·论　　著·

# 预测妊娠期急性阑尾炎保守治疗无效的危险因素

沈建凯[1]，姜战武[1]，华改青[2]
1. 保定市第一中心医院普外二科，河北 保定 071000；2. 保定市第二医院中医科，河北 保定 071051

［摘要］ **目的**　预测妊娠期急性阑尾炎（acute appendicitis in pregnancy，AAP）保守治疗无效的危险因素，并计算其安全临界值，以指导AAP病人治疗策略的个体化选择。**方法**　回顾性分析2013年1月至2023年6月保定市第一中心医院收治的80例AAP病人的临床资料，分为保守治疗成功组（48例）和保守治疗失败组（32例）。通过单因素分析和logistic回归分析确定保守治疗无效的危险因素并通过绘制受试者操作特征曲线计算计数资料的约登指数和诊断截止点。**结果**　在单因素分析中，保守治疗失败组的住院时间（$t=-3.450$，$P<0.05$），体温＞37.3 ℃比例（$\chi^2=8.437$，$P<0.05$）、NBUT%（$t=-3.370$，$P<0.05$）和发病时间（$t=-3.161$，$P<0.05$）均高于保守治疗成功组，差异有统计学意义。在多因素logistic回归分析中，结果显示发病时间长、发热和高NBUT%是AAP保守治疗无效的独立危险因素。对计数资料发病时间和NBUT%绘制受试者操作特征曲线，两者曲线下面积分别为0.810和0.775，与0.5（无效假设）相比，差异均有统计学意义（均$P<0.05$），提示检验效能良好。两者的诊断截断点分别为27 h和88.96%，对应约登指数分别为0.562和0.502，敏感度分别为87.5%和75%，特异度分别为31.3%和18.8%。**结论**　发病时间＞27 h、发热和NBUT%＞88.96%是AAP保守治疗失败的早期预测指标，及早采取手术治疗可能使这类病人获益。

［关键词］ 妊娠；阑尾炎；保守治疗；危险因素
［中图分类号］R656.8　［文献标识码］A　**DOI**：10.3969/j.issn.1003-5591.2025.06.009

**Early risk factors predicting failure of conservative management for acute appendicitis in pregnancy**

*Shen Jiankai*[1], *Jiang Zhanwu*[1], *Hua Gaiqing*[2]
1. *Second Department of General Surgery, Baoding No. 1 Central Hospital, Hebei Baoding* 071000, *China*; 2. *Department of Traditional Chinese Medicine, the No. 2 Hospital of Baoding, Hebei Baoding* 071051, *China*
*Corresponding author*: *Jiang Zhanwu*, *Email*: 623019426@qq.com

［**Abstract**］ **Objective**　To identify early risk factors for failure of conservative (nonoperative) management in acute appendicitis during pregnancy (AAP) and to determine optimal diagnostic thresholds to inform individualized treatment strategies. **Methods**　We retrospectively analyzed 80 pregnant patients with AAP treated at Baoding No. 1 Central Hospital from January 2013 to June 2023. Cases were categorized as successful conservative management ($n$=48) or failed conservative management ($n$=32). Univariate analyses and multivariable logistic regression were used to identify independent predictors of failure. Receiver operating characteristic (ROC) analysis with the Youden index was applied to determine optimal cutoffs for continuous predictors. **Results**　Univariate analysis showed that compared with the success group, the failure group had significantly longer hospital stays ($t=-3.450$, $P<0.05$), higher proportion with fever (body temperature ＞37.3 ℃; $\chi^2=8.437$, $P<0.05$), higher neutrophil percentage (NEUT%; $t=-3.370$, $P<0.05$), and longer symptom duration prior to conservative treatment ($t=-3.161$, $P<0.05$). In multivariable logistic regression analysis, longer symptom duration, fever, and higher NEUT% were independent predictors of conservative management

作者简介：沈建凯，硕士，主治医师，主要从事普外科临床常见疾病的研究，Email：309572969@qq.com
通信作者：姜战武，Email：623019426@qq.com

failure. The areas under the ROC curve for symptom duration and NEUT% were 0.810 and 0.775, respectively (both $P<0.05$ versus 0.5). The optimal cutoffs were 27 hours for symptom duration and 88.96% for NEUT%, yielding Youden indices of 0.562 and 0.502, sensitivities of 87.5% and 75.0%, and specificities of 31.3% and 18.8%, respectively. **Conclusion** Symptom duration >27 hours, fever, and NEUT% >88.96% are early predictors of failure of conservative management in AAP. Early surgical intervention should be considered for patients meeting these criteria to improve outcomes.

[**Key words**] Pregnancy; Appendicitis; Conservative management; Risk factors

妊娠期急性阑尾炎(acute appendicitis in pregnancy,AAP)是孕妇最常见也是最危急的急腹症之一,其总体发病率为0.05%～0.2%,胎儿丢失率(包括流产、早产)高达20%[1]。孕妇作为阑尾疾病的三大特殊人群之一,其治疗上既要考虑病人自身的阑尾情况,又需要重视胎儿状态及病人孕期特殊的心理因素。由于妊娠期增大的子宫对阑尾的机械压迫及对大网膜游走的阻碍、盆腔淋巴血液循环丰富及毛细血管通透性增高、高水平的类固醇激素及生理性的免疫抑制等因素,导致AAP更易坏疽穿孔、炎症不易局限且易复发[2]。传统观念认为AAP一旦确诊,应尽早手术治疗[3]。然而,手术可能增加治疗费用、麻醉风险、术后并发症风险以及孕妇心理焦虑,导致在实际临床工作中部分病人拒绝手术。此外,妊娠期阑尾炎症状往往不典型,加之CT等放射性检查手段的相对禁忌,其早期诊断有一定的困难。有文献显示在怀疑AAP的病人中,15%～50%属于阴性阑尾切除,与其相关的早产风险高达10%,胎儿死亡率为4%[4]。因此,对于一些轻症病人往往不得不需要一定时间的观察以进一步确诊;在观察保守治疗期间,临床中也不乏保守治疗成功的案例。解决手术与非手术之间矛盾的关键是要找到AAP保守治疗失败的危险因素,并计算其临界值,以便针对病人个体化选择合适的治疗方式。目前这方面的文献资料较少。本文回顾性收集保定市第一中心医院近十年来收治的AAP病人临床资料,现分析如下。

## 资料与方法

一、研究对象

回顾性收集2013年1月至2023年6月保定市第一中心医院收治的80例AAP病人临床资料,按治疗方案分为保守治疗成功组(48例)和保守治疗失败组(32例)。纳入标准:(1)妊娠期内首次发作的单纯性阑尾炎病人;(2)起病时间小于72 h者;(3)不伴有妊娠期糖尿病、甲状腺功能亢进、妊娠高血压综合征等妊娠期相关疾病;(4)临床资料完整并配合随访。排除标准:(1)妊娠期内多次发作阑尾炎的病人;(2)起病时间大于72 h者;(3)入院即合并有腹膜炎、肠梗阻等并发症或阑尾穿孔、坏疽等复杂性阑尾炎而急诊行阑尾切除术者;(4)发病初期腹痛原因不明,或合并其他原因导致腹痛的孕妇;(5)临床资料不完整,随访不配合者;(6)已于当地医院或诊所保守治疗无效者。本研究经保定市第一中心医院伦理委员会批准通过(审批号:快〔2024〕168号)。

二、观察指标及评价标准

将病人体温、病程、阑尾直径、阑尾周围是否积液及合并粪石、是否为初产妇、白细胞计数(WBC)及中性粒细胞比率(NBUT%)、住院时间、是否合并糖尿病作为主要观察指标。

同时满足以下条件者评定为保守治疗成功:(1)体温正常,消化道症状及腹部体征消失,无异常阴道溢液,炎性指标达正常范围或持续改善并接近正常者;(2)恢复经口正常饮食1 d以上,排气排便正常;(3)B型超声检查提示阑尾炎症消退;(4)排除其他脏器及产科相关并发症;(5)无胎停、流产、死胎等不良妊娠结局;(6)妊娠期内阑尾炎未再复发。

符合以下任意一条则评定为保守治疗失败:(1)腹痛等症状体征减轻不明显或转趋剧烈,或炎性指标进行性升高,中毒现象日趋严重者;(2)形成阑尾脓肿,局部肿块经长时间保守疗法(5～7 d)仍不能吸收,或已出现波动感,脓肿有破裂风险者;(3)阑尾炎虽达到临床治愈出院,妊娠期内复发;(4)怀疑阑尾坏疽、穿孔或急性弥漫性腹膜炎者;(5)治疗期间出现不良妊娠结局。

三、治疗方案

病人入院后禁食,嘱其半坐位或斜坡卧位,给予踝泵锻炼预防血栓、肠外营养支持、静脉滴注美国食品药品监督管理局(FDA)推荐的头孢类抗生素[5]。常规监测病人胎心及宫缩情况,如出现先兆流产或早产征象,根据孕妇及胎儿综合情况,适当应用糖皮质激素、硫酸镁等药物改善胎儿预后[6]。保守治疗无效者行阑尾切除术。

四、统计学方法

通过SPSS 26.0统计软件进行统计学分析，正态分布的计量资料采用$\bar{x}\pm s$进行描述，组间对比采用$t$检验；计数资料用百分率（%）描述，组间对照运用皮尔逊卡方检验进行比较。应用二元logistic回归预测模型分析危险因素，进入标准a=0.05，计算出研究因素的优势比（*OR*）及其95%置信区间（95%*CI*）。对筛选出的独立危险因素，如为计数资料，则通过绘制受试者操作特征（ROC）曲线计算约登指数，取约登指数最大值处作为诊断截断点。$P<0.05$表示差异有统计学意义。

## 结　果

一、基础情况

最终共纳入80例病人，其中初产妇52例，经产妇28例；分为保守治疗成功组48例，保守治疗失败组32例。本组80例病人均康复出院，无死亡病例。保守治疗成功组与保守治疗失败组在年龄、孕周和体重指数这些平衡性指标的比较，差异均无统计学意义（表1）。保守治疗失败组情况：17例在保守治疗1～3 d后腹痛、发热等症状减轻不明显或进行性加重或出现腹膜炎、肠梗阻等并发症而及时行手术治疗，其中有2例在阑尾切除术后出现死胎；14例达到临床治愈出院后，在妊娠期内复发而行手术治疗；1例保守治疗期间出现流产。

**表1**　影响两组妊娠期急性阑尾炎病人预后的单因素危险因素分析

| 项目 | 保守治疗成功组（$n$=48） | 保守治疗失败组（$n$=32） | $t/\chi^2$值 | $P$值 |
|---|---|---|---|---|
| 年龄（$\bar{x}\pm s$，岁） | 25.40±3.83 | 27.19±5.18 | -1.778 | 0.79 |
| 孕龄（$\bar{x}\pm s$，周） | 18.75±7.50 | 19.47±7.60 | -0.418 | 0.68 |
| 体重指数（$\bar{x}\pm s$，kg/m$^2$） | 29.30±6.23 | 28.45±6.18 | -1.121 | 0.71 |
| 初产妇（是/否，例） | 30/18 | 22/10 | 0.810 | 0.78 |
| 体温＞37.3 ℃（是/否，例） | 7(41) | 14(18) | 8.473 | 0.04 |
| 发病时间（$\bar{x}\pm s$，h） | 26.75±4.23 | 39.66±5.57 | -3.161 | 0.01 |
| 阑尾直径（$\bar{x}\pm s$，mm） | 0.98±0.21 | 1.01±0.39 | -0.972 | 0.71 |
| 阑尾积液（是/否，例） | 3/45 | 9/23 | 5.592 | 0.18 |
| 阑尾粪石（是/否，例） | 0/48 | 2/30 | - | - |
| 住院时间（$\bar{x}\pm s$，d） | 6.29±2.36 | 10.97±7.21 | -3.547 | 0.01 |
| 白细胞计数（$\bar{x}\pm s$，×10$^9$/L） | 13.52±3.83 | 15.54±5.73 | -1.702 | 0.10 |
| 中性粒细胞比率（$\bar{x}\pm s$，%） | 80.84±11.70 | 88.72±7.62 | -3.370 | 0.01 |

二、单因素分析

在观察指标的单因素分析结果中显示，WBC、是否为初产妇、阑尾周围积液比例、阑尾直径等观察指标差异无统计学意义。保守治疗成功组的住院时间显著低于保守治疗失败组。保守治疗失败组的体温＞37.3 ℃比例、NBUT%和发病时间均高于保守治疗成功组，差异有统计学意义（表1）。由于仅在保守治疗成功组中存在2例糖尿病病人，故糖尿病相关问题未进一步统计分析。

三、多因素分析

根据单因素分析结果以及临床经验，选择发病时间、是否发热和NBUT%作为候选因素，纳入多因素logistic回归分析。结果显示，发病时间、是否发热和NBUT%是保守治疗无效的独立危险因素（表2）。对计数资料发病时间和NBUT%绘制ROC曲线（图1），两者曲线下面积分别为0.810和0.775，与0.5（无效假设）相比，差异均有统计学意义（均$P<0.05$），提示检验效能良好。两者的诊断截断点分别为27 h和88.96%，对应约登指数分别为0.562和0.502，敏感度分别为87.5%和75.0%，特异度分别为31.3%和18.8%。

**表2**　影响两组妊娠期急性阑尾炎病人预后的多因素危险因素分析

| 危险因素 | 回归系数 | 标准误 | $P$值 | $OR$值 | 95%$CI$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 发病时间 | 3.251 | 0.848 | 0.001 | 25.812 | 4.897～136.58 |
| 是否发热 | 1.575 | 0.750 | 0.036 | 4.830 | 1.110～21.019 |
| 中性粒细胞比率 | 2.864 | 0.846 | 0.001 | 17.528 | 3.338～92.028 |

注：*OR*. 优势比；*CI*. 置信区间。

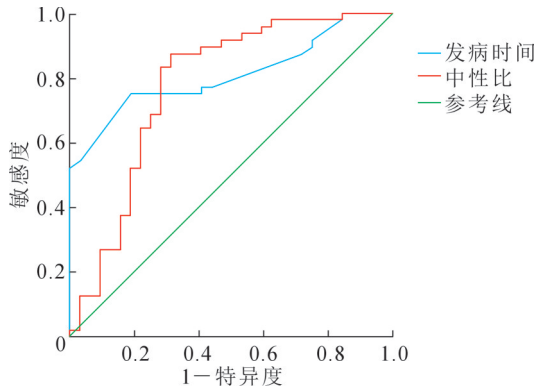



**图1**　中性粒细胞比率及发病时间受试者工作特征曲线

## 讨　论

相比非妊娠女性，阑尾炎在妊娠女性中的发生率增加了约10%～24%，在高龄孕妇中，阑尾炎的发生率更是增加了84%[7]。对于妊娠期合并急性阑尾炎的诊断和治疗往往让普外科医生感到棘手，一旦误诊或延误治疗可能导致孕妇和胎儿的不良妊娠结局。有数据表明，如果没有得到规范的抗感染治疗，AAP病人病程超过24 h后穿孔率达23.07%，穿孔后胎儿丢失率将增加31%～33%，ROC曲线分

析得出 20 h 内是 AAP 病人手术的最佳时机[4]。Abbasi 等[8]对 7 000 例人群中的 AAP 病人研究发现，接受保守治疗病人和手术治疗相比较，其感染性休克、腹膜炎和血栓栓塞的发生率均有升高。而日本一项回顾性研究（2005 年～2019 年）显示 113 例病人均接受保守治疗成功[9]。粟静等[10]一项研究显示 32.8% 的 AAP 病人拒绝手术且全部保守治疗成功。Varadhan 等[11]的一项 Meta 分析结果显示，单独接受抗生素保守治疗对于没有并发症的阑尾炎有效。有文献表明，保守治疗对于孕妇非复杂性阑尾炎是安全有效的，短时的保守治疗并密切观察疗效可以使部分病人避免不必要的手术操作及相关并发症，对于一些轻症阑尾炎保守治疗成功率高达 72.7%[12]。故对于一些轻症的 AAP 病人治疗方式的选择不能一概而论，“一刀切”的手术及盲目的保守治疗均不能使病人受益。预测 AAP 病人保守治疗无效的早期危险因素至关重要，可避免一些不必要的观察和犹豫，对病人进行分类治疗以免延误手术时机导致不良后果。本研究选择保守治疗的对象均是症状较轻、腹膜炎不明显的单纯性阑尾炎病人。由于妊娠中晚期增大的子宫对阑尾的挤压作用，当阑尾位于子宫背侧时疼痛可以放射至右侧腰背部，加之腹壁的抬高使得腹膜炎体征常不典型，与实际病变程度不相符，导致延误治疗，故本研究选取更客观的体温、发病时间、阑尾直径、WBC 及 NBUT% 等作为主要观察指标，且 AAP 病人病情变化快、危险程度高、并发症多，故保守治疗过程中需密切观察病人病情变化，症状及相关指标不缓解或进行性加重时应毫不犹豫及时手术。

急性阑尾炎的临床过程，也是机体的防御能力和炎症的扩散趋势的相互斗争的过程，矛盾的双方始终贯穿于整个阑尾炎的过程。早期的诊断及规范的抗生素使用、营养支持等治疗手段有助于阑尾炎症的消退以避免手术。而发病初期的不重视、误诊或治疗不规范等原因将导致炎症的扩散及加重而使得炎症在斗争中占据上风，从而降低了保守治疗成功的概率。本研究未纳入起病大于 72 h 孕妇，亦是顾虑病人在发病初期未得到正规有效的保守治疗而影响观察结果。本研究显示发病 27 h 内就诊的病人更易保守治疗成功，发病 27 h 后就诊并不意味着一定保守治疗失败，但需仔细通过其发病后的诊疗经过来协助判断保守治疗成功的条件。早期规范的干预将增加保守治疗成功的砝码。

妊娠期特殊的生理解剖环境给阑尾炎的诊断带来一定困难，当妊娠合并阑尾炎诊断不确定时，保守治疗可降低阴性阑尾切除的风险[13]。由于 CT 等放射性手段在 AAP 病人的应用中受到限制，故彩色多普勒超声的诊断尤为重要。妊娠期阑尾炎的直接征象为长轴切面为“腊肠样”或“蚯蚓”样回声改变，即右下腹管状回声，短轴切面为“同心圆”征，其他提示征象包括局部肠间积液、钙化粪石、直径 >6 mm、壁厚 >3 mm 及阑尾顺应性差等[14]。磁共振成像由于价格昂贵、操作复杂、部分人群受限等原因，在临床中不推荐作为常规检查[15]，可用于怀疑 AAP 而超声检查阴性的孕妇。此研究将阑尾粪石、阑尾直径及局部积液纳入比较。结果显示局部积液并无差异，可能与病人妊娠期生理性积液有关，或合并阑尾周围大量积液者大多出现腹膜炎症状而在入院时即急诊手术治疗。多数研究认为阑尾粪石往往伴随着急性或慢性阑尾炎，且保守治疗不易成功。本研究中保守治疗成功组均未合并阑尾粪石，保守治疗失败组仅有 2 例病人合并粪石，数据较少故并未纳入统计。

妊娠期 WBC 及体温均生理性轻度升高，在怀孕第 2 个月 NBUT% 开始增多，一般认为当 WBC > $10\times10^9$/L，NBUT% >80% 时可怀疑为妊娠合并急性阑尾炎[16]，WBC > $15\times10^9$/L 对诊断妊娠期阑尾炎才有意义[17]。陈艳红等[18]研究结果显示 AAP 病人的 WBC 和 NBUT% 与其病情程度呈正相关，其他相关报道研究均认为发热与复杂性阑尾炎相关[19-20]。当炎性指标及体温明显升高通常提示穿孔征象。本研究显示 WBC 在保守治疗成功组和失败组之间无显著差异，而当出现发热、NBUT% > 88.96% 时保守治疗失败率明显升高。除生理性升高因素外，疼痛、应激等情况均可能增加 WBC，很多学者认为 WBC 水平对妊娠期阑尾炎特异性低，诊断价值有限。赵曦等[17]一项纳入 200 例阑尾炎病人的研究结果显示 WBC 与阑尾术后病理结果之间的关联性没有统计学差异，提示 WBC 不能准确反映阑尾炎感染的严重程度。相对而言体温及 NBUT% 更加稳定，更能真实反映孕妇的炎症程度。

随着国家推行分级诊疗制度的日趋完善，基层医院的 AAP 病人不在少数。故此研究并未纳入白细胞介素-6、降钙素原、磁共振成像等相关指标。另一不足之处在于本研究仅纳入病人发病入院时的相关指标，没有动态的监测指标的变化趋势。未来，需纳入更多的临床指标，并动态观察指标变化

情况，进而指导治疗决策。

**利益冲突**　所有作者均声明不存在利益冲突

## 参　考　文　献


[1] 符建桃，黄守国，张静. 妊娠期急性阑尾炎诊治的研究进展[J]. 中国普通外科杂志，2020，29(4)：487-493. DOI：10.7659/j.issn.1005-6947.2020.04.013.

[2] 朱科俊，王志新. 妊娠期急腹症的紧急处理[J]. 中华产科急救电子杂志，2016，5(1)：22-25.

[3] 谢幸，孔北华，段涛. 妇产科学[M]. 第9版. 北京：人民卫生出版社，2018：129-131.

[4] Butala P, Greenstein AJ, Sur MD, et al. Surgical management of acute right lower-quadrant pain in pregnancy: a prospective cohort study[J]. J Am Coll Surg, 2010, 211(4): 490-494. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2010.06.004.

[5] Alsaleh R, Gari S, Gari M. The awareness of pregnant patient about effect of antibiotics in pregnancy [J]. J Microsc Ultrastruct, 2019, 7(2): 72-77. DOI: 10.4103/JMAU.JMAU_56_18.

[6] 王玉莲. 黄体酮治疗先兆流产对妊娠期合并症及围生儿结局的影响[J]. 现代诊断与治疗，2016，27(23)：4475-4477. DOI：10.3969/j.issn.1001-8174.2016.23.049.

[7] Zingone F, Sultan AA, Humes DJ, et al. Risk of acute appendicitis in and around pregnancy: a population-based cohort study from England [J]. Ann Surg, 2015, 261(2): 332-337. DOI: 10.1097/SLA.0000000000000780.

[8] Abbasi N, Patenaude V, Abenhaim HA. Management and outcomes of acute appendicitis in pregnancy-population-based study of over 7000 cases[J]. BJOG, 2014, 121(12): 1509-1514. DOI: 10.1111/1471-0528.12736.

[9] Nakashima M, Takecuchi M, Kawakami K. Clinical outcomes of a cute appendicitis during pregnancy: conservative management and appendectomy[J]. World J Surg, 2021, 45(6): 1717-1724. DOI: 10.1007/s00268-021-06010-w.

[10] 粟静，杨运娥，杨阳，等. 妊娠期急性阑尾炎125例诊治分析[J]. 中西医结合心血管病电子杂志，2017，5(23)：36-37. DOI：10.16282/j.cnki.cn11-9336/r.2017.23.025.

[11] Varadhan KK, Neal KR, Lobo DN. Safety and efficacy of antibiotics compared with appendicectomy for treatment of uncomplicated acute appendicitis: meta-analysis of randomised controlled trials[J]. BMJ, 2012, 344: e2156. DOI: 10.1136/bmj.e2156.

[12] Salminen P, Paajanen H, Rautio T, et al. Antibiotic therapy vs appendectomy for treatment of uncomplicated acute appendicitis: the APPAC randomized clinical trial[J]. JAMA, 2015, 313(23): 2340-2348. DOI: 10.1001/jama.2015.6154.

[13] Salminen P, Tuominen R, Paajanen H, et al. Five-year follow-up of antibiotic therapy for uncomplicated acute appendicitis in the APPAC randomized clinical trial [J]. JAMA, 2018, 320(12): 1259-1265. DOI: 10.1001/jama.2018.13201.

[14] 赵进，隋燕妮. 彩色多普勒超声诊断妊娠期合并急性阑尾炎的价值[J]. 影像研究与医学应用，2018，2(4)：170-172. DOI：10.3969/j.issn.2096-3807.2018.04.104.

[15] Kave M, Parooie F, Salarzaei M. Pregnancy and appendicitis: a systematic review and meta-analysis on the clinical use of MRI in diagnosis of appendicitis in pregnant women [J]. World J Emerg Surg, 2019, 14: 37. DOI: 10.1186/s13017-019-0254-1.

[16] 代鸣，孙胜，周艳芬. 妊娠合并急性阑尾炎30例诊疗分析[J]. 国际妇产科学杂志，2012，39(4)：405-406，409. DOI：10.3969/j.issn.1674-1870.2012.04.024.

[17] 赵曦，张子通，王斌，等. 超敏C反应蛋白、白细胞计数与阑尾炎病情的相关性分析[J]. 广东医学院学报，2011，29(5)：485-487. DOI：10.3969/j.issn.1005-4057.2011.05.004.

[18] 陈艳红，陈敦金，柯莉，等. 妊娠合并急性阑尾炎81例临床分析[J]. 中华产科急救电子杂志，2016，5(1)：32-35. DOI：10.3877/cma.j.issn.2095-3259.2016.01.008.

[19] Andersen B, Nielsen TF. Appendicitis in pregnancy: diagnosis, management and complications[J]. Acta Obstet Gynecol Scand, 1999, 78(9): 758-762.

[20] 李世宽，成良栋，李元博，等. 成人急性复杂性阑尾炎发病高危因素分析[J]. 中华胃肠外科杂志，2018(12)：1374-1379. DOI：10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2018.12.008.


（收稿日期：2024-12-24）