏少有关。DCE-MRI晚期,对比剂多分布在组

表 3 剪切波弹性成像参数与 DCE-MRI 定量参数对颈部恶性淋巴结的诊断效能

参数	截断值	AUC	标准误	P	95% 可信区间	敏感性(%)	特异性(%)
剪切波弹性成像							
E-ratio	2.405	0.841	0.023	<0.001	0.797~0.885	67.9	91.1
E-mean	23.625 kPa	0.859	0.021	<0.001	0.817~0.901	71.2	90.2
E-max	29.950 kPa	0.846	0.023	<0.001	0.801~0.890	70.7	90.2
联合应用	0.573	0.881	0.021	<0.001	0.840~0.923	89.7	88.4
DCE-MRI							
Kep	1.037 min <sup>-1</sup>	0.742	0.028	<0.001	0.687~0.797	56.0	92.0
Ve	0.723	0.776	0.028	<0.001	0.721~0.831	51.8	100
联合应用	0.663	0.926	0.014	<0.001	0.899~0.953	91.5	88.4

AUC:曲线下面积

织细胞外间隙,其信号强度与微血管通透性和密度存在关联,微血管通透性和密度越高,单位时间内回流进入微血管的造影剂量越大,Kep 越高。这或与恶性淋巴结感兴趣区内病变组织新生血管发育程度不完善、病变组织内细胞密度高,以及血管外组织细胞外间隙小有关。

本研究 ROC 曲线分析显示,剪切波弹性成像参数 E-ratio、E-mean、E-max 及其联合应用诊断颈部恶性淋巴结的 AUC 分别为 0.841、0.859、0.846、0.881,DCE-MRI 定量参数 Kep、Ve 及其联合应用诊断颈部恶性淋巴结的 AUC 分别为 0.742、0.776、0.926,表明两种方法均有较高的诊断价值,且联合应用诊断价值均高于单项参数。DCE-MRI 定量参数单独应用的诊断价值低于剪切弹性成像参数单独应用,但前者两项参数联合应用的诊断价值高于后者三项参数联合应用。剪切波弹性成像三项参数联合应用的诊断敏感性、特异性分别为 89.7%、88.4%,DCE-MRI 两项参数联合应用的诊断敏感性、特异性分别为 91.5%、88.4%。分析原因为:①剪切波弹性成像重复性好,能明显降低操作者主观偏差,而 E-ratio、E-mean、E-max 为不同类别的弹性比值,具有一定趋同性,故其单项参数诊断价值均较高,但联合应用的诊断价值未明显增加;②DCE-MRI 定量分析中,Ktrans 与微血管生成及血管通透性相关,Kep 反映单位时间内对比剂进入微血管回流量,Ve 与微血管外-细胞外间隙大小相关,或因某种抗原引发反应性淋巴结增生,使增生滤泡间小血管增多,血供变得丰富,而此时淋巴结结核增殖区内可出现血管闭塞性脉管炎、管腔狭窄甚至消失,使良性淋巴结内 Ktrans 和 Kep 发生改变,若仅计算病灶平均参数无法准确反映病灶病理生理学信息<sup>[10]</sup>。因此,DCE-MRI 定量参数单独应用诊断效能偏低,而联合应用各参数可相互补充,提高诊断敏感性。

本研究的局限性:①样本量较少,未根据淋巴结大小及原发灶的不同病理类型进行亚组分析;②良性淋巴结病理类型多样,病例的不均衡影响平均值的变化,今后有待进一步对某一类型良恶性淋巴结进行大样本量的统计分析。

综上所述,剪切波弹性成像与 DCE-MRI 定量参数对颈部良恶性淋巴结均有较高诊断价值;其中剪切波弹性成像参数单独应用价值更高,DCE-MRI 参数联合应用价值更高。

参考文献

- [1] Cho SG, Kwon SY, Kim J, et al. Risk factors of malignant fluorodeoxyglucose-avid lymph node on preablation positron emission tomography in patients with papillary thyroid cancer undergoing radioiodine ablation therapy [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(16):e14858.
- [2] Ho TY, Chao CH, Chin SC, et al. Classifying neck lymph nodes of head and neck squamous cell carcinoma in MRI images with radiomic features [J]. *J Digit Imaging*, 2020, 33(3):613-618.
- [3] Sasaki Y, Ogura I. Shear wave elastography in differentiating between benign and malignant cervical lymph nodes in patients with oral carcinoma [J]. *Dentomaxillofac Radiol*, 2019, 48(6):20180454.
- [4] 满育平, 马隆佰, 吴春梅, 等. 3.0T 磁共振 ADC 值及 DCE-MRI 定量分析对颈部良恶性淋巴结鉴别诊断 [J]. *放射学实践*, 2019, 34(6):619-623.
- [5] Grégoire V, Ang K, Budach W, et al. Delineation of the neck node levels for head and neck tumors: a 2013 update. DAHANCA, EORTC, HKNPCSG, NCIC CTG, NCRI, RTOG, TROG consensus guidelines [J]. *Radiother Oncol*, 2014, 110(1):172-181.
- [6] Alamolhoda F, Faeghi F, Bakhshandeh M, et al. Diagnostic value of diffusion weighted magnetic resonance imaging in evaluation of metastatic neck lymph nodes in head and neck cancer: a sample of iranian patient [J]. *Asian Pac J Cancer Prev*, 2019, 20(6):1789-1795.
- [7] 周镇源, 刘志锋, 蔡金辉, 等. 表观扩散系数鉴别颈部淋巴结病变诊断价值 [J]. *实用放射学杂志*, 2019, 35(8):1220-1224.

- [8] Zhang C, Li BJ, Liu Z, et al. Predicting the factors associated with central lymph node metastasis in clinical node-negative (cNO) papillary thyroid microcarcinoma [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2020, 277(4): 1191-1198.
- [9] 杜宗艳, 孙咏梅, 宁春平, 等. 不同 ROI 和弹性模量值对剪切波弹

性成像诊断颈部良恶性淋巴结效能的影响[J]. *中国医学影像技术*, 2019, 35(1): 50-54.

- [10] 张玉婷, 姜永宏, 马荣泽, 等. 颈部淋巴结 CT 灌注成像与微血管密度的研究[J]. *实用放射学杂志*, 2020, 36(4): 546-549.

(收稿日期: 2020-07-10)

## · 病例报道 ·

# Right atrial organizing thrombus misdiagnosis of imaging examination: a case report

## 右房机化血栓影像学检查误诊 1 例

唐晶 唐茂玲 顾鹏

[中图分类号] R540.45

[文献标识码] B

患者男, 72岁, 因无明显诱因出现胸部紧迫感1年就诊。既往无心血管疾病及心脏介入治疗史。专科体格检查无异常。经胸超声心动图(TTE)检查: 于右房顶部、房间隔上份、上腔静脉入口处见一大约4.6 cm×3.1 cm实性团块, 呈类圆形, 边界尚清楚, 实质回声不均质, 未见明显活动(图1); TTE提示: 右房肿瘤。双下肢血管超声未见明显异常。胸部增强CT: 右房顶部见一大约4.1 cm×3.5 cm团块影, 呈类圆形, 边界尚清楚, 平扫呈等密度, 增强扫描病灶内见一结节状强化影(图2); CT诊断: 右房内实性团块影, 考虑心房肿瘤。心脏增强MRI检查: 右房内见一大约4.6 cm×4.0 cm团块状异常信号影, 边界清楚, 电影序列上肿块呈低信号, T2WI、Double-IR及Tripple-IR均呈高信号, 增强扫描明显均匀强化(图3); MRI诊断: 考虑心房肿瘤, 黏液瘤? PET-CT检查: 右房内软组织肿块影, 糖代谢不高, 考虑肿瘤性病变。遂行房间隔肿瘤切除术, 术中见右房房间隔处囊状包块, 大小约4.0 cm×4.0 cm×3.0 cm, 壁厚约5 mm, 与周围组织无明显界限, 上缘接近上腔静脉与右房交界处, 下缘至下腔静脉与房间隔交界处, 向内侧达到房间隔中线。术后病理结果: 混合血栓伴机化(图4)。对症治疗患者康复出院。

讨论: 右心系统占位性病变临床少见, 多局限于右房, 包括肿瘤和血栓, 其中血栓发病率较低<sup>[1]</sup>。右心血栓多继发于下肢

静脉血栓迁移及心房颤动、心肌梗死等心脏疾病, Habibi等<sup>[2]</sup>曾报道心脏起搏器植入术后患者出现右房血栓的案例。本例患者TTE表现无特异性, 且无相关心血管疾病及心脏介入治疗史, 平素体健, 多年前因双眼视网膜脱落行手术治疗, 与右房机化血栓形成相关性小, 但仍不能排除静脉系统血栓迁移可能。研究<sup>[3]</sup>报道整合的氟-18脱氧葡萄糖正电子发射断层扫描(18F-FDG PET)/MRI可提供形态特征和可视化代谢特点, 基于血栓理论上不存在血管, 可能有助于鉴别血栓与黏液瘤。本例右房机化血栓的MRI、CT表现与肿瘤新生血管强化相似, 说明MRI和CT在判断右房占位性质方面有一定局限。当TTE判断右房占位性质困难时, 应进一步行经食管超声心动图或心腔造影以明确诊断, 减少误诊。

### 参考文献

- [1] 孟祥丽, 李一丹, 吕秀章, 等. 右心系统占位性病变的超声心动图诊断价值[J]. *中国超声医学杂志*, 2016, 32(3): 217-219.
- [2] Habibi R, Altamirano AJ, Dadkhah S. Clot in lung, clot in heart: a case report of tumor-like thrombus in right atrium [J]. *Clin Med Insights Case Rep*, 2017, 10(7): 1-3.
- [3] Yang YY, Gu ZJ. A rare myxoma-like right atrial thrombus causing syncope [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97(39): e12546.

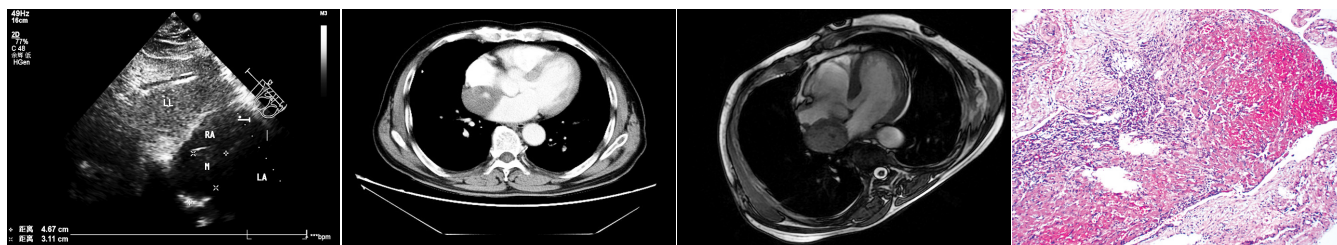


图1 TTE示右房顶部、房间隔上份、图2 增强CT扫描示右房病灶内见上腔静脉入口处见一实性团块(LL: 一结节状明显强化影左肝; RA: 右房; LA: 左房; M: 肿块)

图3 MRI电影序列示右房团块状低信号影, 内见极低信号影 图4 镜下见血小板小梁、红细胞、纤维索网及新生薄壁毛细血管(HE染色, ×200)

(收稿日期: 2020-03-17)