

论 著

磁共振多模态序列结合临床指标对复杂性肛瘘术后肛门排粪失禁复发预测研究*

朱寅虎¹ 江泊源¹ 李笑石¹
李 馨¹ 蒲豆豆² 叶江海²
秦 越^{1,*}

1.西安大兴医院影像科 (陕西 西安 710016)
2.陕西中医药大学附属医院医学影像科
(陕西 咸阳 712000)

【摘要】目的 通过对多模态MRI指标与临床指标结合分析，建立复杂性肛瘘术后肛门排粪失禁预测模型，并对模型进行验证。方法 回顾性分析2020年1月至2023年5月我院肛肠科收治的71例复杂性肛瘘患者资料。统计术后三个月是否有肛门失禁症状，根据肛门失禁进行分组，结合患者多模态MRI数据指标及临床指标等变量进行Logistic回归分析，建立术后肛门失禁预测模型。结果 71例患者中，最终共纳入71人，其中男性65人，年龄21至63岁，平均年龄39.23±10.71岁，经括约肌型46例，括约肌上型25例。Logistic回归分析结果显示，MRI肛瘘分型、MRI病变直径、肛门外括约肌(external anal sphincter, EAS)萎缩分级、EAS厚度、年龄是复杂性肛瘘术后并发肛门失禁的独立危险因素(P<0.05)。依此进行因素筛选从而构建预测模型，绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线，曲线下面积(area under the curve, AUC)为0.940(P<0.001)，模型预测质量评分0.87分，有较高的预测效能。结论 MRI多模态成像指标结合临床风险因素建立的预测模型准确度良好，可以在治疗前方案的制订提供良好的影像学证据与参考，可以更好对肛门失禁情况进行提前预判。

【关键词】复杂性肛瘘；肛门失禁；危险因素；logistic回归；受试者工作特征曲线
【中图分类号】R657.1+6
【文献标识码】A
【基金项目】陕西省重点研发计划项目(2023-YBSF-055)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.08.041

Multimodal Sequence of MRI Combined with Clinical Indicators to Predict the Recurrence of Anal Fecal Incontinence after Complex Anal Fistula Surgery*

ZHU Yin-hu¹, JIANG Bo-yuan¹, LI Xiao-shi¹, LI Xin¹, PU Dou-dou², YE Jiang-Hai², Qin Yue^{1,*}.
1.Department of Radiology, Xi'an Daxing Hospital, Xi'an 710016, Shaanxi Province, China
2.Department of Medical Imaging, Affiliated Hospital of Shaanxi University of Traditional Chinese Medicine, Xianyang 712000, Shaanxi Province, China

ABSTRACT
Objective To establish and validate a predictive model for recurrence of anal fecal incontinence after complex anal fistula surgery by combining magnetic resonance imaging (MRI) indicators with clinical indicators. **Methods** The data of 71 patients with complex anal fistula admitted to the Department of Anorectal surgery of our hospital from January 2020 to May 2023 were retrospectively analyzed. The symptoms and complications of anal incontinence at three months after operation were statistically analyzed. Univariate logistic regression analysis was performed combined with multimodal MRI data, clinical indicators, surgical methods and other variables. **Results** A total of 71 patients were included, including 65 males, aged from 21 to 63 years, with an average age of 39.23±10.71 years. There were 46 cases of trans-sphincteric type and 25 cases of suprasphincteric type. logistic regression analysis showed that MRI Anal fistula type, MRI lesion diameter, atrophy grade of External Anal Sphincter (EAS), thickness of EAS and age were independent risk factors for postoperative anal incontinence after complex anal fistula surgery (P<0.05). The Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve of the constructed prediction model was drawn, and the Area Under The Curve (AUC) was 0.940 (P<0.001), and the prediction quality score of the model was 0.87, indicating that the model had a high prediction efficiency. **Conclusion** The prediction model established by combining MRI multimodal imaging indicators with clinical risk factors has good accuracy and can provide good imaging evidence and reference for the formulation of treatment plans before treatment.
Keywords: Complex Anal Fistula; Anal Incontinence; Risk Factor; Logistic Regression; Receiver Operating Characteristic Curve

肛瘘是我国常见的肛肠多发病，只有进行手术才能完成治愈^[1]。对于肛肠外科而言，如果在术后保证肛门功能，杜绝并发症是一个艰巨的任务^[2]。无论采用何种术式，肛瘘手术对括约肌的损伤都有概率导致不同程度的肛门失禁^[3]。
近年来随着MRI影像技术的不断发展，肛瘘术前规划越来越多的使用MRI进行，尤其是肛瘘分型和对瘘口的走行判断，对于手术术式的选择非常重要^[4]，为了确保术后肛门失禁并发症的减少，合理进行手术规划，常规的MRI扫描逐渐发展为多模态多序列的检查，除了临床常规的瘘口位置、数目、走行、分型等指标，还能测量多个独特的影像学指标^[5]，这些指标与临床相结合对复杂性肛瘘术后肛门失禁复发症是否有预测的功能还未见研究。本实验基于MRI指标与临床指标结合，使用logistic回归性分析建立复杂性肛瘘患者术后并发肛门失禁的风险预测模型，对影像学在肛瘘愈后判断的效能进行验证，为临床选择合适治疗方案提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究回顾性收集我院肛肠外科2020年1月至2023年5月收治的肛瘘患者94人。

纳入标准：临床手术确诊为复杂性肛瘘；术后随访记录至少为6个月；术后肛门失禁复发标准符合克利夫兰肛门失禁评分(cleveland clinic florida fecal incontinence score, CCFIS)大于等于2分且肛门失禁持续15天以上；自愿参与随访并能真实准确反应病情。排除标准：患有高危心脑血管疾病、恶性肿瘤、持续性胃肠道炎症患者；MRI图像质量较差，有较大伪影无法辨别肛瘘情况；术前有肛门失禁症状。最终共纳入71人，其中男性65人，年龄21至63岁，平均年龄39.23±10.71岁，经括约肌型46例，括约肌上型25例。本实验由西安大兴医院医学伦理委员会审查通过，伦理编号：DXYY-YXLL-FJ-036。

1.2 影像学检查参数设置 所有患者均在我院同一台Prisma3.0T超导磁共振成像系统(Siemens healthineers, Erlangen, Germany)进行检查。患者采用仰卧位，头进脚出，均不进行肠道准备，直肠区无外压物与标记物。所有患者均采用多模态序列进行扫描，参数见表1。所有冠状位扫描均为平行瘘管方向的斜冠状位。压脂序列均采用Fat Sat。动态增强序列采用T₁三维容积插入式屏气检查(three dimension volumetric interpolated breath hold examination, 3D-VIBE)序列，序列扫描前注射钆类对比剂 GD-DTPA，注射剂量15mL，注射流速5mL/s。注射后20秒进行T₁-VIBE序列扫描。

【第一作者】朱寅虎，男，副主任医师，主要研究方向：腹盆腔影像学诊断。E-mail: 403608542@qq.com
【通讯作者】秦 越，女，主任医师，主要研究方向：CT与MRI诊断。E-mail: qinyuemr@126.com

1.3 肛瘘术后肛门失禁并发症统计 使用克利夫兰医学中心肛门失禁评分量表(cleveland clinic florida fecal incontinence score, CCFIS)^[6]对肛门失禁程度进行评估, ≤2分为术后无肛门失禁, >2分为术后有肛门失禁, 所有患者皆有肛肠外科护理人员于术后每月进行电话随访, 量表详见表2。

1.4 观察指标 回顾性查看患者MRI图像资料对影像学指标进行收集, 调阅患者住院电子病历收集临床资料, 所有资料整理由一名高年资影像科医生及一名高年资肛肠外科医生完成, 如遇到意见不统一时, 引入第三位肛肠外科高年资医师进行评价。其中影像学指标包括: 肛瘘分型、原发肛瘘位置、肛瘘走行、瘘口最大直径、内口数目、肛门外括约肌(external anal sphincter, EAS)萎缩分级、EAS厚度、EAS缺陷; 临床资料包括: 年龄、性别、入院血糖、手术肛瘘分型、手术瘘管位置、吸烟史、肛门失禁。随访以门诊复查与电话邀约两种方式展开。Logistic回归变量赋值详见表3。

1.5 统计学方法 使用SPSS28.0 统计软件对数据进行分析。使用单因素和多因素Logistic回归模型估计自变量, 采用均数±标准差表示计量资料, 计数资料采用 χ^2 检验, 单因素Logistic回归分析 $P<0.05$ 的变量认为对因变量有影响, 选择其再进行进一步进行多因

素二元logistic回归分析, 计算优势比(odds ratio, OR)和95%置信区间(95% confidence interval, 95%CI), 建立肛瘘分型预测模型, 检验水准 $\alpha=0.05$; ROC曲线下面积(area under the curve, AUC)评价模型预测价值。AUC>0.75认为模型有较好的诊断效能。

2 结 果

2.1 单因素Logistic分析 将所有指标均进行单因素分析, 结果MRI分型、最大直径、EAS萎缩分型、EAS厚度、年龄因素 $P<0.05$, 详见表4。

2.2 多因素Logistic分析 在进行单独筛选自变量时, MRI肛瘘分型、最大直径、EAS萎缩分型、EAS厚度、年龄因素对模型影响最大, 将其指标进行拟合, 拟合后的模型剔除 $P>0.05$ 的指标, 见表5。

2.3 ROC曲线分析绘制 拟合后的模型进行肛瘘分型预测(括约肌), 预测后的结果与手术分型结果进行受试者工作特征曲线ROC曲线对比, AUC为0.940, 95%CI=0.872~1.008, $P<0.001$ 。预测模型质量评估得分0.87分, 预测模型效能良好, 详见图1; 多模态MR序列图像对肛瘘分析示例详见图2、3。

表1 MRI各扫描序列及参数

序列	方位	TR(ms)	TE(ms)	层厚/层间距(mm)	FOV	矩阵	压脂	相位编码
T ₂ WI	矢状位	4500	93	3/0	220	384×307.2	否	H/F
T ₂ WI	冠状位	2490	95	3/0.6	220	384×326.4	否	R/L
T ₂ WI	冠状位	3060	95	3/0.6	220	384×268.8	是	R/L
T ₂ WI	轴位	3170	95	3/0	210	384×345.6	否	R/L
T ₂ WI	轴位	2810	92	3/0	210	320×256	是	R/L
T ₁ WI	轴位	588	12	3/0	200	320×224	否	R/L
Re-DWI	轴位	4180	50/80	3/0	200	118×118	否	A/P
T ₁ -VIBE	轴位	4.2	1.34/2.57	3.5/0.7	260	192×172.8	是	A/P

表2 CCFIS评估量表

失禁类型	频率				
	从来没有	极偶尔	偶尔	经常	非常频繁
气体	0	1	2	3	4
粘液	0	1	2	3	4
固体	0	1	2	3	4
穿戴垫	0	1	2	3	4
生活方式变更	0	1	2	3	4

注: 频率说明: 从来没有: 随访期间一次都没有; 极偶尔: 少于每个月一次;
偶尔: 少于每周一次但是多于每个月一次; 经常: 少于每天一次但是多于每周一次;
非常频繁: 多于每天一次。

表3 Logistic回归变量赋值表

变量	内容	赋值
Y	因变量	无失禁=1, 有失禁=2
X1	性别	男=1, 女=2
X2	年龄	≤45=1, >45=2
X3	入院血糖	≤7.0=1, >7=2
X4	肛瘘分型	括约肌间型=1 经括约肌型=2 括约肌上型=3 括约肌外型=4
X5	瘘口位置	低位=1, 高位=2
X6	吸烟史	每日≤3根=1, 每日>3根=2
X7	EAS萎缩分级	无(变薄且肌肉未被脂肪替代)=1 轻度(<50% EAS变薄或EAS肌肉被脂肪替代)=2 重度(>50% EAS变薄或 EAS肌肉被脂肪替代)=3
X8	EAS厚度	≤5mm=1, >5mm=2
X9	EAS缺陷	无缺陷=1, 有缺陷=2
X10	病变最大直径	≤5mm=1, >5mm=2

表4 单因素Logistic分析

因素	B	P	OR	95%CI
MRI分型	0.982	0.046	2.670	0.869 8.203
瘘管位置	0.523	0.369	1.688	0.539 5.285
病变最大直径	0.377	0.006	1.459	1.113 1.912
肛瘘走行	-22.172	1.000	0.000	0000
EAS萎缩分级	-5.176	0.001	0.006	0.000 1.696
EAS厚度	-1.232	0.004	0.334	0.162 0.698
EAS缺陷	-21.231	0.998	0.000	0.000
年龄	0.110	0.000	1.116	1.052 1.185
吸烟	0.062	0.059	1.064	0.998 1.134
入院血糖	-4.251	0.349	0.897	0.714 1.125

表5 多因素Logistic分析

因素	B	P	OR	95%CI
病变最大直径	0.377	0.006	1.459	1.113-1.912
EAS萎缩分级	-5.176	0.001	0.006	0.000-1.696
EAS厚度	-1.232	0.004	0.334	0.162-0.698
年龄	0.110	0.000	1.116	1.052-1.185

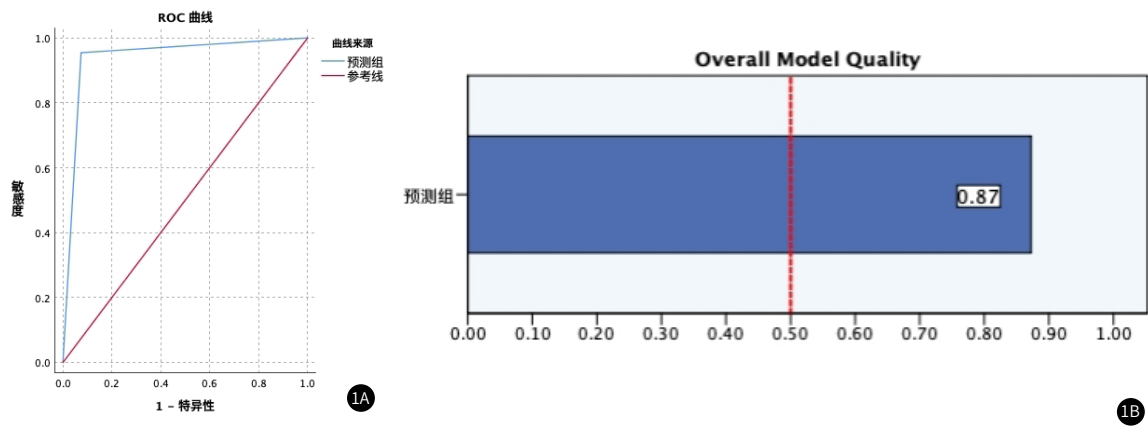


图1A 复杂性肛瘘术后失禁风险模型预测ROC曲线，AUC=0.940。
图1B 失禁风险预测模型质量评估，得分0.87分，大于0.5分认为有临床意义，小于0.5分认为不如随机预测。

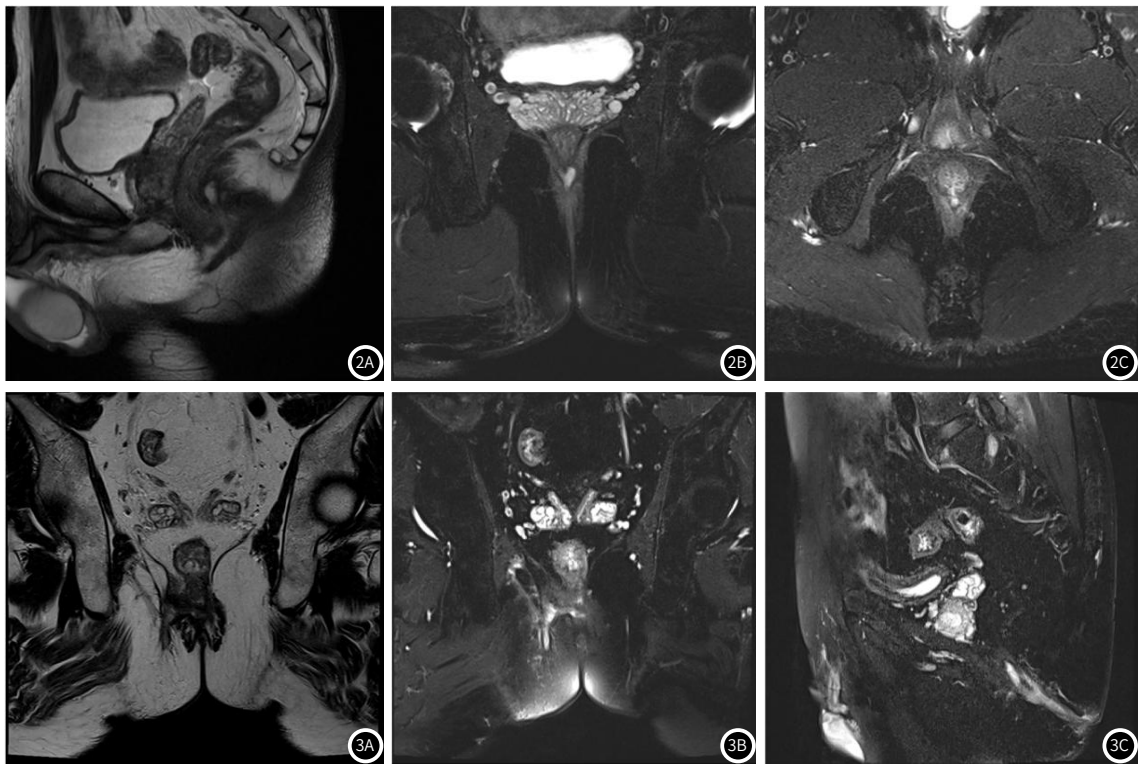


图2A-图2C 患者男，男，24岁，肛内肿胀5天，伴间断流脓3天，肛周脓肿伴低位单纯性括约肌型肛瘘。2A：矢状位T₂图像；2B：冠状位T₂压脂图像；2C：轴位T₂压脂图像。
图3A-图3C 患者男，男，63岁，肛旁包块间断破溃、流脓6月，经括约肌型肛瘘。3A：冠状位T₂图像；3B：冠状位T₂压脂图像；3C：矢状位T₂压脂图像。

3 讨论

复杂性肛瘘手术目前是临床肛肠外科常见的治疗方案之一，包括肛瘘切开术、经括约肌间瘘管切开术Tropis、括约肌间瘘管结扎术Lift、切割挂线术、松弛挂线术等，诸多的手术术式各有优缺点，国际上甚至地区不同采用的术式也不尽相同^[7]。但是无论哪种手术方式，术后肛门失禁并发症都是临床肛肠外科的重要挑战。复杂性肛瘘因其高复发率和术后失禁等并发症给病人心理上造成严重创伤，严重影响病人生活质量。随着技术的不断革新，越来越多的临床医生意识到保留括约肌手术的重要性，微创手术(例如瘘管激光闭合术FiLaC以及肛瘘镜辅助治疗Video-assisted anal fistula treatment, VAAFT)越来越多的被利用在复杂性肛瘘治疗中^[8-9]。除了对手术方式的改良，术前精准进行评估，制定个体化的治疗方案并建立有效的随访机制，也是对肛瘘疾病治疗后遗症的进一步保障。

MRI技术目前是肛瘘术前诊断的一线影像学检查，具有无辐射、无创伤、软组织显示清楚、密度分辨率高等优势，而且还可以进行多模态多序列检查，或者各种指标^[10]。在本研究中，所有的患者采集了8组序列，包含一个增强序列T₁-VIBE，可以从各个解剖角度对病变进行观察并给予有价值的术前信息。本研究选择了多个观察指标，并结合临床指标对肛瘘术后肛门失禁的风险进行预测，其中MRI分型是基于多模态MRI图像，在改良型Parks基础上进行分型评估。此前有研究表明，1.5TMRI在分析的准确性与特异性上和手术中的观察指标一致性良好^[10]，而本研究采用了成像速度更快，场强更大的3.0T磁共振设备，显示效果更好。MRI增强T₁序列可以更清楚显示肛管周围的解剖位置，有助于区别EAS和脂肪组织的分界^[11]，本研究使用了可以改善运动呼吸伪影的T₁-VIBE增强序列，显示效果良好，可以精确测量EAS相关指标。

本研究发现多个预测肛瘘术后肛门失禁的因素,其中反复验证后发现“病变最大直径”、“EAS萎缩分级”、“EAS厚度”及“年龄”四个指标结合进行模型重建,预测效果最好。而“MRI肛瘘分型”虽然同样是独立风险因素,但是由于本次纳入的71例患者皆为经括约肌型和括约肌上型这两种分型,无法判断出现其他分型时的预测效能,故剔除该因素。而“病变最大直径”指标也对应临床采用何种术式进行手术,本研究发现病变直径越大,预后肛门失禁的风险越大,与手术复发率方面的研究结果一致^[12]。EAS是肛瘘手术中保留功能需要注意的重要解剖结构,最核心的效果是最大限度保护肛门功能的同时保证治愈率,在手术前,EAS三项指标MRI观察最为直接,纳入“EAS萎缩分级”、“EAS厚度”两项指标的模型也是肛门失禁预测最为关键的测量指标。一项关于骶神经刺激治疗肛门失禁的研究表明,EAS的萎缩分级与厚度和肛门失禁情况密切相关^[13],这也与本研究的结果相似。本研究中性别并不是肛门失禁的独立风险因素,此前来自欧洲的一项研究认为女性术后肛门失禁风险因素更大^[14],但是此次研究并未发现两组间性别有显著差异,与国内学者类似研究结果一致^[15],关于性别差异对肛瘘术后肛门失禁影响的探究,将在今后扩大样本量后进一步深入研究。

Logistic回归模型建立是一种有效预测疾病风险的方法,在临床研究中广泛使用。本研究是国内外首次将EAS指标纳入危险因素建立的模型,AUC为0.940,预测效果极佳,使用该模型可以准确预测术后复发的风险,但研究仍有一些不足:首先是回顾性收集分析患者资料跨度时间较大,不同期间由不同术者进行手术,其影响无法消除;其次是样本量过少,无法按照性别进行分组,这也导致了MRI分型的单一。最后是临床治疗药物的选择并没有被详细统计,这也许会影响实验结果。但是上述不足都能通过接下来的实验就行弥补,后续研究将会尽快弥补上述不足,本研究将作为后续纵向研究的首个探索性实验,未来将会增加人工智能算法对于MRI图像指标的测量和判断,增加模型的可靠性,同时规避上述问题,进一步探究肛瘘术后肛门失禁的预测。

4 结 论

MR指标中,“病变最大直径”、“EAS萎缩分级”、“EAS厚度”结合临床指标“年龄”是肛瘘术后肛门失禁并发症的独立危险因素,依此建立的预测模型准确性较高,可以为临床选择治疗方案提供可靠的参考和影像学证据。MRI影像结合临床可以更好维持患者肛门功能,提高患者术后生活质量,值得肛瘘术前规划中推广应用。

参考文献

- [1] 中国医师协会肛肠医师分会临床指南工作委员会. 肛瘘诊治中国专家共识(2020版)[J]. 中华胃肠外科杂志, 2020, 23(12): 1123-1130.
- [2] 景明丽. MRI在肛瘘疾病术前诊断价值及瘘管MRI表现分析[J]. 湖北民族大学学报(医学版), 2023, 40(2): 92-94, 98.
- [3] 周雪涛, 王振军, 郑毅, 等. LIFT+plug术治疗经括约肌型肛瘘的长期疗效与术后肛门功能评价[J]. 中华普通外科杂志, 2022, 37(12): 947-949.

- [4] Gaertner WB, Burgess PL, Davids JS, et al. The American Society of Colon and Rectal Surgeons clinical practice guidelines for the management of anorectal abscess, fistula-in-ano, and rectovaginal fistula[J]. Dis Colon Rectum, 2022, 65(8): 964-985.
- [5] 朱寅虎, 李馨, 金大永, 等. ZOOMit与RESOLVE高级扩散加权成像技术在肛瘘评估中的应用价值[J]. 临床医学研究与实践, 2023, 8(21): 93-96.
- [6] Colbran R, Gillespie C, Ayvaz F, et al. A comparison of faecal incontinence scoring systems[J]. Colorectal Dis, 2021, 23(7): 1860-1865.
- [7] Cano-Valderrama Ó, Miguel TF, Bonito AC, et al. Surgical treatment trends and outcomes for anal fistula: fistulotomy is still accurate and safe. Results from a nationwide observational study[J]. Tech Coloproctol, 2023, 27(10): 909-919.
- [8] Sayers AE, Lee MJ, Brown SR. Improved fistula plug outcome depends on the type of plug: a single centre retrospective study[J]. Colorectal Dis, 2023, 25(5): 995-1001.
- [9] 中国医师协会肛肠医师分会临床指南工作委员会. 肛瘘诊治中国专家共识(2020版)[J]. 中华胃肠外科杂志, 2020, 23(12): 1123-1130.
- [10] 孙国锋. 1.5T MRI平扫技术在术前肛瘘分型及内口诊断中的应用价值分析[J]. 中国肛肠病杂志, 2022, 42(4): 26-27.
- [11] 张莲, 蔡卫东, 孙希文. MRI肛瘘内口诊断在治疗中的价值: 磁共振PDWI抑脂与增强T₂WI抑脂序列的对照研究[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2016, 22(5): 435-439.
- [12] Santoro GA, Infantino A, Cancian L, et al. Sacral nerve stimulation for fecal incontinence related to external sphincter atrophy[J]. Dis Colon Rectum, 2012, 55(7): 797-805.
- [13] Halligan S, Tolan D, Amitai MM, et al. ESGAR consensus statement on the imaging of fistula-in-ano and other causes of anal sepsis[J]. Eur Radiol, 2020, 30(9): 4734-4740.
- [14] Terra MP, Beets-Tan RG, Vervoorn I, et al. Pelvic floor muscle lesions at endoanal MR imaging in female patients with faecal incontinence[J]. Eur Radiol, 2008, 18(9): 1892-1901.
- [15] 吴许雄, 黄娟, 吴晓静, 等. 复杂性肛瘘术后肛门失禁风险预测模型的建立及评价[J]. 重庆医科大学学报, 2023, 48(5): 575-580.

(收稿日期: 2023-10-18)

(校对编辑: 翁佳鸿)