# • 乳腺影像学• 钼靶及 MRI 纹理分析技术在乳腺良恶性病灶的诊断价值

陈晓东,黄远明,陈梓盼,罗文暄,罗树存,黄东玲,许定华,罗泽斌

【摘要】 目的:探讨综合乳腺 MRI 多个序列、钼靶联合 MRI 纹理分析对乳腺良、恶性病灶的诊断 价值。方法:搜集本院 2014 年 6 月-2019 年 12 月 116 例乳腺钼靶图像(恶性 57 例,良性 59 例)及 96 例乳腺 MRI(恶性 45 例,良性 51 例)的横轴面 T<sub>2</sub>WI 脂肪抑制序列、DWI 及增强后的第 2、3 期(C2、C3) 图像进行回顾性纹理分析,其中同时行钼靶及 MRI 检查的患者为 30 例(良性 14 例,恶性 16 例)。使用 C.K.(CT Kinetics, GE Healthcare)软件提取图像的纹理参数,通过秩和检验、独立样本 t 检验找出良、 恶性两组间差异有统计学意义的纹理参数,通过受试者操作特征(ROC)曲线分析得出各序列参数的曲 线下面积(AUC),计算约登指数最大时诊断良、恶性乳腺的阈值、敏感度和特异度。将钼靶及乳腺 MRI 各个序列中 AUC 值最大的参数作为联合诊断指标,通过 logistics 回归求出联合预测因子,再次构建 ROC 曲线,比较并评价诊断效能。结果:在钼靶上得出三阶纹理参数中的短距灰度参数差异有统计学 意义,其AUC值为0.66,选取钼靶侧斜位的短距灰度参数≤222264.00作为诊断恶性的标准,敏感度及 特异度分别为 86%、35%。在 MRI 上差异有统计学意义的纹理参数中 T。WI、C2、C3 期中的二阶纹理 参数 Correlation 及 DWI 中的二阶纹理参数 Haralick Promi-nence 的 AUC 值最高,分别为 0.68、0.72、 0.74、0.70;当约登指数最大时,以T<sub>2</sub>WI的Correlation $\geq 3.55 \times 10^{-5}$ 、C2的Correlation $\geq 3.21 \times 10^{-5}$ 、 C3 的 Correlation ≥ 5.30×10<sup>-5</sup>, DWI 的 Haralick Correlation ≥ 4.15×10<sup>9</sup> 做为诊断恶性病灶标准时, 敏 感度及特异度分别为76%、55%,87%、51%,80%、65%,91%、47%;综合乳腺MRI多个序列、钼靶联 合乳腺 MRI 多个序列诊断乳腺恶性病灶的 AUC 值分别约 0.87(95%CI 为 0.63~1.00)、0.91(95%CI 为 0.81~1.00),当约登指数最大时,联合预测因子的诊断点分别为 0.64、0.51,敏感度及特异度分别为 81%、86%,88%、86%。结论:综合乳腺 MRI 多个序列的纹理特征可以提高乳腺良、恶性肿瘤的鉴别诊 断效能,钼靶联合乳腺 MRI 多个序列的纹理分析优于单一的钼靶或乳腺 MRI。

【关键词】 乳腺肿瘤; 钼靶; 磁共振成像; 纹理分析

【中图分类号】R445.2;R737.9 【文献标志码】A 【文章编号】1000-0313(2021)02-0194-07

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.02.009 开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Diagnostic value of mammography and MRI texture analysis technique in benign and malignant breast lesions** CHEN Xiao-dong, HUANG Yuan-ming, CHEN Zi-pan, et al. Department of Radiology, the Affiliated Hospital of Guangdong Medical University, Guangdong 524001, China

**[Abstract]** Objective: To investigate the diagnostic value of multiple breast MRI sequences combined with mammography in breast benign and malignant lesions using texture analysis.**Methods**: One hundred and sixteen cases performed with mammography (57 malignant cases, 29 benign cases) and 96 cases performed with breast MRI (45 malignant cases, 51 benign cases) from June 2014 to December 2019 were included and analyzed in this study. Thirty patients (14 benign cases, 16 malignant cases) underwent both mammography and MRI. The axial  $T_2$  WI with fat suppression, DWI and phase 2 and phase 3 (C2 and C3) enhanced images were collected for MRI analysis. C.K. (CT kinetics, GE Healthcare) software was used to extract texture features. Rank sum test and independent sample *t*test were used to explore the texture features with statistical difference between the two groups. The area under the curve (AUC) was calculated by receiver operating characteristic curve (ROC) analysis

作者单位:524001 广东,广东医科大学附属医院放射科(陈晓东、黄远明、罗文暄、罗树存、黄东玲、许定华、罗泽斌);518108 广东,深圳市宝安区石岩人民医院超声科(陈梓盼)

作者简介:陈晓东(1981-),男,广东省新兴人,博士,副主任医师,主要从事头颈部、乳腺及骨肌影像诊断工作。 通信作者:许定华,E-mail:820037924@qq.com

基金项目:湛江市科技发展专项资金竞争性分配项目(2019A01026、2020A01024);广东医科大学附属医院博士基金(BJ201521)

for each sequence. The threshold, sensitivity and specificity for diagnosing benign and malignant lesions were calculated using the maximum Youden index. Features with the highest AUC value extracted from mammography and each sequence of breast MRI were selected to construct a combined diagnostic model. The ROC curve of combined predictor obtained by logistic regression was also performed, and the AUC value was compared with former models. **Results**: The short-range gray-scale feature in the third-order texture features showed statistically significant between the two groups, with an AUC value of 0.66. The sensitivity and specificity were 86% and 35% respectively, using the cot-off value of short-range gray-scale parameters  $\leqslant$  222264.00. The correlation in the second-order texture features extracted from T<sub>2</sub>WI,C2 and C3 images and Haralick Prominence extracted from DWI images showed statistically significant between the two groups, with AUC values of 0.68, 0.72, 0.74 and 0.70, respectively.The Youden indexes were largest when choosing  $T_2$  WI $\geqslant$ 3.55 imes 10 $^{-5}$  , the correlation of C2  $\geqslant$  $3.21 \times 10^{-5}$  , the correlation of  $C3 \ge 5.30 \times 10^{-5}$  , and the Haralick correlation of DWI  $\ge 4.15 \times 10^{9}$  , and the sensitivity and specificity were 76% and 55%, 87% and 51%, 80% and 65%, 91% and 47%, respectively. The AUC values of multi-sequences based MRI model and mammography combined with multi-sequences based MRI model were 0.87 (95% CI:0.63~1.00) and 0.91 (95% CI:0.81~1.00), respectively. The sensitivity and specificity were 81% and 86%, 88% and 86% respectively when the Yoden indexes were the largest with the cut-off values of 0.64 and 0.51. Conclusion: Combing the texture features of multiple sequences of breast MRI can improve the diagnostic efficiency for benign and malignant lesions. Mammography combined with multiple sequences breast outperformed mammography or breast MRI alone.

**(Key words)** Breast neoplasms; Mammography; Magnetic resonance imaging; Texture analysis

女性乳腺癌发病率仅次于宫颈癌和肺癌<sup>[1]</sup>,且逐 渐升高并呈两极化趋势(年轻化≪35岁和老龄化≥60 岁)<sup>[2-3]</sup>。早期诊治可有效提高该类患者的生存率,使 其5年生存率高达94.6%<sup>[4]</sup>,反之,诊治不及时则可导 致病死率高<sup>[5]</sup>。如何有效地检测肿瘤的异质性仍是乳 腺癌诊治的一个难题和挑战<sup>[6]</sup>。目前可用于检测肿瘤 异质性的医学影像方法如超声、钼靶、CT、MRI及 PET/CT等各有优、劣势<sup>[7-8]</sup>,还存在容易受影像医师 个人主观意识影响等缺点。从医学影像图像中提取数 据的纹理分析技术能够识别、提取、量化一些人眼所不 能识别的纹理特征,提高对疾病的诊断效能<sup>[9-13]</sup>。本 研究拟通过综合乳腺 MRI 多个序列、钼靶联合 MRI 纹理分析,旨在提高乳腺良、恶性病灶的诊断敏感度及 特异度,为该类患者的诊断及预后评估提供更多定量 信息。

#### 材料与方法

## 1. 一般资料

回顾性分析 2014 年 6 月-2019 年 12 月在本院 接受钼靶和 MRI 检查的乳腺肿瘤患者,患者均为女 性。116 例钼靶检查中恶性 57 例(年龄 25~81 岁), 良性 59 例(23~71 岁),96 例乳腺 MRI 检查中恶性 45 例(20~70 岁),良性 51 例(14~56 岁)。其中同时 行钼靶及 MRI 检查的患者为 30 例(良性 14 例,恶性 16 例)。恶性肿瘤包含导管原位癌、小叶原位癌、浸润 性导管癌、Pagets病、黏液癌、癌肉瘤、交界性叶状肿 瘤等,良性肿瘤包含纤维腺瘤、导管内乳头状瘤、化脓 性肉芽肿性炎、良性叶状肿瘤、错构瘤等。所有乳腺病 灶均经病理检查确诊。

2. 检查方法

乳腺钼靶检查采用 GE Senographe 2000D 型钼-铑双靶全视野数字化乳腺机,拍摄双侧乳腺内外侧斜 位(mediolateral oblique,MLO)和头尾位(cranial caudal,CC)片。侧斜位:机架倾斜 30°~60°,患者受检侧 上臂抬高,以充分显露乳腺及腋窝。头尾位:使患者受 检侧乳房下皱褶平齐置于平台中央。选用 AUTO-TIME 曝光模式。依据患者年龄及乳腺发育情况自动 设定曝光条件,电压 28 kV,电流 60 mAs。从 PACS 系统中导出 DICOM 格式图像。

MR 扫描采用 GE Signa Excite HD 3.0T 磁共振 扫描仪以及乳腺专用 8 通道相控阵线圈。扫描时患者 为俯卧位,嘱患者保持平静呼吸。扫描序列及参数如 下:① 横轴面 T<sub>1</sub>WI 序列(TR 420 ms, TE 6.8 ms, FOV 32 cm×32 cm);②横轴面 T<sub>2</sub>WI 抑脂序列(TR 5159 ms, TE 88.6 ms, FOV 32 cm×32 cm);③横轴面 DWI 序列(b=1000 s/mm<sup>2</sup>);④T<sub>1</sub>WI 抑脂动态增强 扫描(dynamic contrast enhanced, DCE),每期 60 s,层 厚 1.4 mm,无间隔扫描,第 1 期为平扫蒙片,其后注射 钆双胺对比剂,剂量为 0.1 mmol/kg,速度为 3.0 mL/s,经肘静脉团注,以 20 mL 生理盐水冲管,连 续扫描 6 期;最后进行延时扫描和腋窝淋巴结扫描。 图像自动传入后处理工作站,行时间-信号强度曲线 (time-signal intensity curve, TIC)及 ADC 值测量等 后处理。

3. 钼靶及乳腺 MRI 纹理参数的获取

将 DICOM 格式的病灶侧钼靶图像(CC 位及 MLO 位)及 T<sub>2</sub>WI、DWI、动态增强的 C2、C3 各期图像 分别从 C.K.(CT Kinetics,GE Healthcare)软件中第 三步(3-results)直接导入,在 C.K 软件上调至合适的 窗宽窗位,选取病灶最大层面(应避免含有较多的坏死 灶层面)手动勾画 ROI,即可获得选定 ROI 的纹理特 征参数。同一患者各期图像尽可能在同一层面勾画 (图 1、2)。

4. 统计学方法

采用 SPSS 19.0 统计软件。对获得的钼靶及 MRI 各序列的纹理参数行秩和检验(非正态分布)或独立样 本 t 检验(正态分布)(P 值<0.05 定义为有统计学差 异),得出组内良恶性病灶有统计学差异的纹理参数, 再行受试者操作特征(receiver operator characteristic,ROC)曲线分析,得出各期参数的曲线下面积(area under curve,AUC)及当约登指数最大时诊断良、恶性 病灶的阈值、敏感度、特异度。将钼靶及 MRI 各个序 列中 AUC 值最大的参数作为联合诊断指标,通过 logistics 回归求出联合预测因子,再次构建 ROC 曲线。

# 结 果

钼靶及 MRI 图像最后统计分析均获得 33 个纹理 参数,为 13 个一阶的直方图参数(Histogram parameters)、8 个二阶的灰度共生矩阵(GLCM)特征参数、12 个三阶灰度行程长度矩阵(GLRL)。

1. 乳腺良恶性结节钼靶纹理特征诊断效能

钼靶 CC 位及 MLO 位中均只有三阶参数中的 ShortRunHightGreyLevelEmphasis(短距灰度)差异 有统计学意义,其余参数差异均无统计学意义(表 1), 进一步检验该参数在 CC 位及 MLO 位上的诊断效能 是否有差异,行 medcalc 的 ROC 曲线分析,结果显示 该参数在两种体位中诊断效能无差异(P = 0.6781) (表 2,图 3)。使用 MLO 位上该纹理参数来诊断乳腺 良恶性病灶时,其 AUC 值为 0.66(95% CI 为  $0.56 \sim$ 0.75),以该纹理参数值《222264.00 作为诊断恶性病灶的 标准时,敏感度及特异度分别为 86%、35%(表 3,图 4)。

表 1 钼靶 CC 位及 MLO 位 t 检验时统计分析结果

|   | ~~ I   | HILL CO LAN |              | 2 12 11 90 11 14 11 | 20 M   |
|---|--|-------------|--------------|---------------------|--------|
|   | 体位   | 均值          | 标准偏差         | <i>t</i> 值          | P 值    |
|   | CC 位   | 28225.22    | 10267.44     | 2.75                | 0.01   |
| _ | MLO 位  | 25883.39    | 10225.79     | 2.53                | 0.01   |
| 表 | 2 钼靶 CC  | 位及 MLO 位    | こ行 medcalc I | 的 ROC 曲线分;          | 析的诊断效能 |
|   | 体位   |             | Z 值          | 95%CI               | P 值    |
|   | CC 位~M   | LO 位        | 0.42         | $-0.07 \sim 0.11$   | 0.68   |
|   | a de la companya de | 長3 钼靶 MI    | LO 位行 ROO    | C曲线分析结果             |        |
|   | 体化   | ALIC 4      | 上次出          | D / s (             |        |

| 体位    | AUC 值 | 标准误  | P 值  | 95 % CI          |  |
|-------|-------|------|------|------------------|--|
| MLO 位 | 0.66  | 0.51 | 0.00 | $0.56 \sim 0.75$ |  |
|       |       |      |      |                  |  |



图 1 女,57岁,右乳浸润癌。钼靶及乳腺 MRI 横轴面图像的 ROI 勾画图。a)钼靶 CC 位;b)钼靶 MLO 位; c)MRI 的 T<sub>2</sub> 压脂;d)DWI;e)MRI 的 C2;f)C3。



图 2 女,35岁,(左)乳腺纤维腺瘤并间质玻璃样变性、局灶钙化。钼靶及乳腺 MRI 轴位图像的 ROI 勾画 图。a)钼靶 CC 位;b)钼靶 MLO 位;c)MRI 的 T<sub>2</sub> 压脂;d)DWI;e)MRI 的 C2;f)C3。

2. 乳腺良恶性结节 MRI 的纹理特征诊断效能

T<sub>2</sub>WI、DWI、动态增强的 C2、C3 两期良恶性结节 有统计学差异的参数较多(表 4)。对这些参数进行 ROC 曲线分析并计算 AUC, AUC 最大的参数在 T<sub>2</sub>WI、动态增强的 C2、C3 两期均为 Correlation, 对应 的 AUC 值分别为 0.68、0.72、0.74。AUC 最大的参数 在 DWI 序列的参数为 HaralickCorrelation, AUC 值 为 0.70。当约登指数最大时,以 T<sub>2</sub>WI 的 Correlation  $\geq 3.55 \times 10^{-5}$ 、C2 的 Correlation $\geq 3.21 \times 10^{-5}$ 、C3 的 Correlation $\geq 5.30 \times 10^{-5}$ 、DWI 的 HaralickCorrelation $\geq 4.15 \times 10^9$  作为诊断恶性病灶标准时,其敏感度 及特异度分别为 76%、55%,87%、51%,80%、65%, 91%、47%(表 5,图 5)。

3. 综合乳腺 MRI 多个序列、钼靶联合乳腺 MRI

w m h h

MDIED

## 纹理特征诊断效能

为了进一步分析钼靶纹理特征、综合乳腺 MRI 多 个序列的纹理特征以及钼靶联合乳腺 MRI 纹理特征 诊断乳腺良恶性病灶的效能,以钼靶 MLO 位的 Short-RunHightGreyLevelEmphasis(短距灰度)  $\leq$  222264.00、 T<sub>2</sub> WI 的 Correlation  $\geq$  3.55 × 10<sup>-5</sup>、C2 的 Correlation  $\geq$  3.21 × 10<sup>-5</sup>、C3 的 Correlation  $\geq$  5.30 × 10<sup>-5</sup>、DWI 的 HaralickCorrelation  $\geq$  4.15 × 10<sup>9</sup> 作为诊断恶性病 灶标准,首先判断其中同时行钼靶及乳腺 MRI 检查的 患者乳腺病灶的良恶性,以疾病状态为因变量,以乳腺 MRI 多个序列(包括 T<sub>2</sub> WI、DWI、C2、C3)、联合钼靶 和乳腺 MRI 多个序列分别为自变量行二元 logistics 分析,求其多指标联合的预测因子、再进一步行 ROC 曲线分析,得出综合乳腺 MRI 多个序列、联合钼靶和

表 4 乳腺 MRI 各序列及各期得出有意义的参数如下

| MRI /F 91                  | 父 生 令 敬   |
|----------------------------|---|
| T <sub>2</sub> WI 参数(14 个) | VolumeCount * 、VoxelValueSum * 、 relativedeviation * ; Energy * 、Inertia * 、Correlation、InverseDifferenceMoment; ShortRunEmphasis * 、 LongRunEmphasis * 、 GreyLevelNonuniformity * 、 RunLengthNonuniformity * 、 LowGreyLevelRunEmphasis * 、 ShortRunLowGreyLevelEmphasis * 、 LongRunLowGreyLevelEmphasis *  |
| DWI 参数(13 个)               | VolumeCount * ,relativedeviation * ;Energy * ,Entropy,Inertia * ,Correlation * ,HaralickCorrelation * ;ShortRunEmphasis * ,LongRunEmphasis * ,RunLengthNonuniformity * ,LowGreyLevelRunEmphasis * ,ShortRunLowGreyLevelEmphasis * ,LongRunLowGreyLevelEmphasis *  |
| C2 参数(17 个)                | VolumeCount * 、VoxelValueSum * 、Kurtosis * 、uniformity、relativedeviation * ; Energy * 、Inertia、<br>Correlation、ClusterProminence * 、HaralickCorrelation * ; ShortRunEmphasis * 、LongRunEmphasis<br>* 、GreyLevelNonuniformity * 、RunLengthNonuniformity * 、LowGreyLevelRunEmphasis * 、Short-<br>RunLowGreyLevelEmphasis * 、LongRunLowGreyLevelEmphasis * |
| C3 参数(16 个)                | VolumeCount * 、VoxelValueSum * 、relativedeviation * ; Energy * 、Entropy、Inertia * 、Correlation、<br>ClusterProminence * 、HaralickCorrelation * ; ShortRunEmphasis * 、LongRunEmphasis * 、GreyLevel-<br>Nonuniformity * 、RunLengthNonuniformity * 、LowGreyLevelRunEmphasis * 、ShortRunLowGrey-<br>LevelEmphasis * 、LongRunLowGreyLevelEmphasis *           |

注:表中右上角带有\*的参数行秩和检验(非正态分布),余参数行独立样本 t检验(符合正态分布)。



图 3 ShortRunHight-GreyLevelEm-phasis 在钼靶 CC 位及 MLO 位的 Medcalc 的 ROC 曲线分析。

图 4 ShortRunHight-GreyLevelEm-phasis 在钼靶 MLO 位的 ROC 曲线分析。

| 序列       | 相应的纹理参数             | AUC 值 | 阈值(恶性)                               | 敏感度及特异度     | P 值   | 95 % CI            |
|----------|---------------------|-------|--------------------------------------|-------------|-------|--------------------|
| $T_2 WI$ | Correlation         | 0.679 | $\geq 3.55 \times 10^{-5}$           | 75.6%,54.9% | 0.002 | 0.572~0.786        |
| DWI      | HaralickCorrelation | 0.697 | $\geq 4.15 \times 10^{9}$            | 91.1%,47.1% | 0.001 | $0.592 \sim 0.802$ |
| C2       | Correlation         | 0.716 | $\geq 3.21 \times 10^{-5}$           | 86.7%,51%   | 0.001 | $0.612 \sim 0.820$ |
| C3       | Correlation         | 0.736 | $\geq$ 5.29 $	imes$ 10 <sup>-5</sup> | 80%,64.7%   | 0.000 | 0.635~0.838        |
| 综合以上多个序列 | —                   | 0.736 | 0.385                                | 80%,67%     | 0.000 | $0.656 \sim 0.839$ |

表 5 乳腺 MRI 各序列及各期 AUC 最大的参数

乳腺 MRI 多个序列诊断乳腺良恶性病灶的 AUC 值 分别为 0.87、0.91,当约登指数最大时联合预测因子的 诊断点分别为 0.64、0.51,敏感度及特异度分别为 81%、86%、88%、86%(表 6,图 6)。

# 讨 论

1. 确定乳腺良恶性病灶的钼靶纹理参数的改变 及诊断阈值

乳腺钼靶检查经济实惠且方便,尤其对钙化显示 较好,早期诊断应用价值较高,在临床上得到广泛的应



图 5 乳腺 MRI 的 T<sub>2</sub>WI、C2、C3 序列 Correlation 及 DWI 序列 HaralickCorrelation 及综合以上多个序列诊断乳腺恶性结节的 ROC 曲线图。 图 6 综合乳腺 MR 多个序列、乳腺 MRI 联合钼靶诊断乳腺恶性病灶的 ROC 曲线分析。

表 6 2 组纹理特征诊断乳腺良恶性病灶的效能

| 方法                | AUC 值 | 标准误  | P 值  | 95 % CI   |
|-------------------|-------|------|------|-----------|
| 综合乳腺 MRI 多个序列纹理特征 | 0.87  | 0.71 | 0.01 | 0.73~1.00 |
| 钼靶联合乳腺 MRI 纹理特征   | 0.91  | 0.53 | 0.00 | 0.81~1.00 |

用<sup>[14]</sup>。但钼靶图像的高容量性、组织的重叠性、低对 比度以及肿块 X 线表现相似性等,使其对于肿块的诊 断价值相对局限,导致其诊断敏感度和符合率较低,且 诊断结果易受医师主观因素的影响。利用纹理分析技 术可从 ROI 内像素灰度值的分布、变化规律中提取一 系列纹理特征,并对特征进行简化,有可能从中找出最 有助于揭示病灶内肉眼无法识别的潜在异质性的纹理 特征参数<sup>[15]</sup>。

本研究中乳腺钼靶的 MLO 位和 CC 位图像经统 计分析均得出三阶参数中的 ShortRunHightGreyLevelEmp-hasis(短距灰度)差异有统计学意义,与杨韬 等<sup>[16]</sup>在乳腺良恶性病灶的纹理分析中得出恶性肿块 的熵值要高于良性肿块,而良性肿块的均匀性要高于 恶性肿块的结果不一致。选取钼靶 MLO 位的短距灰 度参数值《222264.00 作为诊断恶性病灶的标准,其 敏感度为 86%,特异度为 35%。显示其鉴别乳腺良恶 性结节的特异度较低,与彭文静等<sup>[17]</sup>在研究乳腺 X 线 图像纹理分析鉴别乳腺小结节良恶性的价值实验结果 一致。相对单一的钼靶影像学检查,谭红娜等<sup>[18]</sup>的研 究指出,结合 X 线的纹理分析较单一的 X 线影像学诊 断效能高。

2. 确定乳腺良恶性病灶的 MRI 纹理参数的改变 及诊断阈值

乳腺 MRI 应用于乳腺恶性病灶的筛查敏感度较高,但其特异度欠佳,部分良恶性病变的形态学及血液动力学表现存在重叠,易造成对患者过度治疗<sup>[19]</sup>。纹理特征可定量评估肿瘤的异质性从而有助于提高乳腺MR 的诊断效能,并逐渐被应用于临床。Ko 等<sup>[20]</sup>发现乳腺癌异质性与 MR 图像纹理特征具有一定的相关性。

本研究经纹理特征分析及统计分析得出 Correlation为 T<sub>2</sub>WI、动态增强 C2、C3 两期 AUC 最大的参 数,HaralickCorrelation为 DWI 序列 AUC 最大的参 数,提示 Correlation为 T<sub>2</sub>WI 和动态增强 C2、C3 两 期,HaralickCorrelation为 DWI 序列鉴别乳腺良、恶 性结节的最佳纹理参数指标。当约登指数取最大值 时,对应的上述参数阈值作为诊断恶性病灶的敏感度 及特异度分别为 76%、55%;87%、51%;80%、65%; 91%、47%。提示使用这些参数鉴别乳腺良恶性病灶 存在敏感度高而特异度低的情况。Correlation反映 图像中局部灰度相关性,当矩阵元素值均匀相等,图像 纹理细致时,相关值就越大。HaralickCorrelation为 测量图像在行或列方向上的灰度级的相似度,表示局 部灰度相关,其值越大,相关性越大。本实验得出乳腺 良性结节 Correlation、HaralickCorrelation 值均小于 恶性结节。与孙赛花等<sup>[21]</sup>及 Prevos 等<sup>[22]</sup>的研究结果 一致。笔者推断这可能与恶性细胞增殖较快、细胞密 集及组织间隙小的病理改变相关。

动态增强扫描中的 C2、C3 两期纹理特征的 AUC 值较大,这可能与乳腺恶性病灶血供特点有关。恶性 病灶较良性病灶及正常组织有更多的新生血管且这些 血管通透性高,对比剂流经时呈快速流入,因此增强时 良恶性病灶的内部特征差异较大,导致该期相纹理特 征诊断效能较高。

3. 综合乳腺 MRI 多个序列、钼靶联合 MRI 纹理 分析的诊断效能

国内外有较多使用纹理特征来诊断乳腺疾病的报 道,均为单独使用钼靶<sup>[18,23]</sup>或MRI单一或几个序 列<sup>[20,24-26]</sup>。如单独使用DCE-MRI图像纹理分析对乳 腺病灶的诊断及疗效评估的研究<sup>[27]</sup>,使用T<sub>2</sub>WI序列 纹理分析鉴别乳腺良恶性病变<sup>[28]</sup>,使用DCE-MRI结 合DWI对乳腺疾病诊断的价值等<sup>[29]</sup>。本实验是进一 步综合乳腺MRI多个序列及利用钼靶联合乳腺MRI 纹理特征评估鉴别乳腺良恶性病灶的诊断效能。

本实验进一步综合 MRI 的 T<sub>2</sub>WI、DWI、动态增 强的 C2、C3 两期多个序列图像的纹理特征分析,得出 其诊断效能明显高于单一的 MRI 序列。这可能与乳 腺 MRI 各序列由于成像原理不同反映不同的纹理特 征有关,各序列图像相互结合全面分析可更好地反映 乳腺病灶的异质性特征。这与陈文静等<sup>[25]</sup>利用磁共 振不同序列与纹理特征相关性对乳腺结节的诊断价值 的研究中及黄燕琪等<sup>[30]</sup>利用增强 CT 图像的多维联 合纹理特征降低了肝脏实性局灶性病变的良恶性错判 率的结论相一致。

进一步比较钼靶纹理特征、综合乳腺 MRI 多个序 列纹理特征及钼靶联合乳腺 MRI 纹理特征诊断乳腺 良恶性病灶效能,结果表明诊断效能依次提高,AUC 值分别为 0.66、0.87、0.91,其中钼靶联合乳腺 MRI 多 个序列纹理特征诊断乳腺良恶性病灶敏感度及特异度 均最高,分别为 88%、86%,表明钼靶联合乳腺 MRI 多个序列纹理特征诊断乳腺良恶性病灶效能较单一的 钼靶或乳腺 MRI 诊断效能明显提高,特异度也较单一 诊断手段增高。从而降低了乳腺疾病诊断的假阳性, 避免患者过度治疗。这是由于钼靶成像能清楚显示乳 腺微小钙化灶,但也存在无法显示乳腺组织结构、血流 动力学,容易漏诊等较多的局限性;而 MRI 拥有良好 的组织分辨率、可揭示病灶血流动力学表现等优势,但 也存在对微钙化灶显示不足等缺陷。因此钼靶联合乳 腺 MRI 检查可以实现优势互补,相比单一诊断手段可 以提高乳腺良恶性病变的诊断效能。

4. 本研究的局限性及展望

本研究是一个单一机构设计的回顾性研究,会有 不可避免的选择偏差;由于临床实际情况导致研究期 限内无法收集到较大量的同时做了乳腺钼靶及 MRI 的病例,这有可能在一定程度上影响了评价的可靠性, 在后续的研究中可积累更多的病例进一步探讨该问 题。纹理分析中病灶边界的勾画均是放射科医师手动 勾画,对病灶具体轮廓的判定受个人经验影响较大;另 外,由于不使用纹理分析方法进行诊断时,受主观因素 影响较大,且本研究涉及到的成像方法较多进一步加 大了主观因素的影响比重,因此本研究未设计用与不 用纹理分析方法的诊断效能对照。既往多数研究会使 用滤过技术对图像进行标化处理,但本实验缺乏这点。 现有的纹理分析方法均有各自的优劣势,在不同研究 中选择的纹理参数以及设计的分类器也不尽相同,同 时各方法间又缺少有效的对比研究,因此很难统一标 准,应引起研究学者的重视。

总之,综合乳腺 MRI 多个序列的纹理特征可以提高诊断效能,而钼靶联合乳腺 MRI 多个序列的纹理分析的鉴别诊断效能优于单一的钼靶或乳腺 MRI。

#### 参考文献:

- [1] 陆开妹.乳腺癌应用钼靶 X 线联合螺旋 CT 诊断的临床价值分析 [J].影像技术,2018,30(6):43-44.
- [2] DeSantis CE, Fedewa SA, Goding SA, et al. Breast cancer statistics, 2015; convergence of incidence rates between black and white women[J].CA Cancer J Clin, 2016, 66(1); 31-42.
- [3] Yeo W, Lee HM, Chan A, et al. Risk factors and natural history of breast cancer in younger Chinese women[J]. World J Clin Oncol, 2014,5(5):1097-1106.
- [4] 艾勇彪,张丹峰,李文仿,等.青年和老年乳腺癌病理特征及预后差 异的分析[J].现代肿瘤医学,2018,26(23):3764-3767.
- [5] Torre LA, Bray F, Siegel RL, et al. Global cancer statistics, 2012[J].CA Cancer J Clin, 2015, 65(2):87-108.
- [6] Song JL, Chen C, Yuan JP, et al. Progress in the clinical detection of heterogeneity in breast cancer [J]. Cancer Med, 2016, 5(12): 3475-3488.
- [7] 孟淑萍,张正平,王霈,等.CT、超声、X 线钼靶在乳腺癌诊断中的 应用价值研究[J].中国 CT 和 MRI 杂志,2014,12(7):33-35.
- [8] Nie K, Chen JH, Yu HJ, et al. Quantitative analysis of lesion morphology and texture features for diagnostic prediction in breast MRI[J]. Acad Radiol, 2008, 15(12):1513-1525.
- [9] Gillies RJ, Kinahan PE, Hricak H. Radiomics: images are more than pictures, they are data[J]. Radiology, 2016, 278(2): 563-577.
- [10] Miles KA. How to use CT texture analysis for prognostication of non-small cell lung cancer[J].Cancer Imaging, 2016, 16:10.
- [11] Bashir U, Siddique MM, Mclean E, et al. Imaging heterogeneity in lung cancer: techniques, applications, and challenges [J]. AJR,

2016,207(3):534-543.

- [12] 张娜,鄂林宁,吴山,等.CT 纹理分析技术鉴别良恶性孤立性肺 结节[J].中国医学影像技术,2018,34(8):1211-1215.
- [13] 李秋菊,郭启勇,陈海斌,等.基于纹理分析和深度学习的肝纤维 化研究进展[J].放射学实践,2018,33(10):997-1001.
- [14] Guo Y, Sivaramakrishna R, Lu CC, et al. Breast image registration techniques: a survey[J]. Med Biol Eng Comput, 2006, 44 (1-2):15-26.
- [15] 王殊,谢菲.乳腺纤维腺瘤诊治专家共识[J].中国实用外科杂志, 2016,36(7):752-754.
- [16] 杨韬,夏建国,缪锦林,等.基于灰度共生矩阵的乳腺钼靶图像分析[J].中国医学影像学杂志,2012,20(4):306-309.
- [17] 彭文静,徐凯,刘正立,等.乳腺 X 线图像纹理分析鉴别乳腺小结 节良恶性的价值[J].中国医学影像学杂志,2018,26(12):890-893.
- [18] 谭红娜,武明辉,顾建钦,等.乳腺X线图像纹理特征预测乳腺癌 腋窝淋巴结转移[J].中国医学影像技术,2017,(12):1774-1778.
- [19] 许玲辉,顾雅佳.乳腺磁共振在乳腺癌诊断治疗中的运用[J].中 国癌症杂志,2013,(8):613-617.
- [20] Ko ES, Kim JH, Lim Y, et al. Assessment of invasive breast cancer heterogeneity using whole-tumor magnetic resonance imaging texture analysis; correlations with detailed pathological findings [J].Medicine (Baltimore),2016,95(3);e2453.
- [21] 孙赛花,周纯武,赵莉芸,等.动态增强磁共振成像纹理分析预测 乳腺癌新辅助化疗疗效[J].中华肿瘤杂志,2017,39(5):344-349.
- [22] Prevos R, Smidt ML, Tjan-Heijnen VC, et al. Pre-treatment differences and early response monitoring of neoadjuvant chemotherapy in breast cancer patients using magnetic resonance imaging:a systematic review [J]. Eur Radiol, 2012, 22 (12): 2607-2616.
- [23] Gastounioti A, Conant EF, Kontos D.Beyond breast density: a review on the advancing role of parenchymal texture analysis in breast cancer risk assessment[J]. Breast Cancer Res, 2016, 18 (1):91.
- [24] 陈文静,牟玮,张文馨,等.MR 动态增强图像纹理分析判断乳腺 结节良恶性的价值[J].中国医学影像技术,2017,33(5):647-651.
- [25] 陈文静,马财,徐蕊,等.磁共振不同序列与纹理特征相关性对乳 腺结节的诊断价值[J].中国医学装备,2018,15(9):50-53.
- [26] Chamming SF. Ueno Y. Ferre R. et al. Features from computerized texture analysis of breast cancers at pretreatment MR imaging are associated with response to neoadjuvant chemotherapy [J].Radiology,2018,286(2):412-420.
- [27] Holli K, Laaperi AL, Harrison L, et al. Characterization of breast cancer types by texture analysis of magnetic resonance images [J].Acad Radiol, 2010, 17(2):135-141.
- [28] 张竹伟,华婷,徐婷婷,等.常规 MRI 纹理分析鉴别乳腺良、恶性 病变的价值初探[J].中华放射学杂志,2017,51(8):588-591.
- [29] 韦苇,黄仲奎,谢东,等.动态增强 MRI 结合 DWI 对乳腺疾病 BI-RADS 分类诊断的价值[J].广东医学,2016,37(2):256-260.
- [30] 黄燕琪,马泽兰,何兰,等.基于 CT 图像的纹理分析鉴别肝脏实 性局灶性病变[J].中国医学影像学杂志,2016,24(4):289-292. (收稿日期:2020-04-27 修回日期:2020-08-22)