

• 临床研究 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2025.03.014

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20241111.1727.020\(2024-11-12\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20241111.1727.020(2024-11-12))

3D-Slicer 结合 MRI 征象评估穿透型胎盘植入的临床研究^{*}

史旭^{1,2},林志旭^{3△},姚苗苗²,林婷婷²

(1.泉州海关综合技术服务中心,福建泉州 362010;2.泉州医学高等专科学校临床医学院,福建泉州 362010;3.泉州市妇幼保健院影像科,福建泉州 362010)

[摘要] **目的** 探讨 3D-Slicer 软件定量勾画 MRI 胎盘床异常增生血管对评估胎盘植入侵犯程度的临床价值。**方法** 回顾性收集 2020 年 7 月至 2023 年 12 月泉州市妇幼保健院 57 例需进行 MRI 检查的胎盘植入患者,分为穿透型胎盘植入组($n=11$)与非穿透型胎盘植入组($n=46$),分析两组患者 MRI 形态学征象的统计学差异。筛选其中 37 例 MRI 扫描显示为胎盘床异常增生血管患者,其中穿透型胎盘植入组 11 例与非穿透型胎盘植入组 26 例,通过 3D-Slicer 软件勾画胎盘床异生血管表面积与体积,分析两组间差异。**结果** 胎盘床异生血管表面积、体积在穿透型胎盘植入组与非穿透型胎盘植入组之间差异有统计学意义($P<0.05$)。胎盘床异生血管表面积大是穿透型胎盘植入的独立危险因素,其预测穿透型胎盘植入的曲线下面积(AUC)为 0.927。当胎盘异生血管表面积为 1 079.25 mm² 时,灵敏度为 81.8%,特异度为 88.5%。**结论** 3D-Slicer 软件定量中胎盘床异生血管表面积对穿透型胎盘植入的诊断效能高,异生血管表面积越大,胎盘侵犯子宫程度越深入。

[关键词] MRI;3D-Slicer 软件;穿透型胎盘植入;胎盘床异生血管

[中图法分类号] R445.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2025)03-0635-04

Clinical study of 3D-Slicer combined with MRI signs to evaluate penetrating placental implantation^{*}

SHI Xu^{1,2}, LIN Zhixu^{3△}, YAO Miaomiao², LIN Tingting²

(1. Quanzhou Customs Comprehensive Technical Service Center, Quanzhou, Fujian 362010, China; 2. School of Clinical Medicine, Quanzhou Medical College, Quanzhou, Fujian 362010, China; 3. Department of Radiology, Quanzhou Women's and Children's Hospital, Quanzhou, Fujian 362010, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the degree of invasion of placental implantation by quantitative delineation of MRI placental bed abnormal hyperplasia vessels by 3D-Slicer software. **Methods** Fifty-seven patients with placenta implantation requiring MRI in Quanzhou Maternal and Child Health Hospital from July 2020 to December 2023 were retrospectively collected and divided into the penetrating placenta implantation group ($n=11$) and the non-penetrating placenta implantation group ($n=46$), and the differences of MRI morphological signs between the two groups were analyzed. Among them, 37 patients with placental bed xenogenic vessels scanned by MRI were screened and there were 11 cases in the penetrating placental implantation group and 26 cases in the non-penetrating placental implantation group. 3D-Slicer software was used to delineate the surface area and volume of placental bed xenogenic vessels, the differences between the two groups were analyzed. **Results** There were significant differences in the surface area and volume of xenogenic blood vessels in placental bed between the two groups ($P<0.05$). The large surface area of xenogenic vessels in the placental bed was an independent risk factor for penetrative placental implantation, and the predicted area under the curve (AUC) of penetrative placental implantation was 0.927. When the surface area of the placental bed was 1 079.25 mm², the sensitivity was 81.8% and the specificity was 88.5%. **Conclusion** According to 3D-Slicer software, the diagnostic efficacy of placental bed allogenic blood vessel surface area for penetrating placental implantation is high. The larger the allogenic blood vessel surface area is, the deeper the placental invasion of uterus is.

[Key words] MRI; 3D-Slicer software; penetrating placenta; heterogeneous vessels in placental bed

胎盘植入性疾病是妊娠期的严重并发症,近年来随着剖宫产率的上升及二孩政策的开放,其发病率逐

^{*} 基金项目:泉州市医疗卫生领域指导性科技计划项目(2021N134S)。 [△] 通信作者, E-mail: 549947849@qq.com。

年升高^[1]。胎盘植入病情凶险,引发的子宫切除率和产妇死亡率较高^[2],可产生诸多不良结局。精准的产前诊断与多学科综合管理有利于降低胎盘植入发生危重并发症的风险^[3-4]。目前国内外学者较多利用MRI形态学征象进行胎盘植入分型诊断^[5-10],而利用计算机软件勾画胎盘床异生血管评定穿透型胎盘植入的研究较少。本研究利用3D-Slicer软件勾画胎盘床异生血管,以评价胎盘植入的侵犯程度。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析2020年7月至2023年12月泉州市妇幼保健院临床高度怀疑胎盘植入需进行MRI检查的57例患者的病例资料。纳入标准:(1)图像质量好,扫描序列一致;(2)孕周为28~32周;(3)子宫无先天畸形;(4)首次诊断为胎盘植入;(5)临床医师徒手取胎盘手术证实及病理结果明确诊断为胎盘植入。排除标准:患者或其家属拒绝参与研究。根据胎盘有无穿透型植入将患者分为穿透型胎盘植入组($n=11$)与非穿透型胎盘植入组($n=46$)。穿透型的诊断标准为:因子宫底蜕膜发育不良或缺如,胎盘绒毛穿透子宫全层达到甚至穿透浆膜层侵及宫旁组织^[1]。本研究已通过泉州市妇幼保健院伦理委员会批准(审批号:2025年伦审第60号)。

1.2 方法

1.2.1 MRI检查

采用美国GE公司Signa HDe 1.5T MRI仪器对患者行多序列MRI胎盘扫描。检查前告知患者适当憋尿,避免憋尿太多影响膀胱子宫交界面的图像观测。检查全过程平扫,不采取增强扫描及使用任何钆类对比剂,不嘱咐患者憋气等操作。检查时采取足先进的方式,耻骨联合对准检查中心。MRI扫描序列包括快速单次激发快速自旋回波序列(SSFSE):TR 1 000 ms,TE 130 ms;平衡稳态自由进动序列(FIESTA):TR 80 ms,TE 2 ms;T1WI序列:TR 8 ms,TE 4 ms;扩散加权成像序列(DWI):b值800 s/mm²,TR 7 000 ms,TE 70 ms。扫描层厚5 mm,扫描间隔1 mm,常规采取轴位、矢状位及冠状位扫描。

MRI形态学评定指标选用2020年2月美国腹部放射学会和欧洲泌尿生殖放射学会发布的关于胎盘植入性疾病MRI检查的联合共识声明^[11]中专家意见统一的7项征象。

1.2.2 3D-Slicer软件图像处理

两名高年资放射学医师均具有5年以上的临床工作经验,系统学习并熟练操作3D-Slicer软件,在不知晓患者病理结果的情形下独立勾画胎盘床异生血管:导入DICOM格式影像学图片,在Segment Editor模块下勾画胎盘床异常血管,该血管影表现为胎盘内曲折、杂乱的血管影,尤其是远离脐带的插入部位^[12],通常>6 mm。采用3D-Slicer软件进行Segmenta-

tions Module模型的建立,在Radiomics模块进行影像数据的提取。通过SSFEE序列及FIESTA序列综合判断胎盘床异生血管位置,软件自动计算血管区的表面积、体积,勾画3次求平均值。

1.3 统计学处理

采用SPSS20.0统计软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,比较采用独立样本 t 检验;不符合正态分布的计量资料以 $M(Q_1,Q_3)$ 表示,比较采用Mann-Whitney U 检验;计数资料以例数或百分比表示,比较采用Fisher确切概率法。数据运用多因素logistic回归分析危险因素,并经受试者工作特性曲线(receiver operating characterist curve, ROC)分析诊断效能、灵敏度、特异度,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

两组年龄、孕周、宫腔/阴道出血、前置胎盘情况差异均无统计学意义($P>0.05$),见表1。

表1 两组患者临床资料对比

项目	穿透型胎盘植入组($n=11$)	非穿透型胎盘植入组($n=46$)	t/χ^2	P
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	31.09 $\pm$ 3.36	30.17 $\pm$ 3.34	0.117	0.734
孕周($\bar{x}\pm s$,周)	30.02 $\pm$ 1.87	29.73 $\pm$ 2.24	1.100	0.298
宫腔/阴道出血(n)	5	13	0.271	0.733
前置胎盘(n)	7	26	0.184	0.745

2.2 MRI形态学征象分析

两组胎盘子宫交界面T2加权成像(T2-weighted imaging,T2WI)低信号线消失或中断、胎盘床异生血管影、子宫肌层不自然变薄(<1 mm)、子宫/胎盘局部异常膨隆、膀胱壁局限性信号中断或消失5项征象比较,差异有统计学意义($P<0.05$),见表2。

2.3 3D-Slicer软件血管定量分析

穿透型胎盘植入组中11例(100.00%)均出现不同程度的胎盘床异生血管,非穿透型胎盘植入组中26例(56.52%)出现异生血管,两者比较差异有统计学意义($P<0.001$)。穿透型胎盘植入组患者中2例(18.18%)胎盘床异生血管分布于子宫膀胱交界处,均侵犯膀胱;非穿透型胎盘植入组出现胎盘床异生血管侵犯子宫膀胱交界处。两组患者胎盘床异生血管表面积、体积比较,差异有统计学意义($P<0.05$),见表3。

2.4 多因素logistic回归分析及独立危险因素构建ROC曲线

将表2、3中差异有统计学意义的因素纳入多因素logistic回归分析,结果显示,胎盘床异生血管表面积大($OR=1.008,95\%CI:1.002\sim1.015$)为影响穿透型胎盘植入的独立危险因素($P=0.012$)。3D-Sli-

cer 软件勾画胎盘床异生血管表面积预测评定胎盘穿透性的 ROC 曲线下面积 (area under the curve, AUC) 为 0.927, 当胎盘异生血管表面积为 1 079.25 mm² 时, 灵敏度为 81.8%, 特异度为 88.5%, 见图 1。

表 2 两组患者 MRI 形态学征象比较(n)

项目	穿透型胎盘植入组(n=11)	非穿透型胎盘植入组(n=46)	χ^2	P
胎盘子宫交界面 T2WI 低信号线消失或中断	10	19	8.740	0.005
局部外生团块	2	1	4.562	0.092
胎盘内 T2WI 低信号带	8	28	0.536	0.729
胎盘床异生血管影	11	26	7.368	0.005
子宫肌层不自然变薄(<1 mm)	7	12	5.632	0.031
子宫/胎盘局部异常膨隆	5	2	13.925	0.002
膀胱壁局限性信号中断或消失	2	0	8.668	0.034

表 3 两组 3D-Slicer 分析胎盘床异生血管的定量对比[M(Q₁, Q₃)]

项目	穿透型胎盘植入组(n=11)	非穿透型胎盘植入组(n=26)	Z	P
胎盘床异生血管表面积(mm ²)	1 355(1 101, 1 716)	595(216, 913)	-4.054	<0.001
胎盘床异生血管体积(mm ³)	1 272(926, 1 790)	488(124, 793)	-3.124	0.002

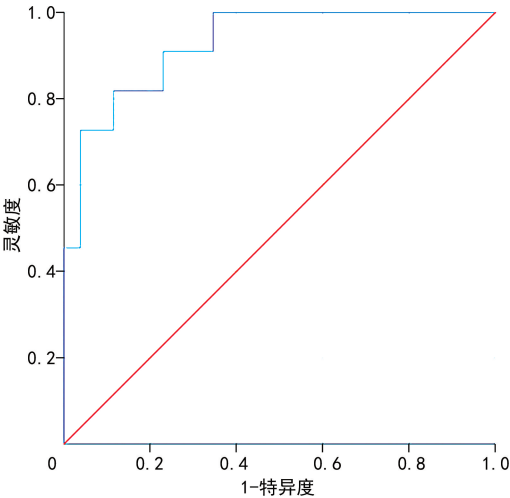


图 1 胎盘床异生血管表面积判断穿透型胎盘植入的 ROC 曲线

3 讨 论

FRATELLI 等^[13]提出孕妇 24 周后 MRI 诊断胎盘植入具有较高的特异度(94%)与阳性预测值(96%)。HOROWITZ 等^[14]指出怀疑胎盘植入患者进行 MRI 检查的最佳时间为胎龄 28~32 周,胎龄<28 周时 MRI 检查通常用于判定胎盘前置状态,而胎龄>32 周胎盘会逐渐成熟,内部异质性发生率将增加。本研究考量胎盘发育中的自然变化过程,选择胎龄 28~32 周孕妇判定胎盘有无穿透性植入,尽量减少由于胎盘处于不同发育阶段而导致的结论差异。

对于胎盘床异生血管的鉴别,龙光宇等^[15]提出胎盘内 T2WI 内低信号灶的面积可以定量判定胎盘植入程度,胎盘植入深度越深,T2WI 内低信号面积越大;陈凤英等^[16]提出 T2WI 上低信号带的总体积越大则胎盘植入程度越深,上述研究均考虑 T2WI 上结节状低信号带为纤维蛋白沉着或钙化组织。DERMEM 等^[17]提出 T2WI 上条形低信号带为异常增粗血管,通

常扭曲,直径>6 mm,为诊断胎盘植入最灵敏的指标。上述研究 T2WI 表现为不同形状低信号区,考虑可能为缺血坏死引起纤维结缔组织增生钙化、局部含铁血黄素沉着或者流空血管等因素。除了低信号形状不同,如何进一步辨别胎盘内 T2WI 低信号灶为纤维结缔组织增生或异常流空血管,本研究结合 SSFSE 序列与 FIESTA 序列综合观测。SSFSE 序列为超快速 T2WI 成像,扫描时间非常短,图像伪影少,血管低信号显示较为清晰;FIESTA 序列图像信噪比高,但水、血管、脂肪均呈现高信号表现。鉴于此考虑 SSFSE 序列呈低信号,FIESTA 序列呈高信号区域为胎盘床异生血管;SSFSE 序列呈低信号,FIESTA 序列呈低信号区域考虑为纤维瘢痕、钙化组织。有研究利用 FIESTA 和 SSFSE 序列诊断胎盘植入不同分型^[18]。本研究亦运用两者序列的特征性表现鉴别 T2WI 低信号灶的组织成分,为 3D-Slicer 软件定量分析胎盘床异生血管奠定理论基础。

对胎盘床异常增生血管的分布,本研究中 2 例(18.18%)穿透型胎盘植入患者胎盘床异生血管分布于子宫膀胱交界处,均侵犯膀胱;26 例穿透型胎盘植入患者均未出现胎盘床异生血管侵犯子宫膀胱交界处。与陆玮等^[19]研究中膀胱子宫交界面出现过多异生血管提示侵犯膀胱的结论相符。推测胎盘床异生血管分布在子宫膀胱交界处与穿透性胎盘植入有一定的相关性。另外本研究胎盘床异生血管的位置不仅分布于子宫膀胱交界处,还可分布于左、右侧子宫浆膜层,子宫下段等位置,这与 JAUNIAUX 等^[20]提出的胎盘床异生血管可位于胎盘深处、子宫下段沿着子宫浆膜分布及垂直穿透胎盘和浆膜层并延伸到宫旁组织的结论相符。

UENO 等^[21]认为胎盘出现局部异常流空血管影

与胎盘植入高度相关。现阶段关于利用定量指标评定胎盘植入异常流空血管的研究尚不足。3D-Slicer 软件是一款智能化的医学图像分析及后处理软件,既往研究应用于神经系统 CTA 重建动脉瘤夹闭随访^[22],面肌痉挛和原发性三叉神经痛责任血管的诊断及术前评估中的应用^[23]等,产科方面较少研究报道。胎盘床异生血管通常较为细小、扭曲,MRI 设备的图像后处理系统对如此细小的血管处理难度较大,需要专业的勾画软件辅助完成。利用 3D-Slicer 软件逐层勾画断面图像,显示异生血管横截面,通过勾画区域模型的建立,提取模型点数、细胞数,可立体呈现异生血管走行及扭曲程度。

胎盘床异生血管可不同程度地向子宫肌层延伸,甚至可达子宫浆膜层,并可伴附近周围广泛分布的大量新生血管。胎盘侵袭性越强,胎盘-子宫界面血管变化越明显^[24]。进一步行多因素 logistic 回归分析得出胎盘床异生血管表面积为穿透性胎盘植入的独立危险因素,诊断效能 0.927。陈练等^[25]将胎盘内异生血管表面积作为构建预测胎盘植入是否出现孕期大出血不良结局模型的影像学征象之一,提出该单项预测临界值为 2.0 cm²。本研究得出结论胎盘床异生血管面积越大,胎盘植入侵犯程度越高。出现临界值与陈练等^[25]研究不一致考虑主要与入组患者的血管扭曲度不一有关,胎盘床异生血管产生的病理机制为血管向子宫肌层不断深入生长时,伴随着过度增生反应,局部的血管会出现扩张、迂曲表现,植入程度越深的胎盘床出现异生血管的面积将会进一步增大,但两项研究均说明胎盘床异生血管表面积越大,胎盘植入深度越深。

综上所述,3D-Slicer 软件勾画 MRI 胎盘床异生血管可用于术前评估胎盘植入的侵犯程度,胎盘床异生血管表面积越大,胎盘侵犯子宫的深度有增加的趋势。3D-Slicer 软件由于其精准的数据测量及勾画分割功能在胎盘床异生血管的测量具有一定应用前景,作为术前无创性辅助检测手段,可帮助临床医生术前设计手术方案,尽量减少术中临床不良结局产生的风险。

参考文献

[1] CARUSI D A. The placenta accreta spectrum: epidemiology and risk factors[J]. Clin Obstet Gynecol,2018,61(4):733-742.

[2] 孙明,倪利庆,徐程. 产前胎盘植入临床高危因素分析及超声与 MRI 诊断价值的对比研究[J]. 南通大学学报(医学版),2019,39(6):495-497.

[3] 郑潇涵,陈欣,王光彬. MRI 征象预测胎盘植入患者不良妊娠结局的临床价值[J]. 医学影像学杂志,2024,34(2):124-127.

[4] 黄娟娟,林嘉欣,叶伟,等. 胎盘植入性疾病发生

大量产后出血的高危因素分析[J]. 重庆医学,2022,51(24):4224-4229.

[5] 邹锦莉,胡振远,王新莲,等. 基于磁共振 T2WI 影像组学模型对胎盘植入性疾病进行产前诊断及分型[J]. 磁共振成像,2024,15(1):137-144.

[6] 李方燕,朱霞,宋玲玲,等. 磁共振成像对产前胎盘植入的诊断价值[J]. 重庆医学,2017,46(7):960-963.

[7] 马飞,高小瞻,王熙,等. 超声多普勒子宫动脉血流监测诊断前置胎盘植入的研究[J]. 重庆医学,2019,48(20):3595-3597.

[8] 陈永露,宋亭,刘祎,等. 产前 MRI 在胎盘植入中的诊断价值[J]. 中国医学影像学杂志,2015,23(6):470-473.

[9] 钱丽霞,孟静文,郭娟,等. 产前 MRI 对于不同类型胎盘植入的诊断价值[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志,2017,15(12):96-99.

[10] 曾菲菲,李亮,刘昌盛,等. 基于 MRI 定量参数预测侵袭性胎盘植入及不良临床结局的可行性研究[J]. 放射学实践,2023,38(11):1429-1435.

[11] JHA P,PÖDER L,BOURGIOTI C,et al. 腹部放射学会(SAR)和欧洲泌尿生殖放射学会(ES-UR)联合共识声明:胎盘植入性疾病的 MRI 检查[J]. 国际医学放射学杂志,2020,43(4):495.

[12] 赵玉娇,尤丛,沈文. 腹部放射学会和欧洲泌尿生殖放射学会关于植入性胎盘谱系疾病 MRI 检查的联合声明及临床病例解读[J]. 放射学实践,2022,37(8):917-927.

[13] FRATELLI N,FICHERA A,PREFUMO F,et al. An update of diagnostic efficacy of ultrasound and magnetic resonance imaging in the diagnosis of clinically significant placenta accreta spectrum disorders[J]. Curr Opin Obstet Gynecol,2022,34(5):287-291.

[14] HOROWITZ J M,BERGGRUEN S,MCCARTHY R J,et al. When timing is everything:are placental MRI examinations performed before 24 weeks' gestational age reliable[J]. Am J Roentgenol,2015,205(3):685-692.

[15] 龙光宇,陈天忠,冯廷越,等. 产前胎盘植入的 MRI 征象分析[J]. 中国医学计算机成像杂志,2017,23(1):77-81.

[16] 陈凤英,张大伟,刘正平,等. 凶险型前置胎盘伴胎盘植入的产前 MRI 平扫影像学表现及诊断价值[J]. 中国临床医学影像杂志,2016,27(5):359-362.

[17] DERMAN A Y,NIKAC V,HABERMAN S,et al. MRI of placenta accreta:a new imaging perspective[J]. Am J Roentgenol,2011,197:1514-1521.

(下转第 645 页)