

论著

Comparison of The Diagnostic Accuracy of 3.0T MRI Multi-parameter Combined Examination for Benign and Malignant Breast Tumors*

LI Hong-ying*

MR room of Heze Municipale Hospital, Heze 274031, Shandong Province, China

ABSTRACT

Objective This study aims to compare the accuracy of multi-parameter breast MRI in the diagnosis of benign and malignant breast tumors. **Methods** 113 female patients with abnormal mammography or ultrasonography were examined by three parameters DCE, DWI and 1H-MRS breast 3 T MRI. Compare three parameters DCE, DWI, 1H-MRS breast magnetic resonance examination with dual parameter DCE, DWI or DCE, 1H-MRS breast magnetic resonance examination, single parameter DCE breast magnetic resonance examination for the assessment of benign and malignant breast tumors. Take histopathology as the reference standard. Appropriate statistical methods are used to evaluate the sensitivity, specificity and diagnostic accuracy of multiple parameter combinations. **Results** There were 74 cases of malignant breast lesions and 39 cases of benign breast lesions. Compared with DCE alone (0.814), MRI with 3 MRI parameters obtained the highest area under the curve (0.936). The area under the curve of dual-parameter MRI (0.808) is roughly similar to that of DCE alone. **Conclusions** Compared with single-parameter DCE, dual-parameter DCE, DWI and DCE, and 1H-MRS, MRI with 3 parameters DCE, DWI, and 1H-MRS improves the accuracy of breast cancer diagnosis.

Keywords: Breast Cancer Diagnosis; Dynamic Contrast-enhanced Magnetic Resonance Imaging; Diffusion-weighted Imaging; Proton Magnetic Resonance Spectroscopy

比较3.0T磁共振多参数联合检查对乳腺肿瘤良恶性的诊断准确性*

李红英*

山东省菏泽市立医院磁共振室
(山东 菏泽 274000)

【摘要】目的本研究旨在比较多参数乳腺磁共振检查对乳腺肿瘤良恶性诊断的准确性。**方法**乳腺钼靶检查或超声检查异常的113例女性患者，三个参数DCE、DWI、1H-MRS乳腺3 T MRI检查。比较三个参数DCE、DWI、1H-MRS乳腺磁共振检查与双参数DCE、DWI或者DCE、1H-MRS乳腺磁共振检查、单参数DCE乳腺磁共振检查对乳腺肿瘤良恶性评估。以组织病理学为参照标准。使用适当的统计学方法来评估多种参数组合的敏感性、特异性和诊断准确性。**结果**乳腺恶性病变74例，良性病变39例。与单独DCE(0.814)相比，包含3个MRI参数的MRI获得了最高的曲线下面积(0.936)。双参数MRI(0.808)与单独DCE的曲线下面积大致相仿。**结论**与单参数DCE和双参数DCE、DWI及DCE、1H-MRS相比，具有3个参数DCE、DWI、1H-MRS的MRI检查提高了乳腺癌的诊断准确性。

【关键词】乳腺癌诊断；动态对比增强磁共振成像；弥散加权成像；氢质子磁共振波普成像

【中图分类号】R445.2；R737.9

【文献标识码】A

【基金项目】3.0T磁共振动态增强及功能成像联合检查对乳腺肿瘤良恶性的预测
(2019WS048)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.03.035

乳腺动态对比增强(Dynamic Contrast Enhancement DCE)磁共振成像(Magnetic resonance imaging MRI)以其较高的灵敏度成为乳腺MRI的常规检查。乳腺动态增强MRI提供了有关血管生成及血管分布的形态学信息，但是病变特异性较低。现有数据表明，使用定量表观扩散系数(Quantitative apparent diffusion coefficient ADC)映射的弥散加权成像(Diffusion weighted imaging DWI)和氢质子磁共振波普(Hydrogen Proton Magnetic Resonance Spectroscopy 1H-MRS)能增加病变的特异性。DWI反映了组织中水分子的扩散率，在恶性细胞中，水的扩散是受限的。1H-MRS反映肿瘤代谢水平，在乳腺癌中细胞转换的标记物胆碱(Choline Cho)增加。到目前为止，查阅相关文献显示关于DCE对乳腺癌诊断的研究较多，比较DCE、DWI、1H-MRS 3个参数乳腺磁共振检查与DCE、DWI及DCE、1H-MRS双参数乳腺磁共振检查及DCE-MR单参数乳腺磁共振检查对乳腺肿瘤良恶性的诊断准确性的研究较少。本研究旨在比较三个参数DCE、DWI、1H-MRS乳腺磁共振检查与双参数DCE、DWI乳腺磁共振检查、单参数DCE乳腺磁共振检查对乳腺良恶性肿瘤诊断的准确性。

1 资料和方法

1.1 一般资料

回顾性分析2019年11月至2021年5月菏泽市立医院符合以下标准的患者。

纳入标准如下：年龄18岁及以上，乳腺钼靶检查或超声检查异常(含不对称密度、结构扭曲、可疑微钙化或乳房肿块)的患者；排除标准为妊娠、哺乳期、既往乳腺治疗(如MRI前乳腺活检、新辅助化疗)和MRI造影剂禁忌症的患者。共113例女性患者纳入本研究。年龄25~73岁，平均47.3岁，所有患者在行MR检查前均未进行任何临床干预，且所有患者术前均行3.0T MR乳腺平扫加增强检查(包含DWI、1H-MRS检查)。本研究经过本单位医学伦理委员会批准(批准文号：[2019]150号)，免除受试者知情同意。病变的组织病理学都经手术或活检证实。MRI检查对病变的诊断参照最新2013年版乳腺影像学报告及数据系统对肿块进行分级，分级如下：BI-RADS 2, 3级(43例)，BI-RADS 4级(38例)，BI-RADS 5(32例)。

1.2 磁共振检查方法 采用Siemens 3.0T超导MRI扫描仪，16通道乳腺专用线圈。患者俯卧于检查床，双乳自然悬垂。绝经前妇女在月经周期的第二周进行MRI检查。获得MRI序列方案的顺序如下：①T₁W-FLASH序列；②STIR T₂WI序列；③DWI；④1H-MRS；⑤DCE。扫描参数如表1。对比剂注射前进行1期扫描，高压注射器静脉注射流率2.5mL/s，Gd-DTPA造影剂总量为15~20 mL，用等量、等速的生理盐水冲管。动态增强共采集8期图像，每个时相约60s。如表1。

1.3 图像后处理 多参数MRI数据由2名经验丰富的乳腺影像诊断医师图像后处理及诊断阅片，通过使用以下参数组合评估每组MRI参数，诊断医师之间的意见一致。诊断医师阅片之前没有乳腺钼靶和超声成像数据及组织病理学结果。

【第一作者】李红英，女，副主任医师，主要研究方向：MRI诊断。E-mail: lhying666@163.com

【通讯作者】李红英

①取 b 值为 800s/mm^2 的DWI图像异常信号区为感兴趣区(Region of interest ROI)，选取最大横断面图像，避免囊性坏死、出血，ROI的面积 $<20\text{mm}^2$ ，测量ADC值。根据受试者ROC曲线，鉴别乳腺良、恶性病变的最佳ADC阈值为 $1.25 \times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ ，本研究应用了这个ADC阈值。如果ADC值等于或大于 $1.25 \times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 为良性病变，如果小于 $1.25 \times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 则为恶性病变。如表2。

②参照最新2013年版乳腺影像学报告及数据系统，根据肿块病灶形状、边缘、强化方式、时间信号强度曲线进行分级。将8期DCE图像生成时间信号强度曲线(Time-intensity curve, TIC)，该曲线分为3型：I型为流入型；II型为平台型；III型为流出型。恶性肿瘤的诊断通过2013年最新版BI-RADS来分级。如表3。

③¹H-MRS波谱图像在西门子MR工作站上进行了分析，我们指定了Cho的峰值水平在3.2ppm的频谱图，计算出Cho峰曲线下面积。Gruber等以Cho信噪比阈值为基础，评估¹H-MRS对乳腺良恶性病变鉴别诊断的准确性，定义阈值为2.6。

④三参数，双参数，单参数分组及良恶性判定：在本研究中，DWI和¹H-MRS数据均是在DCE图像上发现病变后进行判读。因此，在没有DCE提供信息的情况下，这两个参数不能单独或联合评估。(1)单参数组：良恶性的判读已如上述；(2)双参数组：如果1个或2个MR成像参数提示恶性肿瘤，则认为DCE和¹H-MRS、DCE和DWI阳性。(3)三参数：如果¹H-MRS、DCE和DWI的乳腺是阳性的，则被认为是阳性恶性病变；如果¹H-MRS、DCE和DWI的乳腺是阴性的，则被判读为良性病变；如果3个参数中有2个是阳性的，则认为阳性的恶性病变；如果3个参数中有2个是阴性的，则认为阴性的良性病变。

1.4 病理 组织病理学是最终诊断。所有病例均由3名资深病理学家(从事乳腺病理诊断15、10、10年)阅读。所有患者均接受了影像引导下的穿刺活检、27例手术活检、乳腺切除术或乳腺肿瘤切除术。在影像引导下的穿刺活检，最终诊断为良性的31例。如果组织病理诊断与影像学诊断不一致，则通过开放手术确定最终诊断良性4例。如果是高危病变，恶性可能性不确定，则通过开放手术确定最终诊断良性4例。恶性组织病理学最终诊断为74例。如表4。

1.5 统计学方法 统计分析使用统计软件Social Sciences 19.0 and CIA 2.2.0。为了计算乳腺DCE的敏感性和特异性，对MRI数据按照最新2013年版BI-RADS标准进行分类，磁共振成像BI-

RADS 2、3分级为良性。磁共振成像BI-RADS 4和5分级为恶性。计算乳腺1、2、3参数的敏感性、特异性、准确性、阴性预测值(Negative predictive value NPV)、阳性预测值(Positive predictive value PPV)及其95%置信区间。以组织病理学为标准，通过多指标logistic回归评估敏感性、特异性、NPV、PPV和诊断准确性的显著差异。绘制受试者工作特性曲线，并测定曲线下面积(AUC)。采用DeLong等提出的方法评估AUC之间的统计学差异。P值小于等于0.05为显著性结果。

2 结 果

2.1 动态增强的良恶性判定 共113例女性患者纳入本研究，大小 $5\text{-}98\text{mm}$ (平均 29mm)。组织病理学诊断显示74个病变为恶性，39个为良性病变。有98个增强肿块和15个非肿块样强化。DCE分类87个病灶是恶性(MRI BI-RADS 4和5)和26个病灶是良性的(MRI BI-RADS 2和3)。良性病变显示I型曲线46.9%，II型曲线40.6%，III型曲线12.5%。恶性病变的曲线类型分布如下：I型曲线21.2%，II型曲线33.3%，III型曲线45.5%。如图a-f。

2.2 DWI的良恶性判定 良性病灶ADC值为 $(0.98\text{-}2.54) \times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ (平均值， $1.61 \times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)；恶性病灶ADC值为 $(0.4\text{-}1.62) \times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ (平均为 $0.934 \times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)。

2.3 1H-MRS的良恶性判定 胆碱信噪比的测量是一种普遍接受的方法，本研究采用了这个Cho信噪比阈值。若信噪比大于或等于2.6则为恶性病变，若信噪比小于2.6则为良性病变。诊断准确性：使用DCE、DWI和¹H-MRS三个参数的MRI诊断准确性(AUC为0.936)显著高于单独使用DCE(AUC为0.814)(P<0.001)。双参数，即DCE和DWI或¹H-MRS，与单独DCE相比，诊断准确性(AUC, 0.808)没有提高(P=0.323)。具有3个参数的MRI诊断准确性显著高于具有2个参数的MRI(P<0.001)。DCE、DWI、¹H-MRS 3个参数的MRI的灵敏度最高(100%)，比DCE的98.6%高。

敏感性，特异性，NPV和PPV：具有3个参数的MRI的特异性87.2%显著高于DCE的64.1%(P<0.001)。具有2个参数MRI的敏感性也达到100%，但特异性下降了61.5%。3个参数的MRI PPV为93.7%，明显高于单独DCE的83.9%(P<0.001)。与单独DCE MRI相比，有2个参数的MRI PPV 83.1%。具有2或3个参数的MRI的NPV增加到100%，而DCE为96.2%。所有3个参数的MRI可以消除假阴性结果，假阳性结果显著减少，从DCE的14例和MRI的15例(2个参数)减少到5例(3个参数)(P=0.002)。如表5。

表1 乳腺3.0T磁共振扫描序列及参数

Sequence	TR(ms)	TE(ms)	THICKNESS(mm)	INDEX(mm)	NEX	FOV(mmXmm)
T ₁ WI-FLASH	6	2.46	5	0.5	2	360X360
STIR T ₂ WI	4000	54	5	0.5	2	384X384
DWI	700	55	5	2	3	360X146
¹ H-MRS	1600	155			1	120X120
DCE	4.5	1.7	1		2	370X370

表2 乳腺正常组织与病变的ADC值

分组	ADC(均数标准误 $\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$) b=800s/mm ²
浸润性导管癌	1.1600.030
导管原位癌	1.1960.039
不典型增生	1.3080.032
导管上皮增生	1.4620.159
正常纤维腺体组织	1.9020.164

表3 2013年新版对肿块的BI-RADS的规定

形状	卵圆形、圆形、不规则形
边缘	清楚、不规则、毛刺
强化方式	均匀、不均匀、环形
TIC曲线	I型为流入型；II型为平台型；III型为流出型

3 讨 论

我们的研究结果显示，使用DCE、DWI、¹H-MRS这3个参数的MRI对乳腺癌诊断的准确性最高。两个参数的MRI诊断准确性与单独DCE诊断准确性相比大致相仿。我们的研究表明，每个MRI参数都增加病变诊断准确性，但只有3个参数MRI才能增加病变的敏感性和特异性，从而显著提高诊断的准确性。使用3个参数的MRI诊断没有假阴性，与单参数和双参数MRI诊断相比，假阳性病变明显减少。此外，具有3个参数的MRI有可能避免仅由DCE推荐的近三分之二不必要的乳腺活组织检查。虽然3参数MRI导致扫描时间增加，但是诊断准确性的提高导致不必要的乳腺活组织检查的减少对患者是有益的，甚至是具有成本效益的，尽管没有进行正式的成本-效果分析。Ilima M等多位学者也提到了这一观点^[9-12]。即使使用多参数MRI，也有一些假阳性病变。本研究中，活检时有4个高危病变，高危病变如不典型导管增生是侵袭性乳腺癌

表4 组织病理学诊断所有的恶性(n=74)和良性(n=39)乳腺病变(例)

恶性肿瘤组织病理学分型	74例	65.5%	良性肿瘤组织病理学分型	39例	34.5%
浸润性导管癌	52	46	高危病灶	4	3.5
浸润性小叶癌	11	9.7	纤维性腺瘤	18	15.9
粘液癌	2	1.8	乳头状瘤	2	1.8
乳头状癌	1	0.9	增生、结节性硬化	3	2.7
转移瘤	2	1.8	乳腺纤维囊性改变	5	4.4
导管原位癌	6	5.3	慢性脓肿，脂肪坏死	7	6.2

表5 参数分组的敏感性、特异性、PPV、NPV、诊断准确性、AUC和95%置信区间(括号内)

参数	敏感性	特异性	阴性预测值	阳性预测值	准确性	AUC
DCE	98.6%(92.7%-99.8%)	64.1%(48.4%-77.3%)	83.9%(74.8%-90.2%)	96.2%(81.1%-99.3%)	86.7%(79.2%-91.8%)	0.814(0.72-0.91)
DCE DWI	100%(93.6%-100%)	61.5%(44.7%-76.2%)	83.1%(74%-89.5%)	100%(86.2%-100%)	86.7%(79.2%-91.8%)	0.808(0.71-0.91)
DCE						
¹ H-MRS	100%(93.6%-100%)	61.5%(45.9%-75.1%)	83.1%(74%-89.5%)	100%(86.2%-100%)	86.7%(79.2%-91.8%)	0.808(0.71-0.91)
DCE,DWI、 ¹ H-MRS						
¹ H-MRS	100%(95.1%-100%)	87.2%(73.3%-94.4%)	93.7%(86.0%-97.3%)	100%(89.8%-100%)	95.6%(90.1%-98.1%)	0.936(0.87-0.99)

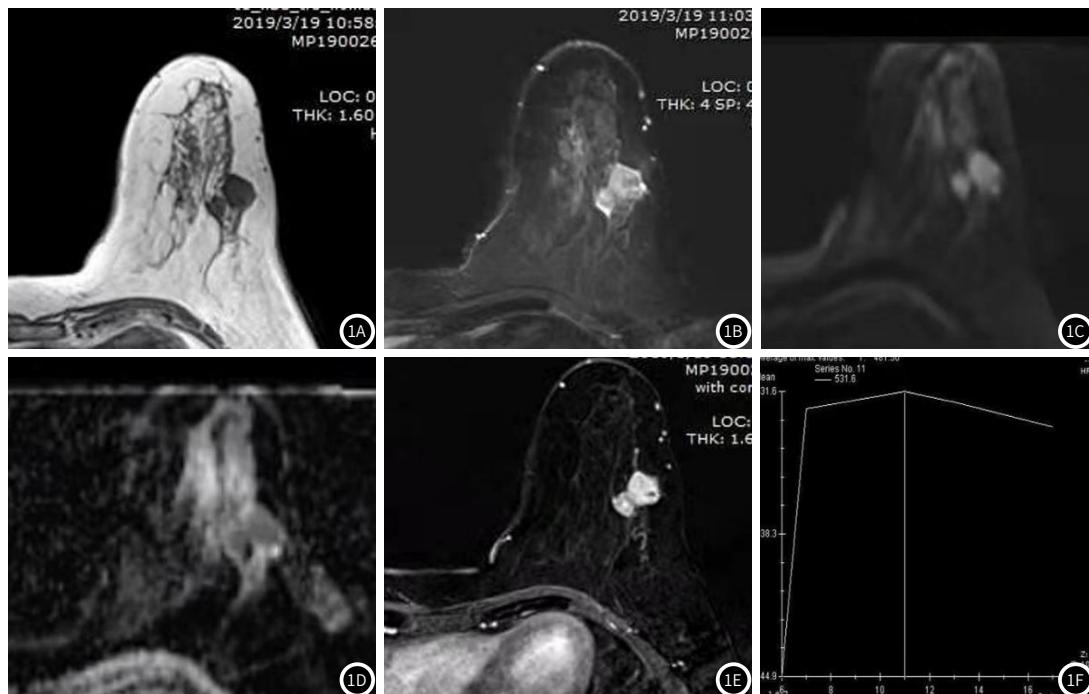


图1A~图1F 58岁女性，病理示浸润性导管癌。从图1A到图1F，图1A: T₁WI左侧乳腺外下象限等T₁信号肿块；图1B: 压脂T₂WI呈略长T₂信号；图1C: DWI相呈高信号，图1D: ADC图呈低信号，ADC值约为0.98×10⁻³mm²/s；图1E: 增强后，肿块影呈明显强化；图1F: 增强曲线呈III型流出型曲线。

的早期病变，这些病变在所有3个参数的MRI上仍然假阳性，这可能反映了恶性的早期改变。另一个假阳性是代谢活跃的具有高细胞密度的少年纤维腺瘤。其余假阳性病变为临床无症状的慢性脓肿，形态和动力学特征可疑，ADC值下降，¹H-MRS波谱阴性。

过去有几项研究通过两个参数评估MRI在乳腺癌诊断中的作用，即DCE和DWI或¹H-MRS。Leithner D等人研究了DCE和DWI联合评估乳腺肿瘤，作者报道特异性增加到86.5%，但敏感性降低了95.2%^[1-5]。Yabuchi等人报道了DCE、DWI的相似结果^[6-7]。在所有这些研究中，特异性的提高导致了敏感性的降低。相比之下，本研究中的联合检查方法使敏感性增加到100%，但特异性没有增加。一些研究小组评估了¹H-MRS的诊断准确性^[8-11]。最近的一项分析报告称¹H-MRS对乳腺癌诊断具有很高的特异性^[12-15]。这种特异性可能会进一步提高乳腺病变影像诊断的准确性。然而，将DCE与¹H-MRS相结合的实用算法至今尚未提出。数据表明，在诊断准确性方面，2参数MRI不如3参数MRI有利^[16-17]。

在本研究中，DWI和¹H-MRS数据均是在DCE图像上发现病变后进行判读。乳腺恶性肿瘤的常见强化方式：增强早期病灶边缘

锐利，随后病灶外围逐渐变得模糊；向心性强化；内部分隔强化；段样强化，尖端指向乳头；鹅卵石样强化；网格状强化。乳腺良性肿瘤的常见强化方式：病灶强化过程中始终保持清晰锐利边缘；均匀性强化；离心性强化；分隔不强化。高b值图像的DWI病变识别已有方法，但在DCE图像上没有病变识别的情况下，¹H-MRS在乳腺成像中的应用尚无数据。由于DCE图像上的病灶识别是最常用的方法，我们在本研究中选择了这种方法；因此，DWI和¹H-MRS不单独或联合评估。

不利因素：因为国际上并不存在定量MRI结果的参考值^[18-21]，在多参数方法中提供这样的参考值将需要巨大的病例数目，远远超出本研究病例数量的范围。到目前为止，由于病例数量的局限性，只有很少的3参数病例数据发表影像学杂志上。本研究中使用的方法在研究开始前就已确定，易于应用临床实践，并获得了较高的诊断准确性。在本研究中，非肿块样强化的病例的数量较肿块样强化的病例数量相对减少，这样与浸润性导管癌的数量相比，单纯导管原位癌和浸润性小叶癌的数量相对较少，这限制了三个参数组合MRI在这些疾病中的具体表现。然而，在这项连续患者的研究中，

恶性病变分型的集体分布是预期的，本研究的样本具有代表性^[22]。

结论：具有3个参数(DCE、DWI和1H-MRS)的MRI对乳腺癌的诊断准确率高于单独DCE或仅具有2个参数的MRI。

参考文献

- [1]Jemal A, Siegel R, Xu J, et al. Cancer statistics, 2010 [J]. CA Cancer J Clin, 2010, 60(5): 277–300.
- [2]Sharma U, Sah R G, Agarwal K, et al. Potential of diffusion-weighted imaging in the characterization of malignant, benign, and healthy breast tissues and molecular subtypes of breast cancer [J]. Front Oncol, 2016, 6: 126.
- [3]Sah R G, Agarwal K, Sharma U, et al. Characterization of malignant breast tissue of breast cancer patients and the normal breast tissue of healthy lactating women volunteers using diffusion MRI and in vivo 1H MR spectroscopy [J]. J Magn Reson Imaging, 2015, 41(1): 169–174.
- [4]Rahbar H, Partridge S C. Multiparametric MR Imaging of Breast Cancer [J]. Magn Reson Imaging Clin N Am, 2016, 24(1): 223–238.
- [5]Zhang L, Tang M, Min Z, et al. Accuracy of combined dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging and diffusion-weighted imaging for breast cancer detection: a meta-analysis [J]. Acta Radiol, 2016, 57(6): 651–660.
- [6]Fornasa F, Pinali L, Gasparini A, et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging in focal breast lesions: analysis of 78 cases with pathological correlation [J]. Radiol Med, 2011, 116(2): 264–275.
- [7]Sah R G, Sharma U, Parshad R, et al. Association of estrogen receptor, progesterone receptor, and human epidermal growth factor receptor 2 status with total choline concentration and tumor volume in breast cancer patients: an MRI and in vivo proton MRS study [J]. Magn Reson Med, 2012, 68(4): 1039–1047.
- [8]Sharma U, Agarwal K, Hari S, et al. Role of diffusion weighted imaging and magnetic resonance spectroscopy in breast cancer patients with indeterminate dynamic contrast enhanced magnetic resonance imaging findings [J]. Magn Reson Imaging, 2019, 61: 66–72.
- [9]Klopp D W, van de Bank B L, Raaijmakers A, et al. 31P MRSI and 1H MRS at 7 T: initial results in human breast cancer [J]. NMR Biomed, 2011, 24(10): 1337–1342.
- [10]Ramazan A, Demircioglu O, Ugurlu U, et al. Efficacy of single voxel 1H MR spectroscopic imaging at 3T for the differentiation of benign and malignant breast lesions [J]. Clin Imaging, 2016, 40(5): 831–836.
- [11]Montemezzi S, Cavedon C, Camera L, et al. (1)H-MR spectroscopy of suspicious breast mass lesions at 3T: a clinical experience [J]. Radiol Med, 2017, 122(3): 161–170.
- [12]Arabal E, Asadov R, Ramazan A, et al. Multiparametric breast MRI with 3T: Effectivity of combination of contrast enhanced MRI, DWI and 1H single voxel spectroscopy in differentiation of Breast tumors [J]. Eur J Radiol, 2016, 85(5): 979–986.
- [13]Pinker K, Bogner W, Baltzer P, et al. Improved diagnostic accuracy with multiparametric magnetic resonance imaging of the breast using dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging, diffusion-weighted imaging, and 3-dimensional proton magnetic resonance spectroscopic imaging [J]. Invest Radiol, 2014, 49(6): 421–430.
- [14]Kul S, Cansu A, Alhan E, et al. Contribution of diffusion-weighted imaging to dynamic contrast-enhanced MRI in the characterization of breast tumors [J]. AJR Am J Roentgenol, 2011, 196(1): 210–217.
- [15]Pinker K, Baltzer P, Bogner W, et al. Multiparametric MR imaging with high-resolution dynamic contrast-enhanced and diffusion-weighted imaging at 7 T improves the assessment of breast tumors: a feasibility study [J]. Radiology, 2015, 276(2): 360–370.
- [16]Vassou K, Tsougos I, Kousi E, et al. Application value of 3T (1)H-magnetic resonance spectroscopy in diagnosing breast tumors [J]. Acta Radiol, 2013, 54(4): 380–388.
- [17]罗凤莲, 漆赤, 何莎莎, 等. 钆靶、超声联合MRI检查对早期乳腺癌诊断的价值 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2016, 14(5): 65–67.
- [18]Bogner W, Pinker-Domenig K, Bickel H, et al. Readout-segmented echo-planar imaging improves the diagnostic performance of diffusion-weighted MR breast examinations at 3.0 T [J]. Radiology, 2012, 263(1): 64–76.
- [19]Pinker K, Bickel H, Helbich T H, et al. Combined contrast-enhanced magnetic resonance and diffusion-weighted imaging reading adapted to the "Breast Imaging Reporting and Data System" for multiparametric 3-T imaging of breast lesions [J]. Eur Radiol, 2013, 23(7): 1791–1802.
- [20]Rahbar H, Zhang Z, Chenevert T L, et al. Utility of diffusion-weighted imaging to decrease unnecessary biopsies prompted by breast MRI: a trial of the ECOG-ACRIN cancer research group (A6702) [J]. Clin Cancer Res, 2019, 25(6): 1756–1765.
- [21]Bickel H, Pinker K, Polanec S, et al. Diffusion-weighted imaging of breast lesions: Region-of-interest placement and different ADC parameters influence apparent diffusion coefficient values [J]. Eur Radiol, 2017, 27(5): 1883–1892.
- [22]秦甫. 乳腺钼靶、超声弹性成像与MRI临床用于诊断乳腺癌的随机对照分析 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2016, 14(1): 66–68.

(收稿日期: 2021-02-14)

(校对编辑: 孙晓晴)

(上接第 88 页)

提高其准确性，尤其是对重度狭窄患者，冠状动脉CTA联合TTE有效率高于单独的冠状动脉CTA检测^[10-11]。研究发现CAG检查FFRCT≤0.8血管49支，诊断为心肌缺血患者46例，冠状动脉CTA检查FFRCT≤0.8血管44支，诊断为心肌缺血患者40例，冠状动脉CTA诊断心肌缺血准确率为84.00%，敏感度76.09%，特异性90.74%，阳性预测值87.50%，阴性预测值81.67%，Kappa值为0.675。冠状动脉CTA在心肌缺血的检查过程中，其成像容易受患者的心率、呼吸、斑块钙化、支架等因素影响，对检测结果形成干扰，因此患者在检查前要对身体状态进行调整，心率尽量控制在70次/min，尽量配合医生检查^[12-13]。研究结果显示，CTA联合TTE检查诊断为心肌缺血患者42例，冠状动脉CTA诊断心肌缺血准确率为90.00%，敏感度84.78%，特异性94.44%，阳性预测值92.86%，阴性预测值87.93%，Kappa值为0.797。心肌缺血会对心室节段的收缩功能造成影响，左心腔内压力失衡，血液在局部心腔内无效往返，加速心功能恶化，收缩不同步，进一步损害患者的心功能^[14]。TTE检查可通过心内膜准确的测量心腔容积，评估心室容积和收缩功能，不受心室重构的影响，在检测节段性室壁运动异常中具有较大的优势^[15]。CTA联合TTE检查能够准确的评估冠脉狭窄导致的心肌缺血严重程度及缺血心肌左室收缩同步性，提高诊断的有效性。

综上所述，冠状动脉CTA联合TTE检查可有效评价冠脉狭窄所致的心肌缺血严重程度，对患者，具有无创、价格低廉等优势，不能进行CAG检查或血管重建术后复查患者可采取这种检测方式。

参考文献

- [1]徐宝华, 李楠, 朱家庭. 冠状动脉粥样硬化性心脏病慢性心力衰竭患者血清microRNA-499水平及与心功能和心肌重构的相关性 [J]. 中国现代医学杂志, 2020, 30(2): 104–108.
- [2]苏海霞, 朱雅琴, 张天婉, 等. 冠状动脉粥样硬化性心脏病患者碎裂QRS波的分布特征及其与左心室重构的关系 [J]. 上海交通大学学报(医学版), 2019, 39(10): 1162–1166.
- [3]朱银梅, 李海嵘. 超声颈动脉内膜厚度与斑块诊断冠状动脉粥样硬化性心脏病的价值对比 [J]. 中国现代医学杂志, 2020, 30(6): 105–109.
- [4]王昊, 穆朝伟, 朱成刚, 等. 冠状动脉造影三维重建评估分叉角度对冠状动脉分叉病变介入治疗中分支血管闭塞的影响 [J]. 中国循环杂志, 2020, 35(1): 37–42.
- [5]赵雪梅, 李家俊, 刘亚欣, 等. 多层螺旋CT血管造影在评价冠状动脉粥样硬化性心脏病患者心肌缺血程度中的价值 [J]. 中国临床保健杂志, 2017, 20(6): 693–696.
- [6]张艺, 贺林. 经胸超声心动图在婴幼儿先天性主动脉瓣上狭窄诊断中的临床价值 [J]. 临床心血管病杂志, 2017, 33(7): 675–677.
- [7]武瑞凤. 冠状动脉CT血管成像联合动态心电图对冠心病心肌缺血的诊断价值 [J]. 中国药物与临床, 2020, 20(7): 1094–1095.
- [8]代振涛, 刘培培, 尹航, 等. 影响老年缺血性心脏病患者预后的危险因素 [J]. 中国老年学杂志, 2020, 40(8): 1577–1580.
- [9]刘振华, 张艳红, 董杰, 等. 榆皮素通过上调SIRT1降低心肌缺血/再灌注微血管通透性 [J]. 中国病理生理杂志, 2020, 36(4): 644–651.
- [10]贾玉琳, 谢德轩, 张金玲, 等. CT在冠状动脉粥样硬化性心脏病“一站式”应用的研究进展 [J]. 临床放射学杂志, 2018, 37(12): 175–178.
- [11]高扬, 王成英, 周艳丽, 等. 负荷动态CT心肌灌注结合冠状动脉CT血管成像对冠心病心肌缺血的诊断价值 [J]. 中华放射学杂志, 2017, 51(4): 246–250.
- [12]单冬凯, 杨俊杰, 奚冠华, 等. 冠状动脉CT血管造影获得的无创血流储备分数对心肌缺血的诊断价值 [J]. 解放军医学杂志, 2018, 43(1): 33–37.
- [13]吴松, 凌云鹏, 傅元豪, 等. “分站式”杂交冠状动脉血运重建术治疗73例冠状动脉多支血管病变临床中期随访结果分析 [J]. 中国循环杂志, 2017, 32(1): 17–20.
- [14]龚芳, 刘建飞. 基于三维心脏超声定量分析冠心病介入治疗前后心肌运动及心功能 [J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2018, 16(9): 1233–1235.
- [15]王小燕, 薛红元, 王小平, 等. 实时三维超声心动图定量评估冠状动脉粥样硬化性心脏病的研究进展 [J]. 中华生物医学工程杂志, 2018, 24(3): 220–223.

(收稿日期: 2020-06-14)

(校对编辑: 朱丹丹)