

DWI序列下不同勾画法测量ADC值对乳腺癌分型的诊断研究

袁友慧¹ 吴懿纯¹ 戴婉星¹ 张倩媛¹ 张慧² 李姝^{1*}

1. 长沙医学院医学影像学院, 湖南长沙 410219

2. 长沙医学院人体解剖学教研室, 湖南长沙 410219

摘要: 目的: 探讨弥散加权成像 (diffusion weighted imaging, DWI) 不同勾画法测量感兴趣区 (region of interest, ROI) 表观扩散系数 (apparent diffusion coefficient, ADC) 对乳腺癌不同病理分型化疗前后的诊断价值。方法: 回顾性分析 2023 年 1 月 ~ 2024 年 7 月在中南大学湘雅医院行胸部核磁共振 T1WI 序列、T2WI 序列及 DWI 序列且经组织病理学确诊为乳腺癌的患者 100 例。使用 3 种不同勾画法 (小 ROI、单一层面 ROI、容积 ROI) 测量乳腺肿瘤的 ADC 值进行统计学分析。结果: 化疗前后 3 种勾画法测量 IDC、DCIS、其他病理分型的 ADC 值, 小 ROI 测量 ILC 的 ADC 值差异有统计学差异 ($P < 0.05$)。化疗前 3 种勾画法测量浸润性导管癌 (invasive ductal carcinoma, IDC)、导管原位癌 (ductal carcinoma in situ, DCIS)、浸润性小叶癌 (invasive lobular carcinoma, ILC) ADC 值有统计学意义 ($P < 0.05$), 其他病理分型无统计学意义 ($P > 0.05$)。采用受试者工作特征曲线 (Receiver Operating Characteristic curve, ROC) 下的面积分析 (area under the curve, AUC) 3 种勾画法在鉴别 IDC、DCIS 时均大于 0.70, 而 ILC 小于 0.50。IDC 与 DCIS 最大约登指数分别为 0.763、0.818 时对应的阈值为 0.865、0.895 (单位 $10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)。化疗后 3 种勾画法测量不同病理分型的乳腺癌 ADC 值差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。结论: 3 种勾画方法均具有鉴别化疗前乳腺癌不同病理分型的效能, IDC 分型时小 ROI 法的鉴别效能最佳且 $\text{ADC} < 0.865 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; DCIS 分型时单一层面 ROI 法鉴别效能最佳且 $(0.865 < \text{ADC} < 0.895) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。

关键词: 弥散加权成像; 表观弥散系数; 小 ROI; 单一 ROI; 乳腺癌

乳腺癌高居女性恶性肿瘤首位, 成为全球第二大癌症, 其发病率和死亡率逐年增高且趋向年轻化^[1]。临幊上可将乳腺癌分为 IDC、DCIS、ILC、其他病理分型乳腺癌^[2]。影像早期常用乳腺 X 线摄影, 但无法提供癌灶血供情况, 对不典型病灶易漏诊误诊, 尤其是对乳腺癌检出率和癌灶评估较难达到预期^[3]。DWI 主要通过测量 ADC, 反映病变的微观结构变化, 可准确评估乳腺癌肿瘤增值情况, 有较高敏感度对指导治疗方案有积极意义^[4]。乳腺癌是一种高度异质性疾病, ROI 选择方法的不同可能影响定量参数的测量结果^[5]。以往的研究主要用于乳腺癌良恶性的区分、化疗疗效评估以及分子分型鉴别等^[6-9]。但尚未对 ILC 和其他病理分型进行系统性分析。基于上述, 本研究运用 3 种勾画方法, 重复性好且能够更全面反映肿瘤 ADC 值。旨在探讨不同勾画法所得 ADC 值是否存在差异以及对乳腺癌病理分型的鉴别诊断效能, 分析 3 种勾画法的优点与不足, 探寻最优化的 ADC 值测量方法, 为乳腺癌临床诊断提供重要依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2023 年 1 月 ~ 2024 年 7 月在中南大学湘雅医院经组织病理学确诊为乳腺癌的患者 100 例。纳入标准: (1) 经组织病理学检查确诊为乳腺癌且有完整的病理报告; (2) 肿瘤最小面积 $\geq 0.07 \text{ cm}^2$; (3) 手术前均有完整乳腺癌化疗记录; (4) 首次化疗前未进行过手术; (5) $b=1000 \text{ s/mm}^2$; (6) 首次化

疗前与末次化疗后均行乳腺 MRI 检查且扫描序列中包括 T1WI 序列、T2WI 序列、DWI 序列。(7) 末次化疗后, 经过保乳手术。排除标准: (1) 病理报告不全, 无法确认乳腺癌病理分型; (2) 首次化疗前未行 MRI 检查或扫描序列未包括 T1WI 序列、T2WI 序列以及 DWI 序列; (3) 末次化疗后, 未进行过保乳手术 (4) 图像质量差, 导致无法勾选 ROI; (5) 具有脏器功能严重障碍、器质性病变或合并其他系统原发性恶性肿瘤; (6) 妊娠或哺乳期妇女。

最终纳入数据为 87 例, 入选患者年龄为 27~71 岁, IDC60 例 (70.0%)、DCIS21 例 (24.1%)、ILC2 例 (2.3%)、其他病理分型 4 例 (4.6%)。本实验经长沙医学院医学伦理委员会批准符合伦理, 豁免知情同意 (审批号: X2025032)。

1.2 检查方法

检查设备为美国 GE Signa HDx3.0T 磁共振, 采用乳腺专用线圈进行扫描。受试者俯卧, 头部先进, 双侧乳腺自然下垂置于乳腺线圈中央。双侧乳腺对称, 乳头与地面垂直, 胸骨中线位于线圈中线上, 为患者佩戴耳塞。扫描参数: ① T1WI: TR 420 ms, TE 6.4 ms, FOV 250 mm \times 330 mm, 矩阵 224 \times 384, 平扫层厚 4 mm, 层间距 0.5 mm, 激励次数 (NEX) 2。② T2WI: TR 51313 ms, TE 86.7 ms, FOV 330 mm \times 330 mm, 矩阵 224 \times 384, 平扫层厚 4 mm, 层间距 0.5 mm, 激励次数 (NEX) 2。③ DWI 序列 ($b=1000 \text{ s/mm}^2$); TR 4630.3 ms, TE 76.7 ms, FOV 150 mm \times 150 mm, 矩阵 88 \times 196,

层厚 4 mm, 激励次数 (NEX)4。④动态增强: 1+7 个时相扫描, 第一期扫描蒙片, 完成蒙片扫描后暂停 25 s, 以 2 mL/s 速率注入剂量为 0.1 mmol/kg 钆喷酸葡胺对比剂, 完毕后注入 20 mL 生理盐水冲管, 开始后续期像扫描。

1.3 影像学诊断标准

由中南大学湘雅医院临床工作 10 年以上的影像医师参照《乳腺磁共振检查及诊断规范专家共识》T1WI、T2WI 及增强后的诊断标准进行诊断^[10]。

1.4 图像分析和处理

将采集的所有 DWI 数据传至 AW4.6 工作站进行后处理, 利用 Functool 扩散校正软件包进行滤波和校正, 自动生成 ADC 图。将所有 T1WI、T2WI、DWI 序列及 ADC 图导入 GE AW4.6 工作站 READ Y View 软件进行观察, 联合 T1WI 序列、T2WI 序列以及 DWI 序列确定病灶层面, 并在 ADC 图对应层面确定乳腺病灶手动勾画 ROI 进行 ADC 值测量。勾画时使之尽可能多地包含肿瘤实质性组织并尽量避开囊变、出血和坏死区域 (图 2a)。其中 Mean 一栏所对应值, 将小数点向左移动三位并乘以 10-3, 所得到的值即为 ADC 值, 单位 mm²/s。最后由负责人将 ADC 值汇总于 Excel 表格中。

1.5 ADC 测量

3 种测量方法如下: 小 ROI 法 (small ROI method): 在同时满足 DWI 图为高信号、ADC 图为低信号的乳腺病灶实质区域勾画三个圆形 ROI 得三个 ADC 值并取平均值, 注意避开囊变、坏死、出血、钙化, 取其平均值为测量值^[11]。单一面 ROI 法 (single-section ROI method): 在肿瘤显示最大层面勾画乳腺病灶实质区的全部轮廓为 ROI 测量 ADC 值^[12]。容积 ROI 法 (whole-tumor volume ROI method): 在每一扫描层面上逐层勾画乳腺病变的边界为 ROI, 测量 ADC 值。测量时避开坏死、囊变及出血区域^[13]。为了尽量减小误差, 所有 ADC 值的测量由 3 位研究者独立完成且均进行 3 次测量, 最终结果由有经验的影像医师检查校对后, 取 3 次测得的平均值。

1.6 统计学分析

采用 SPSS 27.0 统计学软件进行数据分析。运用 S-W 检验数据是否服从正态分布, 符合正态分布的计量资料用均数标准差 ($x \pm s$) 表示, 计数资料用频数 (百分比) [n(%)] 描述。计量资料符合正态分布的采用 t 检验, 2 组以上组间比较采用单因素方差分析, 不符合正态分布的计量资料用中位数 M (P25, P75) 表示, 组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。对组间差异有统计学意义的独立参数和联合变量, 3 种勾画法所得经 ROC 曲线分析其对鉴别 IDC、DCIS、ILC 和其他病理类型的效能。

2 结果

2.1 化疗前 3 种勾画法测量不同病理分型的 ADC 值对比

运用 S-W 检验检测化疗前 3 种勾画法测量不同病理分型的 ADC 值服从正态分布。采用单因素方差分析各病理分型的 ADC 值。IDC、DCIS、ILC3 种勾画法测量 ADC 值差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。

2.2 化疗前 ROC 曲线评价 3 种勾画法诊断乳腺癌病理分型效能

3 种勾画法测量 IDC、DCIS、ILC 分型的 ADC 值差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。应用 ROC 曲线分析评估每个勾画法用于诊断三种病理分型的性能, IDC 与非 IDC 小 ROI 法 AUC 最大; DCIS 与非 DCIS 单一 ROI 法 AUC 最大; ILC3 种不同勾画法的 AUC 值均小于 0.5。

2.3 化疗后 3 种勾画法测量不同病理分型的 ADC 值对比

化疗后各病理分型使用 3 种勾画法测量的 ADC 值差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

2.4 化疗前后 3 种勾画法测量不同病理分型的 ADC 值对比

运用 S-W 检验检测化疗前后 3 种勾画法测量不同病理分型的 ADC 值服从正态分布。采用 t 检验分析化疗前后各病理分型的 ADC 值。化疗前后 3 种勾画法测量 IDC、DCIS、其他病理分型的 ADC 值, 小 ROI 法测量 IDC 的 ADC 值差异有统计学差异 ($P < 0.05$)。

3 讨论

DWI 是一种特殊的 MRI 技术, 通过在相互垂直的方向上施加弥散梯度, 测量组织内水分子的随机扩散运动, 从而间接反映组织内部微观结构变化^[14]。ADC 值是 DWI 序列客观定量评估方式的核心参数, 已被广泛作为恶性肿瘤的生物学标记物可反映肿瘤细胞排列密度^[15]。低 ADC 值表明肿瘤细胞密集、细胞外间隙小, 组织弥散受限, 提示肿瘤恶性程度越高, 反之 ADC 值越高恶性程度越低^[17]。已有相关文献报道^[16], b 值越大, ADC 值越小, 且浸润型癌与非浸润型癌差异越明显, 对于一些较难鉴别病例, b 值越大更好鉴别。

3.1 化疗前 3 种勾画法在不同病理分型的应用

本研究结果显示化疗前 IDC、DCIS、ILC 采用 3 种勾画法的 ADC 值均具有统计学意义 ($P < 0.05$), 其他病理分型 ($P > 0.05$) 无统计学意义。笔者认为, 其他病理分型的样本量较少且病理分型不一, 存在一定的偶然性。小 ROI 法测量得到的 ADC 值反映了肿瘤细胞最密集、自由水分子弥散最受限的区域, 对于面积较少的肿瘤更具有优势。但小 ROI 测量更容易受勾画位置和每个 ROI 大小不同的影响^[17]。容积 ROI 法和单一面 ROI 法覆盖了更多的肿瘤信号, 不仅包含了大量肿瘤实体组织信号也包含少量了坏死液化、囊变、出血等成分。且容积 ROI 法能更完整的获得肿瘤组织微观分子运动信息, 数据可重复性更强。故小 ROI 勾画法测

得 ADC 值低于单一 ROI 勾画法与容积 ROI 勾画法。故当浸润的范围较广且涉及的层面主要以肿瘤实质为主的乳腺分型时可采用容积 ROI 法测量；当浸润的层面较少且病变组织结构复杂时可采用小 ROI 法。

本研究基于同一勾画法得到不同病理分型的乳腺癌 ADC 值均具有统计学意义 ($P<0.01$)。任一一种勾画法测量 ADC 值都显示为 IDC 大于 DCIS 差异具有统计学意义 ($P<0.01$)。这与以往的研究结果不一致^[18]。通常，恶性肿瘤由于其细胞密度高、细胞外间隙小、水分子扩散受限，ADC 值会低于良性正常组织^[19]。首先，考虑到不同的 b 值，对 ADC 值有一定的影响。其次，临幊上 IDC 与 DCIS 两者常常相伴行，少见单纯性 DCIS，而本实验收取的病例皆为单纯性 DCIS 和 IDC。DCIS 数据量较 IDC 少，两者数据量存在较大悬殊，对实验结果有一定影响，后续需平衡两者数据差进一步研究。最后，IDC 内部的坏死、纤维化、囊变、炎症细胞浸润较多或者 DCIS 成分密集等对 ADC 值的影响^[20]。本实验对 IDC 与 ILC 进行分析本研究发无论哪一种勾画法测量 ADC 值都显示 IDC 大于 ILC，差异有统计学意义 ($P<0.05$)，提示 ILC 的恶性程度高于 IDC。ILC 是由非黏性细胞组成的浸润癌，演变过程为小叶不典型—增生原位癌—浸润性癌^[21]。Jeong S^[22]等研究与本实验不一致。分析认为 ILC 的肿瘤体积较大，且边缘不规则或呈毛刺状，所以本研究在使用容积 ROI 法与单一 ROI 法时为尽量避免勾画到正常组织与肿瘤液化、坏死、囊变区缩小了勾画 ROI 的面积，故 ILC 的 ADC 值低于 IDC。

3.2 化疗前 3 种测量方法所得 ADC 值在乳腺癌病理分型鉴别效能分析

IDC 的发展主要以浸润为主，肿瘤组织周围以及内部常伴有少量出血区、囊变区以及肿瘤旁少量正常的组织等成分^[23]。本研究 3 种勾画法经 ROC 曲线分析 IDC 显示均具有鉴别诊断效能且小 ROI 法的 AUC 最高 (0.926)。所以小 ROI 法诊断 IDC 效能优于单一 ROI 法和容积 ROI 法。且当小 ROI 法的约登指数最大为 0.763 时最佳阈值为 $0.865 \times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 。当 $\text{ADC} < 0.865 \times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 能最大程度地鉴别 IDC 与非 IDC。吴朋等^[24]表明若 $\text{ADCM}_{\text{Min}} < 1.175 \times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ ，且 $\text{ADCD}_{\text{R}} > 0.265 \times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ ，提示病灶可能为 IDC，这可能与 ADC 值测量方法有关。其实验选择病灶信号最低部分勾画 ROI 并在多个 ROI 的测量值中选择最小值 (ADCM_{Min}) 和最大值 (ADCM_{Max})，计算两者的差值即 ADCD_R。分析认为 ADCM_{Min} 与 ADCM_{Max} 的选择存在不同层面可能。

本研究 3 种勾画法经 ROC 曲线分析 DCIS 显示小 ROI 法、单一 ROI 法、容积 ROI 法均有诊断价值，而 ILC 的诊断效能不佳。其他病理分型不具有有效观测值无法进行 ROC 曲线分析。分析 DCIS 时单一 ROI 法的 AUC 值最高 (0.930)，当最大约登指数为 0.818 时阈值为 $0.895 \times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 。故使用单一 ROI 法能

最大程度鉴别 DCIS 与非 DCIS， $(0.865 < \text{ADC} < 0.895) \times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 可诊断为 DCIS，反之为非 DCIS。DCIS 发展至晚期与 IDC 难以鉴别，DCIS 病变组织局限于乳腺导管内，早期未扩散至周围正常乳腺组织内，其典型特征为上皮细胞增生，但并未侵入周围基质，最终可发展为 IDC^[25]。即晚期的 DCIS 主要为 IDC，两者亦可同时出现，故临幊上 IDC 的恶性程度较高，所以本研究 IDC 的 ADC 值范围小于 DCIS 的 ADC 值范围。单一 ROI 适用于肿瘤浸润较少且主要集中在导管内的乳腺癌病理分型。

3.3 化疗前后 3 种测量方法在不同病理分型对比研究

本研究结果显示，化疗前后 3 种勾画法测量 IDC、DCIS、其他病理分型的 ADC 值，小 ROI 法测量 IDC 的 ADC 值差异有统计学差异 ($P<0.05$)。3 种测量方法测得 ADC 值都能作为乳腺癌的影像诊断方法，但临幊上可针对不同病理分型选择合适的测量方法。化疗后 3 种勾画法以及病理分型的 ADC 值差异均无统计学意义 ($P>0.05$)，提示肿瘤的恶性程度降低，化疗具有疗效。化疗不仅破坏了细胞膜的通透性缩小细胞直径，还使其数量减少密度降低，从而扩大了细胞外间隙，提高了水分子扩散的自由度，导致其 ADC 值随之增高^[26]。

综上所述，在鉴别 IDC 时，小 ROI 法效能最佳且 $\text{ADC} < 0.865 \times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ ；在鉴别 DCIS 时，单一 ROI 法效能最佳且 $(0.865 < \text{ADC} < 0.895) \times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 。临幊上根据肿瘤不同生长方式可选择合适勾画法：建议对于肿瘤细胞密集、侵犯层面较少且面积大于 0.07cm^2 的病灶在连续层面采用小 ROI 法勾画 ROI；对于肿瘤侵犯的层面较多且主要集中在导管内时，建议在避开囊变、坏死、出血等组织下使用单一 ROI 法；当肿瘤细胞侵犯面积较大并正常细胞组织较多时建议临幊上将其与小 ROI 联合勾画测量；容积 ROI 法适用于肿瘤浸润较广且涉及的层面主要以肿瘤实质为主的乳腺癌病理分型。

参考文献：

- [1] Xu J, Wang R, Guan X. Enhancing insights into Global Cancer Statistics 2022: implications for cancer control[J]. Sci China Life Sci. 2025 Jan;68(1):294–296.
- [2] 麦村军. 锥光束乳腺 CT 在乳腺癌诊断及亚型鉴别中的应用 [D]. 厦门大学, 2020. DOI: 10.27424/d.cnki.gxmdu.2020.001554.
- [3] 于洋. 乳腺复杂囊性病变超声特征分析及超声与乳腺 X 线摄影诊断效能比较 [D]. 山西医科大学, 2022. DOI: 10.27288/d.cnki.gsxxy.2022.000328.
- [4] 李方正, 李芹, 吴莎莎, 等. 合成 MRI 定量参数图与 ADC 图直方图特征对乳腺癌 Ki-67 表达状态的预测研究 [J]. 磁共振成像, 2022, 13(07):29–34+67.
- [5] Lambregts DM, Beets GL, Maas M, Curvo-Semedo L, Kessels AG, Thywissen T, Beets-Tan RG. Tumour ADC measurements in

rectal cancer: effect of ROI methods on ADC values and interobserver variability[J]. Eur Radiol. 2011 Dec;21(12):2567-74.

[6]Kazama T, Takahara T, Hashimoto J. Breast Cancer Subtypes and Quantitative Magnetic Resonance Imaging: A Systemic Review[J]. Life (Basel). 2022 Mar 28;12 (4):490.

[7] 王雪佳, 王竞, 刘文玲, 等. 酰胺质子转移成像和扩散加权成像鉴别诊断乳腺良恶性病变 [J]. 中国医学影像技术, 2020,36(12):1820-1824.

[8] 刘琪, 常才, 李佳伟. 乳腺导管原位癌的影像学表现与分子分型、组织病理学分级及预后相关性的研究进展 [J]. 中国癌症杂志, 2024,34(02):201-209.

[9] 佟颖, 米楠, 张荣, 等. 磁共振扩散加权成像 (DWI) 评估进展期乳腺癌患者新辅助化疗近期疗效及病理变化的价值研究 [J]. 影像科学与光化学, 2020,38(02):307-312.

[10] 中国抗癌协会乳腺癌专业委员会. 中国抗癌协会乳腺癌诊治指南与规范 (2021年版) [J]. 中国癌症杂志, 2021,31(10):954-1040.

[11]Cavalcante CEB, Magalhães Pereira Souza F, Eiras Martins G, Milone Silva M, Pacheco Donato Macedo CR, Lederman H, Lopes LF. Diffusion-weighted imaging in pediatric extracranial germ cell tumors[J]. PLoS One. 2023 Nov 30;18(11):e0294976.

[12] 牟安娜, 李奎德, 蒲红, 等. 三种不同感兴趣区 ADC 值测量与直肠癌分期的关系 [J]. 实用医学杂志, 2020,36(11):1519-1524.

[13]Geng X, Zhang D, Suo S, Chen J, Cheng F, Zhang K, Zhang Q, Li L, Lu Y, Hua J, Zhuang Z. Using the apparent diffusion coefficient histogram analysis to predict response to neoadjuvant chemotherapy in patients with breast cancer: comparison among three region of interest selection methods[J]. Ann Transl Med. 2022 Mar;10(6):323.

[14] 杨珂, 苗重昌. 基于不同磁共振成像技术的影像组学在乳腺病变鉴别诊断中的应用 [J]. 磁共振成像, 2024,15(09):189-193+200.

[15] 吕青青, 廖俊杰, 张炎昊, 等. 集成 MRI 定量参数联合表观扩散系数对乳腺良恶性病变的诊断价值 [J/OL]. 现代肿瘤医学, 1-5[2025-08-2].<https://link.cnki.net/urlid/61.1415.R.20250409.0908.002>. (网络首发)

[16] 龚海鹏, 张茹, 段书峰, 等. 基于 DCE-MRI 动力学分析构建的列线图模型预测乳腺癌脉管侵袭 [J]. 放射学实践, 2025,40(04):470-477.

[17] 蔡欣妮, 余深平, 杨心悦. 扩散峰度成像鉴别直肠癌区域淋巴结良恶性的初步探讨 [J]. 中山大学学报 (医学科学版), 2025,46(04):676-685.

[18] 柳思洁, 袁艺, 牟安娜, 等. 体素内不相干运动扩散加权成像参数感兴趣区的选择在直肠癌术前评估的应用价值 [J]. 临床放射学杂志, 2021, 40(05):918-923.

[19] 李晏, 郑晓林, 刘碧华, 等. 扩散加权成像对乳腺非肿块型浸润性导管癌及导管原位癌的量化分析及诊断价值 [J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2019, 17(05):86-89.

[20]Wang Y, Zhang X, Cao K, Li Y, Li X, Qi L, Tang L, Wang Z, Gao S. Diffusion-tensor imaging as an adjunct to dynamic contrast-enhanced MRI for improved accuracy of differential diagnosis between breast ductal carcinoma in situ and invasive breast carcinoma.[J] Chin J Cancer Res.2015 Apr;27(2):209-17.

[21] 白振伟, 贺婧, 李洪娇. 乳腺钼靶 X 线检查联合 CT 技术在乳腺浸润性小叶癌与浸润性导管癌诊断中的价值 [J]. 山西医药杂志, 2025,54(03): 197-200.DOI:10.3969/j.issn.0253-9926.2025.03.008

[22]Jeong S, Kim TH. Diffusion-weighted imaging of breast invasive lobular carcinoma: comparison with invasive carcinoma of no special type using a histogram analysis[J]. Quant Imaging Med Surg. 2022 Jan;12(1):95-105.

[23] 袁秀华, 王刚, 李德维. MRI-DWI 对单纯乳腺导管原位癌、浸润性导管癌的鉴别诊断价值 [J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2021, 19 (04): 43-45+149.

[24] 吴朋, 崔蕾, 郭宏兵, 等. DWI 及 DCE-MRI 对乳腺纯导管原位癌、导管原位癌伴微浸润及浸润导管癌的鉴别诊断价值 [J]. 放射学实践, 2020,35(04): 489-496.

[25] 邵姜超, 孙力伟, 李梦阳, 等. 老年女性乳腺导管内癌患者预后的影响因素分析 [J]. 中国卫生统计, 2019,36(04):556-559.

[26] 缴春悦, 邹语嫣, 杨聪, 等. 探讨多参数磁共振成像及弥散加权 ADC 值在评估乳腺癌新辅助化疗疗效中的作用 [J]. 中国医学工程, 2025,33(01):16-21.