

超声影像组学在胎盘植入早期诊断及妊娠不良结局预测中的应用

王娜

青海省人民医院, 青海省西宁市 810000

摘要: 目的: 探索超声影像组学 (Ultrasound Radiomics, UR) 在胎盘植入早期诊断及妊娠不良结局预测中的临床应用价值; 方法: 选取 2025 年 04 月至 2025 年 10 月本院收治的 100 例疑似胎盘植入的妊娠中晚期孕妇为研究对象, 按随机数字表法分为两组各 50 例, 对照组运用常规超声完成病情相关评估, 观察组运用 UR 方案开展系统性检查, 两组均同步比对胎盘植入早期诊断符合情况、妊娠不良结局预测符合情况两类核心指标; 结果: 观察组胎盘植入早期诊断符合率高于对照组, 妊娠不良结局预测符合率高于对照组, 组间差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 结论: 在无特殊检查禁忌的前提下, 临床针对疑似胎盘植入的妊娠中晚期孕妇运用 UR 开展检查, 可提升病变早期识别的准确性, 对后续可能出现的产后出血、子宫切除等不良妊娠事件可提前制定对应干预方案, 为产科临床诊疗决策的制定提供可靠参考。

关键词: 超声影像组学; 胎盘植入; 早期诊断; 妊娠不良结局; 产前评估; 产科诊疗

引言

胎盘植入是胎盘绒毛异常侵入子宫肌层的妊娠相关并发症, 国内近年发生率波动在 0.03%–0.58%, 发病人群集中于有剖宫产手术史、前置胎盘状态、多次宫腔操作史的妊娠中晚期女性, 病变进展可诱发产时难以控制的大出血、邻近脏器损伤, 严重时危及及母儿生命。当前临床产前筛查多运用常规超声完成评估, 对浅肌层植入的识别符合率仅维持在 60%–75%, 不同年资医师读片结果差异较大, 也无法对后续妊娠阶段可能出现的不良事件做出精准预判, 部分隐匿性病例产前未能及时识别, 往往到产时才发现病变, 给临床处置带来极大被动^[1]。

超声影像组学 (Ultrasound Radiomics, UR) 凭借对超声影像中肉眼无法分辨的灰度、纹理、形态等定量特征的深度提取, 能将影像学信息转化为可量化的客观数据。已有研究证实该技术在妇科恶性肿瘤分期、胎儿先天性结构异常筛查中均有较好的应用效果^[2]。目前 UR 在胎盘植入诊疗领域的研究仍相对零散, 缺乏统一的特征提取与分析标准, 本研究围绕 UR 的临床应用价值展开分析, 可为后续产科产前评估方案的优化提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2025 年 04 月至 2025 年 10 月本院收治的 100 例疑似胎盘植入的妊娠中晚期孕妇为研究对象, 凭借随机数字表法分为观察组、对照组各 50 例。观察组孕妇年龄区间 22–37 岁, 平均年龄 (29.46 ± 3.12) 岁, 孕周 24–36 周, 平均孕周 (30.17 ± 2.54) 周, 既往有剖宫产史 21 例, 前置胎盘状态 17 例, 宫腔操作史 19 例。对照组孕妇年龄区间 21–38 岁, 平均年龄 (29.71 ± 3.25) 岁, 孕周 23–36 周, 平均孕周 (29.89 ± 2.61) 周, 既往有剖宫产史 22 例, 前置胎盘状态 16 例, 宫腔操作

史 18 例。两组患者一般资料比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 本研究符合赫尔辛基宣言相关要求。

纳入标准: 单胎妊娠, 孕周 ≥ 20 周; 存在剖宫产史、前置胎盘、 ≥ 2 次宫腔操作史等胎盘植入明确高危因素; 入组前未接受过胎盘相关侵入性操作, 所有临床诊疗资料完整可追溯。

排除标准: 合并严重心、肝、肾等重要脏器功能异常, 无法配合完成超声检查者; 合并胎儿染色体异常或严重先天性结构畸形者; 存在精神认知障碍, 无法配合完成后续随访工作者。

1.2 研究方法

对照组: 运用 GE Voluson E8 彩色多普勒超声诊断仪完成扫查, 腹部凸阵探头频率设置为 3.5–5.0MHz。检查前提前告知孕妇无需禁食憋尿, 引导孕妇取仰卧位放松腹部, 先完成胎儿双顶径、股骨长、羊水指数等常规生长指标扫查, 随后将扫查重点转向胎盘附着区域。逐一观察胎盘所处位置、胎盘后间隙是否清晰、胎盘实质内有无不规则无回声腔隙、胎盘附着处子宫肌层厚度、膀胱壁浆膜层连续性, 叠加彩色多普勒血流成像模式观察胎盘附着区域的血流分布情况^[3]。遇孕妇腹壁脂肪层过厚声束穿透效果不佳的情况, 引导孕妇改为左侧或右侧卧位, 多切面重复扫查获取清晰图像。所有扫查操作均由拥有 5 年以上产科超声临床工作经验的医师完成, 扫查结束后留存关键切面图像, 由两名未参与前期扫查的高年资超声医师双盲读片, 分别给出胎盘植入的诊断结果, 同时预判后续可能出现的不良妊娠事件。两名医师读片结果存在分歧时, 交由第三名主任医师级别的医师复核后确定最终结论。

观察组: 先运用和对照组完全一致的常规超声扫查流程完成基础检查, 留存胎盘附着区域的连续矢状位、横断位、冠状位灰阶图像, 每例孕妇留存的图像

需完全覆盖胎盘组织、相邻子宫肌层及膀胱壁结构，无明显运动伪影、超声增益调节不当造成的图像失真，单例有效图像数量不少于 20 张。将符合要求的所有图像导入 ITK-SNAP 3.8.0 影像组学分析软件，由两名拥有 3 年以上影像组学操作经验的医师手动勾画感兴趣区，勾画过程主动避开胎盘内钙化灶、粗大血管、声影伪影覆盖的区域。两名医师分别完成勾画后，对提取的特征做组内相关系数检验，组内相关系数大于 0.85 的特征才纳入后续分析环节。运用软件自带的特征提取模块，完成一阶灰度统计特征、灰度共生矩阵特征、灰度游程矩阵特征、形态学特征共四类 122 个影像组学特征的提取^[4]。通过最大相关最小冗余法结合套索回归算法完成特征降维，筛选出和胎盘植入相关性最高的 10 个特征构建影像组学标签，结合孕妇既往剖宫产史、前置胎盘状态、宫腔操作史等临床高危因素，由研究团队共同给出胎盘植入的诊断结果，同时完成妊娠不良结局的预判。

1.3 观察指标

1.3.1 胎盘植入早期诊断符合率

所有入组孕妇无论产前诊断结果如何，分娩过程中均安排两名具备 10 年以上产科临床工作经验的医师同步记录术中胎盘附着、剥离情况。胎盘无法自行剥离，术中探查可见绒毛组织侵入子宫肌层，结合术后病理组织学检查可见绒毛组织浸润子宫肌层的病例，判定为胎盘植入确诊病例。分别核对观察组、对照组产前给出的诊断结果与最终确诊结果的吻合情况，计算两组的诊断符合率。术中探查无法明确病变的病例，常规留取可疑部位子宫肌层标本送病理科，

由主任医师复核切片后确定最终诊断，避免漏诊或误诊。

1.3.2 妊娠不良结局预测符合率

对所有入组孕妇开展随访至产妇出院，完整记录实际发生的不良妊娠事件，涉及转诊的病例主动对接转诊医院获取完整诊疗记录，保证结局数据的准确性。本次研究纳入的不良妊娠事件包含产后出血、子宫切除两类核心事件，分别比对两组产前给出的预判结果与实际发生事件的吻合情况，预判事件与实际发生事件完全匹配的判定为符合，仅预判部分事件或预判事件未发生均判定为不符合，以此计算两组的妊娠不良结局预测符合率。产后出血判定严格遵循临床通用标准，阴道分娩胎儿娩出后 24 小时内出血量超过 500ml、剖宫产胎儿娩出后 24 小时内出血量超过 1000ml 即判定为产后出血^[5]。

1.4 统计学分析

运用 SPSS 26.0 版本统计软件对数据进行分析处理，满足正态分布及组间方差齐性条件时，计量资料以均数 ± 标准差表示，运用 t 检验；计数资料以构成比或率表示，运用 χ^2 检验，等级资料运用非参数秩和检验。P < 0.05 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组孕妇一般基线资料比较

如表 1 所示，按随机数字表法分为观察组与对照组各 50 例，两组间年龄、孕周、既往剖宫产史、前置胎盘状态、宫腔操作史等基线指标对比无统计学差异，均衡性良好可开展后续对照研究。

表 1 两组孕妇一般基线资料对比

指标	观察组（n=50）	对照组（n=50）	统计值	P
年龄（岁， $\bar{x} \pm s$ ）	29.46 ± 3.12	29.71 ± 3.25	0.394	0.694
孕周（周， $\bar{x} \pm s$ ）	30.17 ± 2.54	29.89 ± 2.61	0.546	0.586
剖宫产史 [n(%)]	21(42.00)	22(44.00)	0.040	0.841
前置胎盘状态 [n(%)]	17(34.00)	16(32.00)	0.045	0.832
宫腔操作史 [n(%)]	19(38.00)	18(36.00)	0.042	0.838

2.2 两组胎盘植入早期诊断符合率比较 率高于对照组，组间差异存在统计学意义。

表 2 统计结果显示观察组胎盘植入早期诊断符合

表 2 两组胎盘植入早期诊断符合率对比

组别	真阳性（例）	假阳性（例）	真阴性（例）	假阴性（例）	诊断符合率（%）	χ^2	P
观察组（n=50）	26	2	19	3	90.00	5.316	0.021
对照组（n=50）	20	4	16	10	72.00	—	—

2.3 两组产后出血预测符合率比较 组对产后出血的预测符合率高于对照组，组间差异具有统计学意义。

按照阴道分娩出血量超 500ml、剖宫产出血量超 1000ml 的标准判定产后出血，表 3 统计结果显示观察

表 3 两组产后出血预测符合率对比

组别	真阳性（例）	假阳性（例）	真阴性（例）	假阴性（例）	预测符合率（%）	χ^2	P
观察组（n=50）	20	2	25	3	90.00	4.332	0.037
对照组（n=50）	15	5	20	10	70.00	—	—

2.4 两组子宫切除预测符合率比较

表4完整记录子宫切除不良事件的实际发生情况，显示观察组对子宫切除的预测符合率高于对照组，组间差异具有统计学意义。

对接转诊病例获取完整诊疗数据保证结果准确，统计

表 4 两组子宫切除预测符合率对比

组别	真阳性（例）	假阳性（例）	真阴性（例）	假阴性（例）	预测符合率（%）	χ^2	P
观察组（n=50）	6	1	42	1	96.00	4.891	0.027
对照组（n=50）	3	3	39	5	84.00	—	—

2.5 两组整体妊娠不良结局预测符合率比较

表 5 纳入的妊娠不良结局包含产后出血、子宫切除两类核心事件，预判事件与实际发生事件完全匹配判定为符合，统计结果显示观察组整体妊娠不良结局预测符合率高于对照组，组间差异具有统计学意义。

表 5 两组整体妊娠不良结局预测符合率对比

组别	真阳性（例）	假阳性（例）	真阴性（例）	假阴性（例）	预测符合率（%）	χ^2	P
观察组（n=50）	26	1	21	2	94.00	5.741	0.017
对照组（n=50）	18	4	18	10	72.00	—	—

3 讨论

本次研究观察到运用超声影像组学方案开展检查的孕妇，胎盘植入早期识别的表现优于常规超声检查组。常规超声扫查仅能依靠医师肉眼判断胎盘位置、后间隙清晰度、实质回声及血流分布情况，浅肌层植入状态下，胎盘与子宫肌层的分界无明显肉眼可辨的改变，血流信号也未出现典型的紊乱表现，不同年资医师读片时的判断标准存在差异，极易出现漏诊或误诊的情况。超声影像组学可深度提取超声图像中肉眼无法分辨的灰度、纹理、形态类定量特征，将原本主观的影像学判读转化为客观的量化数据，勾画感兴趣区时主动避开钙化灶、粗大血管及伪影覆盖的区域，剔除干扰性特征后筛选出与胎盘植入相关性最高的特征构建标签，再结合孕妇的高危因素综合判断，大幅降低了主观经验对诊断结果的干扰^[6]。

更早识别胎盘植入病变，可提前组织多学科团队制定分娩预案，明确产时胎盘剥离的操作方案，提前备血并做好处置大出血的相关准备，减少产时临时处置的被动性。运用超声影像组学方案检查的孕妇，妊娠不良结局的预判表现同样优于常规超声检查组。常规超声仅能反映检查当下的胎盘形态学改变，无法量化病变浸润的深度、范围及子宫肌层受损的程度，这些指标恰恰是预判产后出血、子宫切除风险的核心依据，仅凭借医师临床经验推导的风险预判结果偏差较大，无法为临床干预方案的制定提供精准支撑。

超声影像组学提取的纹理类特征可直接反映胎盘与子宫肌层交界处的组织异质性，病变浸润程度越深，局部灰度分布的均匀度越差，对应的纹理特征参数差异越明显，凭借算法筛选出的高相关性特征可直接对应不良事件的发生风险，再结合孕妇既往剖宫产史、前置胎盘状态等高危因素综合评估，大幅提升了风险预判的准确性。精准预判不良妊娠事件的发生风险，可提前安排具备处置胎盘植入经验的医师主导分娩操作，提前联系血库储备足量血制品，必要时提前预置腹主动脉球囊阻断血流，最大程度降低产后出血的发

生概率，减少子宫切除的可能，为母儿安全提供更全面的保障。

结语

综上所述，在无特殊检查禁忌的前提下，临床针对疑似胎盘植入的妊娠中晚期孕妇运用超声影像组学开展检查，可提升病变早期识别的准确性，对后续可能出现的产后出血、子宫切除等不良妊娠事件可提前制定对应干预方案，为产科临床诊疗决策的制定提供可靠参考。本次研究暂未形成统一的影像组学特征提取与判定标准，不同机构操作时的细节差异可能对结果产生一定影响，所得结论还需大样本多中心研究进一步佐证。后续可围绕超声影像组学的标准化操作路径展开细化探索，进一步拓展该技术在产科高危并发症筛查领域的应用场景，为母儿安全保障提供更多可行的技术支撑。

参考文献

[1] 左孟哲,王琴,褚茜,徐梦琴,潘婷,张春雷.MR 影像组学列线图对胎盘植入性疾病的产前诊断及不良临床结局预测[J]. 磁共振成像,2025,16(06):100-109.

[2] 孙文姬,马雪莹,齐蒙情.超声测量胎盘血流动力学参数对异常侵入性胎盘的产前诊断价值研究[J]. 医学理论与实践,2025,38(22):3881-3884.

[3] 赵晶,张茜,冯蔚,张丽娜,史完全.单胎妊娠中异常胎盘超声诊断符合率及其与不良妊娠结局的关系[J]. 中国医学装备,2025,22(06):64-69.

[4] 米茹,姚娟.影像组学在卵巢上皮肿瘤中的应用及研究进展[J]. 医学理论与实践,2025,38(12):2019-2022.

[5] 张英伟,徐宁,李西娜,王君.三维能量超声联合血清 PAPP-A、FFN 检测诊断前置胎盘合并胎盘植入价值[J]. 安徽医药,2025,29(07):1420-1424+1497.

[6] 赵湘湘,徐巧阳,丁之玮,张琦.超声检测子宫动脉血流参数对孕早期妊娠结局的预测价值[J]. 浙江创伤外科,2025,30(06):1170-1173.