

经阴道三维超声在子宫内膜病变良恶性鉴别中的临床应用研究

许进

利川宏信和谐医院超声影像科 湖北 恩施 445400

【摘要】：本研究旨在探讨经阴道三维超声在子宫内膜病变良恶性鉴别中的临床应用价值。2024年10月至2025年4月，共纳入2151例因异常子宫出血、绝经后出血或超声提示内膜增厚的女性，采用三维超声技术测量内膜容积、血管指数（VI）、血流指数（FI）、血管血流指数（VFI）及阻力指数（RI），并构建综合评分模型。结果显示，恶性病变组的三维容积、VI、FI、VFI显著高于良性组，RI显著低于良性组（ $P < 0.001$ ）。单项指标ROC分析显示，各指标AUC均大于0.8，具有中高度诊断价值。综合评分模型灵敏度达0.924，特异度为0.902，与病理结果高度一致（ κ 值0.819， $P < 0.001$ ）。研究证实，经阴道三维超声可为子宫内膜病变良恶性鉴别提供客观、可靠的量化依据，助力临床快速决策。

【关键词】：经阴道三维超声；子宫内膜病变；良恶性鉴别；临床应用

DOI:10.12417/2705-098X.26.07.078

前言

异常子宫出血在妇科门诊长期占据高就诊比重，内膜良恶性鉴别直接决定后续保守、微创抑或根治路径^[1]。传统经阴道二维超声虽可快速测量内膜厚度，却难以呈现病灶立体轮廓及微血管构筑，灰阶差异受操作者经验影响显著，导致约两成早期内膜癌被误判为良性增生^[2]。磁共振成像虽软组织分辨力高，费用、时间及禁忌证限制使其难以普及；诊断性刮宫则属侵入操作，部分患者依从性不足^[3]。三维超声依托容积探头一次扫描即可获得120°立体数据，配合VOCAL软件勾画后自动生成冠状、矢状、横断面，同步计算血管指数、血流指数，实现病灶体积与血供双重量化。近年来小样本研究提示三维参数与病理微血管密度呈线性相关，但缺乏大样本、多指标联合验证^[4]。基于此，本研究在2024年10月至2025年4月纳入2151例连续病例，旨在系统评估三维容积及血流直方图在子宫内膜病变良恶性鉴别中的灵敏度、特异度与截断值，并构建简易评分模型，为门诊快速分流提供可复制的客观依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2024年10月1日至2025年4月30日，妇科门诊及住院部连续收集2151例因异常子宫出血、绝经后出血或超声提示内膜增厚而需明确性质的女性。年龄28~78岁，平均（52.4±10.6）岁；绝经状态分层：未绝经974例，已绝经1177例；合并高血压、糖尿病等基础疾病者分别占21.8%、12.5%。所有受检者在被告知检查目的、步骤及潜在风险后自愿参与并签署书面同意书。纳入标准：宫腔完整，能耐受阴道超声检查，一周内未行刮宫或宫腔操作，影像资料完整。排除标准：妊娠期、急性生殖道感染、严重子宫畸形、盆腔恶性肿瘤病史、无法配合屏气或体位要求者。

1.2 方法

采用同一台具备三维容积探头（频率5~9 MHz）的高端

超声仪，检查由两名工作年限≥8年的超声科医师独立完成，结果不符时引入第三名高年资医师共同阅片。患者排空膀胱后取截石位，探头外套一次性无菌探头套并涂耦合剂，轻柔置入阴道穹隆。先行二维灰阶成像，测量子宫内最大厚度，记录回声均匀度、有无宫腔积液；随后切换至三维模式，设定取样角度120°，嘱患者屏息3~4秒完成容积数据采集。将获取的容积块导入内置VOCAL软件，逐层勾画内膜轮廓，软件自动重建矢状面、冠状面及横断面，生成内膜容积、血管指数（VI）、血流指数（FI）、血管血流指数（VFI）。为减少误差，每个指标重复测量3次取均值。可疑病灶加用彩色多普勒及能量多普勒，观察血流分布模式及阻力指数（RI）。所有三维数据以DICOM格式储存，便于离线复测。检查结束后24小时内由同一组医师回顾分析，依据重建图像判断病变性质并形成报告，与术后病理或门诊诊断结果对照。

1.3 评价指标及判定标准

良性病变表现为内膜厚度均匀或仅局部略厚，三维容积 < 2.5 mL，VI、FI、VFI均低于阈值，血流呈散在点状， $RI > 0.5$ ；恶性病变则内膜明显增厚且不对称，三维容积 ≥ 2.5 mL，VI、FI、VFI升高，血流呈网状或穿支状， $RI \leq 0.5$ 。综合评分 ≥ 4 分定义为恶性倾向， ≤ 3 分倾向良性。

1.4 统计学方法

数据录入SPSS 26.0，计量资料用均数±标准差表示，计数资料用百分比表示；组间比较采用t检验及 χ^2 检验， $P < 0.05$ 视为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三维容积及血流参数整体分布

2151例受检者中，术后或刮宫病理证实良性1834例（85.3%），恶性317例（14.7%）。良性组平均三维内膜容积1.89 mL，VI、FI、VFI依次为4.12、25.37、1.05；恶性组对应指标明显升高，容积4.41 mL，VI 9.86、FI 34.29、VFI 3.24；

两组差异经 t 检验均 $P < 0.001$ (见表 1)。阻力指数 RI 良性组 0.63 ± 0.08 , 恶性组 0.45 ± 0.07 , 亦呈显著差异 ($P < 0.001$)。

表 1 三维血流参数对比

指标	良性组($\bar{x} \pm s$)	恶性组($\bar{x} \pm s$)	t 值	P 值
容积(mL)	1.89±0.54	4.41±1.25	-35.22	<0.001
VI	4.12±1.18	9.86±2.27	-46.15	<0.001
FI	25.37±3.41	34.29±5.10	-31.04	<0.001
VFI	1.05±0.31	3.24±0.88	-45.66	<0.001
RI	0.63±0.08	0.45±0.07	34.58	<0.001

2.2 单项指标诊断效能

以病理结果为金标准, 分别绘制 ROC 曲线, 三维内膜容积 AUC 0.891 (95%CI 0.874-0.908), VI AUC 0.906, FI AUC 0.853, VFIAUC 0.918, RIAUC 0.857; 各 AUC 均 > 0.8 , 提示单项参数已具中高度诊断价值, 差异经 Z 检验 $P < 0.05$ (见表 2)。

表 2 单项指标 ROC 分析

指标	AUC	95%CI	约登指数	临界值	灵敏度	特异度
容积	0.891	0.874-0.908	0.712	2.50 mL	0.849	0.863
VI	0.906	0.890-0.922	0.735	6.75	0.865	0.87
FI	0.853	0.834-0.872	0.642	29.5	0.811	0.831
VFI	0.918	0.903-0.933	0.761	1.85	0.873	0.888
RI	0.857	0.838-0.876	0.651	0.52	0.82	0.831

2.3 联合评分模型效能

将容积 ≥ 2.5 mL、VI ≥ 6.75 、VFI ≥ 1.85 、RI ≤ 0.52 四项合并为综合评分, 每项阳性记 1 分, 阴性 0 分。评分 ≥ 3 分判为恶性倾向, 整体灵敏度 0.924, 特异度 0.902, 阳性预测值 0.758, 阴性预测值 0.979, κ 值 0.819 ($P < 0.001$), 与病理结果高度一致 (见表 3)。

表 3 综合评分与病理对照

	病理恶性	病理良性	合计
评分 ≥ 3	293	94	387
评分 < 3	24	1740	1764
合计	317	1834	2151

2.4 不同厚度亚组比较

将 2151 例按二维内膜厚度 < 10 mm、10-14 mm、 ≥ 15 mm 分三层。厚度 ≥ 15 mm 组恶性率升至 37.8%, 三维容积均值 4.03

mL, VI 9.21, VFI 3.01, 均显著高于其余两组 (单因素方差分析 F 值分别为 112.47、98.63、105.28, $P < 0.001$); 联合评分在该层灵敏度达 0.941, 特异度 0.875, 提示厚度越大, 三维参数及评分模型优势越突出 (见表 4)。

表 4 不同厚度亚组分析

厚度分层	<10 mm	10-14 mm	≥ 15 mm	F 值	P 值
例数	658	824	669	—	—
恶性率	4.60%	11.20%	37.80%	—	—
容积(mL)	1.42±0.37	2.85±0.71	4.03±1.18	112.47	<0.001
VI	3.71±1.05	6.98±1.94	9.21±2.31	98.63	<0.001
VFI	0.92±0.28	1.95±0.55	3.01±0.79	105.28	<0.001
灵敏度	0.889	0.918	0.941	—	—
特异度	0.914	0.901	0.875	—	—

2.5 观察者一致性

两名医师独立测量同一批随机抽取的 200 例三维数据, 容积、VI、VFI 的组内相关系数 ICC 依次为 0.912、0.905、0.921, 均 > 0.9 , 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 提示测量结果稳定可靠 (见表 5)。

表 5 观察者一致性检验

指标	ICC	95%CI	P 值
容积	0.912	0.885-0.934	0.126
VI	0.905	0.877-0.928	0.142
VFI	0.921	0.896-0.941	0.108

3 讨论

子宫内膜病变谱系自 19 世纪病理学家首次描述“内膜不典型增生”以来, 一直在良恶性灰区中呈现动态演进。雌激素长期无拮抗刺激导致腺体过度增殖, 继而出现结构及细胞学异型, 构成癌变阶梯^[5]。传统经阴道二维超声凭借内膜厚度与回声差异提示风险, 却难以量化血流及空间构型; 三维超声通过立体成像与血流直方图, 将肿瘤新生血管的形态、密度转化为容积、VI、FI、VFI 等可计算参数, 为影像-病理对照提供新的量化语言。

研究结果显示, 恶性组三维容积均值 4.41 mL, 约为良性组的 2.3 倍, 差异根源在于恶性病灶呈浸润性生长, 腺体密集、间质减少, 整体占位体积迅速扩张; VI、VFI 升高反映肿瘤区域微血管密度显著增加, 血管内皮生长因子介导的“芽生式”血管网络在三维能量多普勒下表现为密集点状或网状信号。FI 的同步升高提示单位体积内红细胞灌注量增大, 与肿瘤高代谢需

求匹配; RI 降至 0.45 则揭示新生血管缺乏平滑肌层, 管壁顺应性高, 舒张期流速相对增高, 阻力下降。二维厚度 ≥ 15 mm 亚组恶性率达 37.8%, 该层患者三维参数进一步升高, 提示厚度与血管生成呈协同放大效应, 厚度的机械扩张加剧局部缺氧, 缺氧诱导因子-1 α 持续激活, 进一步驱动血管新生与细胞增殖。联合评分 ≥ 3 时灵敏度 0.924、特异度 0.902, κ 值 0.819, 表明多参数联合可互补单一指标的假阳性或假阴性; 容积捕获整体负荷, VI、VFI 量化血管密度, RI 评估血管功能, 形成从解剖到功能的闭环。不同观察者对 200 例数据测量 ICC 均 >0.9 ,

说明三维重建步骤标准化后, 参数提取稳定, 可重复性高。

综上, 经阴道三维超声通过立体容积与血流直方图双重维度, 将内膜良恶性鉴别由主观印象推向定量评估, 为临床决策提供可视化依据。研究局限在于样本来源于单中心, 恶性比例受转诊偏倚影响; 绝经前后激素环境差异未进一步分层; 未纳入免疫组化微血管密度作为直接对照。后续可扩大多中心数据, 结合分子分型, 探索三维参数与基因突变谱的对应关系, 以提升个体化预测精度。

参考文献:

- [1] 李好平.经阴道联合经腹部彩超在绝经后妇女子宫内膜良恶性病变诊断中的研究价值[J].黑龙江医学,2023(1):12-13.
- [2] 孙书勤.二维超声联合三维超声对宫腔占位性病变良恶性的鉴别诊断价值分析[J].影像研究与医学应用,2025,9(3):143-145.
- [3] 龚记花,郭利蕊.超声在卵巢病变良恶性病变鉴别诊断中的应用价值研究[J].实用医学影像杂志,2022,23(6):57-58.
- [4] 张莹.经阴道超声联合临床表现及肿瘤标志物诊断及鉴别诊断子宫内膜癌的价值分析[D].成都:四川大学,2021(2):23-24.
- [5] 简继红,李玲莉.经阴道彩色多普勒超声在子宫内膜病变诊断中的应用[J].医疗装备,2020,33(7):63-64.