



张振勇, 主任医师, 教授, 云南省名中医, 云南省兴滇英才名医。云南省第一人民医院肛肠科、中医科主任, 昆明理工大学、云南中医药大学硕士生导师。中华中医药学会肛肠专业委员会常务理事; 中国民间中医药研究学会肛肠分会副会长; 中国老年保健协会肛肠专业委员会副会长; 中国西南西北肛肠协会副会长; 中国医师协会肛肠专业委员会常务委员; 云南省医师协会肛肠科医师分会主任委员; 中国民间中医药研究学会肛肠分会云南工作部主任委员; 云南省医学会外科分会肛肠学组副主任委员; 云南省中西医结合学会肛肠专业委员会副主任委员。获云南省科技进步三等奖一项, 云南省卫生厅科技进步三等奖一项, 中华中医药学会科学技术奖学术著作奖三等奖一项, 2016年获中华中医药学会肛肠分会授予“全国中医肛肠学科名医工作室——张振勇名医工作室”, 2019年获“中国西部肛肠名师”。

## 人工智能在肛肠疾病诊治中的研究进展

张怡雯<sup>1,2)</sup>, 王锡铭<sup>1)</sup>, 李子龙<sup>1,2)</sup>, 张新章<sup>2)</sup>, 陈昌贤<sup>1)</sup>, 刘为军<sup>1)</sup>, 张振勇<sup>1)</sup>

(1)昆明理工大学附属医院, 云南省第一人民医院肛肠科, 云南昆明 650032;

2)昆明理工大学医学院, 云南昆明 650500)

[摘要] 过去20 a, 人工智能的发展突飞猛进, 其越来越多地应用于医学领域, 包括医学影像辅助诊疗、健康管理、疾病风险预测等。本文基于深度学习的人工智能辅助检测和诊断系统在肛肠疾病方面的应用现状, 总结当前国内外人工智能技术在肛肠疾病诊治方面相关的新方法。主要综述人工智能技术在肛瘘, 肛周脓肿, 痔疮等肛肠疾病诊治中的研究进展。

[关键词] 肛肠疾病; 人工智能; 深度学习; 研究进展

[中图分类号] R657.1 [文献标志码] A [文章编号] 2095-610X(2024)02-0001-06

## Research Progress of Artificial Intelligence in the Diagnosis and Treatment of Anorectal Diseases

ZHANG Yiwen<sup>1,2)</sup>, WANG Ximing<sup>1)</sup>, LI Zilong<sup>1,2)</sup>, ZHANG Xinzhang<sup>2)</sup>,

CHEN Changxian<sup>1)</sup>, LIU Weijun<sup>1)</sup>, ZHANG Zhenyong<sup>1)</sup>

(1) Dept. of Anorectal Diseases, The Affiliated Hospital of Kunming University of

Science and Technology, The 1st People's Hospital of Yunnan Province Yunnan,

Kunming Yunnan 650032; 2) Medical school, Kunming University of Science

and Technology, Kunming Yunnan 650500, China)

[Abstract] In the past 20 years, the development of artificial intelligence has made rapid progress, and it is increasingly applied in the medical field, including medical image-assisted diagnosis and treatment, health management, disease risk prediction and so on. In this paper, the application status of artificial intelligence-assisted detection and diagnosis system based on deep learning in anorectal diseases is summarized, and the new methods related to the diagnosis and treatment of anorectal diseases at home and abroad are summarized. It mainly reviews the research progress of artificial intelligence technology in the diagnosis and treatment of anal fistula,

[收稿日期] 2023-10-08

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(81960447); 云南省科技厅-昆明医科大学应用基础研究联合专项基金资助项目(202301AY070001-016)

[作者简介] 张怡雯(1996~), 女, 云南曲靖人, 在读硕士研究生, 主要从事肛肠疾病的研究工作。

[通信作者] 张振勇, E-mail: 2494169326@qq.com; 刘为军, E-mail: 729368520@qq.com

perianal abscess, hemorrhoids and other anorectal diseases.

[ **Key words** ] Anorectal diseases; Artificial intelligence; Deep learning; Research progress

肛肠疾病是指发生在肛门, 大肠等的疾病。其主要包括痔疮、肛瘘、肛周脓肿、直肠息肉、肛管直肠狭窄、结直肠肿瘤及肛裂等<sup>[1]</sup>。近年来, 随着人们生活饮食习惯的改变, 各种肛肠疾病的发病率有明显升高趋势<sup>[2-3]</sup>, 越来越多的人饱受肛肠疾病的困扰。目前, 肛肠疾病主要采取手术治疗方式, 而术前直肠指检、内镜检查、以及 CT、MRI 和 B 超等影像学检查对于制定手术方案以及指导围手术期治疗等方面至关重要。但是, 这些检查方法均具有一定的局限性<sup>[4]</sup>, 特别是在评估高位复杂性肛瘘瘘管、瘘管分支和高位肛周脓肿及痔疮具体分型等方面的能力有限。

人工智能 (artificial intelligence, AI) 指的是计算机算法模仿人脑并执行学习和解决问题等任务的能力<sup>[5-6]</sup>。AI 包括机器学习 (machine learning, ML) 和深度学习 (deep learning, DL)<sup>[7]</sup>。ML 致力于提供更多数据以连续更新给定任务的计算机或软件性能, 这意味着计算机软件在数据中学习, 并通过经验改进其性能。DL 是 ML 的子集, 指的是使用算法的分层结构, 即深度神经网络 (DNN) 来模仿人脑在从输入数据中识别特征的能力<sup>[5]</sup>。一个完整的 AI 算法包括检测、分割、分析和分类, 但检测和分割等步骤通常是由人工完成的, 到目前为止大多数 AI 研究只关注这个过程的其中一个步骤<sup>[8]</sup>。最近, AI 越来越多的应用于医学领域, 特别是在器官的识别分割及部分疾病分类等方面取得了较好性能<sup>[9-10]</sup>。AI 在肛肠疾病方面的应用, 主要在于帮助医生明确诊断, 提高诊断效能的同时, 也有助于规避手术风险、减少并发症的发生, 从而达到更好的治疗效果。

## 1 AI 在肛瘘中的应用

肛瘘是肛管或直肠与会阴皮肤间形成的慢性、炎症性通道。最常见的为腺源性肛瘘, 由肛门腺隐窝感染所引起, 其他多由严重肠道疾病导致, 其中较常见的为克罗恩病 (Crohn's disease, CD) 所引起的肛瘘<sup>[11-13]</sup>。

### 1.1 AI 在腺源性肛瘘中的应用

腺源性肛瘘在肛瘘中占比约 80%~90%<sup>[14]</sup>。影像学检查可以帮助其在术前明确诊断及准确寻找内外口。目前临床上常用的影像学检查主要为

CT、MRI。而 CT 对软组织 (如盆腔组织和肛门括约肌) 的分辨率较低, 准确率仅为 24%~60%<sup>[15]</sup>, 因此, 提高 CT 在肛瘘疾病中诊断的准确率成为了亟待解决的问题。Han 等<sup>[16]</sup> 利用 DL 中的卷积神经网络 (convolutional neural network, CNN) 算法优化肛瘘患者 CT 图像, 以期为该病的临床诊治提供指导。该研究共选取了 57 例患者作为研究对象, 所有患者均行 CT 检查, 将其中 34 例患者的 CT 图像采用 CNN 处理, 定义为试验组, 其余 23 例未处理者为对照组。然后将影像学检查所发现的内外口, 瘘管直径及其在肌肉中走形与手术期间观察到的结果进行对比, 同时收集 2 组患者手术治疗后肛门失禁评分及肛门直肠测压评分以评价术后肛门恢复情况。结果发现, 试验组 CT 影像学检查结果与手术期间观察结果更一致, 图像更清晰。此外, 实验组肛门功能恢复情况也更好。

肛瘘内口大多位于齿状线附近。术前磁共振检查能够有助于快速诊断内口, 明确瘘管解剖结构, 但内口有时会被周围组织因水肿等挤压变形, 加上磁共振成像数据量大, 诊断可能存在误差<sup>[17-18]</sup>。因此, 依据术前相关影像学检查, 快速且准确的找到内口并于术中妥善处理, 是肛瘘成功治愈、减少复发的关键。袁军等<sup>[18]</sup> 在一项回顾性研究中将 103 例研究对象的磁共振 T1 增强序列图像经过处理后, 使用端对端学习和迁移学习两种方式进行学习和测试, 以评价不同人工智能算法在 MRI 的 T1 增强成像中对肛瘘内口诊断的准确性。最后以受试者操作特征 (receiver operator characteristic, ROC) 曲线对比分析发现效果最好的是基于迁移学习的 ResNet-34 模型, 其曲线下面积 (area under the curve, AUC)、灵敏度、特异度分别为 0.96、96.97% 和 94.94%, 且漏诊率和误诊率均较低。

### 1.2 AI 在 CD 肛瘘中的应用

CD 是一种病因和发病机制尚不明确的慢性非特异性炎症性疾病, 肛瘘是其最难治疗且常见的并发症<sup>[19-20]</sup>。CD 肛瘘患者通常需要三维 (three-dimensional, 3D) 超声或 MRI 来识别瘘管和隐匿性脓肿<sup>[21]</sup>。然而, 尽管 MRI 由于其高敏感性而成为诊断肛瘘和脓肿的金标准, 但它缺乏高特异性<sup>[22-23]</sup>。这就需要更好的诊断模型, 例如使用 AI 算法的 3D 图像处理和重建 (3D image processing

and reconstruction, 3D-IPR)。McFarlane 等<sup>[24]</sup>根据3个回顾性案例开发出了一套人工智能算法, 然后通过一项前瞻性研究来评估3D-IPR在术中及术后的治疗应用情况。3D-IPR首先通过MRI来构建骨盆的视觉图像, 再使用深度卷积神经网络(deep convolutional neural network, DCNN)算法来分析和诊断。此外3D-IPR通过MRI进行预处理, 使用“偏差场校正”算法和图像的各向异性扩散过滤。该研究评估了该模型在4名克罗恩肛瘘患者中的效用, 发现在CD肛瘘的治疗中, 该模型能更直观地表示出瘘管的解剖、更清晰的定位出瘘管的内口, 从而达到更好的治疗效果。

此外, 李兰兰等<sup>[25]</sup>回顾性分析了初诊CD肛瘘和腺源性肛瘘的患者各200例, 并将2组患者按8:1:1的比例随机分配至训练集、验证集和测试集。所有入组患者均行肛管MRI检查并收集图像后增强图像质量。基于4种DCNN, 使用Pytorch深度学习框架和Windows10操作系统来构建模型, 用于鉴别CD肛瘘和腺源性肛瘘。每种模型又分为迁移学习型和非迁移学习型。结果显示结合迁移学习策略的4种模型AUC分别为0.943、0.935、0.920、0.929, 均获得较高的准确率, 其与高年资放射科医生无明显差异, 但均高于低年资放射科医生。该研究探索并初步证实了DCNN结合高分辨率肛瘘MRI构建CD肛瘘诊断模型的可行性, 为CD肛瘘的早期诊断和整体治疗提供重要参考。

## 2 AI在肛周脓肿中的应用

### 2.1 AI在肛周脓肿病灶分割中的应用

肛周脓肿是肛周间隙急、慢性感染引起的脓肿, 表现为肛门周围皮肤红、痛、肿胀、结块, 并伴有不同程度的全身症状<sup>[26-27]</sup>。以往对肛周脓肿的综合诊断主要依靠外科直肠指检、临床症状等<sup>[28]</sup>, 无法直接判断病变部位和范围, 导致诊断和治疗盲目性较高。因此, 肛周脓肿术前必须明确诊断并做出准确定位, 从而提高手术的安全性。CT可扫描出肛周脓肿的病变部位及其周围的组织结构, 有助于提高肛门疾病的临床诊断水平。而基于DL的分割算法可以有条不紊地整理大量数据, 提取图像特征, 高效处理复杂问题<sup>[29-30]</sup>。Han等<sup>[31]</sup>研究了基于深度学习全卷积神经网络(deep learning fully convolutional neural network, DL-FCNN)算法的CT图像在肛周脓肿组织检测和诊

断中的性能特点。该研究纳入诊断为肛周脓肿的患者及健康志愿者各60例, 均使用多层螺旋计算机断层扫描(multislice spiral computed tomography, MSCT)获取图像。然后将DLFCNN算法与CNN算法进行对比, 并应用于肛周脓肿患者CT图像的分割训练。通过提取感兴趣区域来比较Jaccard、Dice系数、准确率和召回率等分割指标。结果表明, CNN容易出现过度分割和缺失分割的情况, 而DLFCNN具有良好的稳定性和良好的分割效果。

### 2.2 AI在肛周脓肿病灶检测中的应用

目前, MRI已被发达国家学者作为肛瘘评估和分类的金标准。但肛周脓肿的术前MRI检查尚未引起人们的重视。DL在肛肠MRI领域已超越了传统的医学图像分析方法并取得了长足的进步<sup>[32]</sup>。Yang等<sup>[32]</sup>基于多模态特征融合算法的MRI对肛周脓肿、肛瘘的诊断和预后效果展开了研究。该研究应用视觉几何组网络的第2~5卷积块以迁移学习的方式提取深度特征, 构建多模式特征融合算法。通过最大化特征层的能量比例来训练整个网络, 并将其与FCN算法进行比较。然后采用该算法对该院收治的50例肛门直肠疾病患者进行影像学诊断, 将所有患者随机分为观察组和对照组。观察组采用基于深度学习算法的MRI诊断, 对照组采用常规MRI诊断。发现改进DL算法的相似系数(85.37%)、准确率(80.02%)和召回率(79.38%)明显高于FCN算法(70.18%、67.82%和66.92%)。随着卷积层数的增加, CNN算法的分割精度也得到了提高。此外, 观察组脓肿位置检测准确率(84%)明显优于对照组(60%)。因此, 基于多模态特征融合算法的性能更好, 对提高检出率、检出准确率和疾病分类具有积极作用。

以上研究将DL对影像图像的分析应用到对肛周脓肿组织的分割和病灶检测中, 且均得到较好的结果。AI在肛周脓肿中的应用可极大的提高该疾病的检出率, 有效降低病灶遗漏发生率。肛周脓肿作为一种常见病, 手术是其最常使用的治疗方法, 而AI的应用可以使临床医生在术前更充分的认识该疾病, 为手术方案提供参考依据, 在提高手术质量的同时减少疾病的复发。

## 3 AI在痔疮中的应用

### 3.1 AI在内痔诊断和危险分级中的应用

根据流行病学调查显示, 我国超过一半的成年人患有肛肠疾病, 其中有痔疮症状的更是高达

98%<sup>[33]</sup>。而在所有痔疮患者中,内痔占比 60%<sup>[34]</sup>。陆建英等<sup>[35]</sup>开发了 DL 模型用于内镜下诊断内痔并进行危险分级,同时探讨了 AI 在其中的可行性。该研究回顾性收集肛齿状线上倒镜图片,任务 A 将上述图片分为内痔组和正常组;任务 B 根据 LDRf 分类<sup>[34]</sup>的危险因素,将内痔组进一步分为 Rf0 组、Rf1 组和 Rf2 组。基于 CNN 和 Transformer 框架建立深度学习模型,然后对比分析深度学习模型的读片效能。结果发现 5 种深度学习模型在 A 与 B 任务测试集中皆展现出较好的准确性。A 任务中的 ConvMixer 模型在验证集上准确性最高(0.961),且其召回率(0.955)、精确度(0.914)以及 F1 值(0.934)均最优。ConvMixer 在 B 任务中准确率也最高(0.911)。该模型在 A、B 任务中的准确率均优于高年资内镜医生(0.952 和 0.881)和低年资内镜医生(0.913 和 0.832)。同时,所有 DL 模型在验证集中读片用时均 <10 s,而内镜医生所需时间均 >300 s。因此,基于 DL 的计算机视觉模型可辅助内镜医师进行内痔诊断和分级,同时可以极大的缩短内镜医生的诊断用时。

### 3.2 AI 的可解释性模型在内镜下内痔评估中的应用

传统 AI 模型具有黑盒不可解释的缺点,而在医学研究中,无论是传统医学研究还是新兴的人工智能的应用,“可解释性”为医学研究者追求的目标。近年来,寻求 AI 模型算法的可解释性成为亟待解决的问题。刘璐等<sup>[36]</sup>收集患有内痔的患者和正常人的肛齿状线上倒镜图片,并根据 LDRf 分级标准,对内痔患者进一步分级为 Rf0、Rf1 及 Rf2 3 组,构建了基于 ResNet50V2 算法的可解释化计算机视觉模型,并进行外部验证。结果发现 ResNet 可解释化模型在判断正常图片与内痔图片,及在进一步对内痔分型方面均表现出良好的效能,其准确性高于黑盒模型、高年资内镜医生及低年资医生。提示该模型在未来临床内镜诊疗中具有良好应用前景。

内痔作为发病率极高的一种疾病,内镜检查作为其确诊的重要参考,对于其确诊及分类均不可或缺,但行内镜检查时,可能会受到镜下视野不佳、患者配合度差及内镜医生的诊断水平影响而导致漏诊或被错误分类。AI 不仅能识别人眼难以识别的低质量图像,对其进行正确诊断及准确分类,且其诊断速度较快,可明显提高医生工作效率,大大减轻工作量,在临床应用方面展现出了较大前景。

## 4 AI 在其他肛肠疾病中的应用

目前,已有一些研究将 AI 应用于肠息肉、结直肠癌等其他肛肠疾病中。特别是计算机辅助诊断(computer-aided diagnosis, CAD)和影像组学正在成为诊断人类疾病的下一代工具。Komeda 等<sup>[37]</sup>开发设计了 CNN-CAD 系统,对 1200 张结肠镜检查图像进行了深度学习,并对肠息肉进行诊断和分类。最后认为 CNN-CAD 系统有助于结直肠息肉的快速诊断及分类。Chen 等<sup>[38]</sup>收集 1476 张肿瘤性息肉和 681 张增生性息肉图像,并使用病理结果作参考标准,测试 DNN-CAD 的诊断能力。其认为 DNN-CAD 可用来识别小于 5 mm 的肿瘤性或增生性结直肠息肉,且较内窥镜医生诊断所需的时间更短。结直肠癌相关的研究较多,主要集中在影像组学预测结直肠癌病理分级、病灶转移、放化疗的敏感性治疗预后,还包括深度学习算法对结直肠癌的识别及分类等<sup>[39-43]</sup>。

## 5 小结和展望

目前人工智能在肛肠疾病中的应用还比较局限,仅有少部分研究将其应用在如肛瘘影像图像的处理和优化,对肛瘘内口的诊断和定位,对肛周脓肿影像图像的分割和检测及对内痔的诊断、分型以及危险分级中,但均取得了理想的效果。因此,人工智能在辅助解决肛肠领域方面的疾病还存在极大的研究空间和研究价值。

随着人工智能的稳步发展及其与医疗行业的深度融合,人工智能在医疗健康领域的前景也越来越广阔。从广义上来讲,人工智能与医疗的紧密结合,可以解决医疗资源供给不足、分布不均、医疗效率低下等问题。而具体到诊治方面,其又可以促进诊断、优化治疗、改善患者预后。目前,AI 在肛肠疾病中的应用仍处于初期探索性阶段,研究相对较少且多为单中心、小样本,这可能会导致研究结果存在偏差。因此未来还需要医务工作者和计算机专家开展更深层次的合作,以开发出更多的智能应用,并探索其在肛肠疾病手术应用中的新方向,从而为患者提供更高质量的医疗服务。

### [参考文献]

[1] 刘访,苏丹,林宏城,等.任东林教授中西医结合防治肛

- 肠疾病的学术理念及其临床经验撷菁[J]. 结直肠肛门外科, 2023, 29(2): 151-157.
- [2] 程议乐, 武永连, 李万里, 等. 国内肛肠疾病流行病学调查研究进展[J]. 中国肛肠病杂志, 2022, 42(6): 74-76.
- [3] 覃金玲, 王业皇, 谭静玲, 等. 华东地区肛肠疾病流行病学相关因素分析[J]. 中国肛肠病杂志, 2016, 36(2): 25-28.
- [4] Navkar N V, Balakrishnan S, Kharbech S, et al. 3D visualization of perianal fistulas using parametric models[J]. *Tech Coloproctol*, 2022, 26(4): 291-300.
- [5] Nakata N. Recent technical development of artificial intelligence for diagnostic medical imaging[J]. *Jpn J Radiol*, 2019, 37(2): 103-108.
- [6] Nakaura T, Higaki T, Awai K, et al. A primer for understanding radiology articles about machine learning and deep learning[J]. *Diagn Interv Imaging*, 2020, 101(12): 765-770.
- [7] De Reyniès A, Assié G, Rickman D S, et al. Gene expression profiling reveals a new classification of adrenocortical tumors and identifies molecular predictors of malignancy and survival[J]. *J Clin Oncol*, 2009, 27(7): 1108-1115.
- [8] Egger J, Gsaxner C, Pepe A, et al. Medical deep learning—A systematic meta-review[J]. *Comput Methods Programs Biomed*, 2022, 221: 106874.
- [9] Kim T M, Choi S J, Ko J Y, et al. Fully automatic volume measurement of the adrenal gland on CT using deep learning to classify adrenal hyperplasia[J]. *Eur Radiol*, 2023, 33(6): 4292-4302.
- [10] Robinson-Weiss C, Patel J, Bizzo B C, et al. Machine Learning for Adrenal Gland Segmentation and Classification of Normal and Adrenal Masses at CT[J]. *Radiology*, 2023, 306(2): e220101.
- [11] 李昕, 郑丽华. 肛瘘常用手术方式[J]. 中国临床医生杂志, 2023, 51(1): 3-6.
- [12] Charalampopoulos A, Papakonstantinou D, Bagias G, et al. Surgery of simple and complex anal fistulae in adults: A review of the literature for optimal surgical outcomes[J]. *Cureus*, 2023, 15(3): e35888.
- [13] Gao H, Cheng X, Gao L, et al. Time-scheduled dotted and solid thread-ligating therapy combined with vacuum sealing drainage for treating high complex anal fistula[J]. *Am J Transl Res*, 2021, 13(10): 11737-11744.
- [14] 王淙锦, 杨雅兰, 庄华, 等. 克罗恩病相关性肛瘘和普通性肛瘘间的超声影像学特征比较[J]. 西部医学, 2022, 34(03): 458-463.
- [15] Zhou Z. Pay attention to the imaging diagnosis of complex anal fistula[J]. *Zhonghua Wei Chang Wai Ke Za Zhi*, 2015, 18(12): 1193-1196.
- [16] Han L, Chen Y, Cheng W, et al. Deep learning-based CT image characteristics and postoperative anal function restoration for patients with complex anal fistula[J]. *J Healthc Eng*, 2021, 2021: 1730158.
- [17] Iqbal N, Sackitey C, Gupta A, et al. The development of a minimum dataset for MRI reporting of anorectal fistula: a multi-disciplinary, expert consensus process[J]. *European Radiology*, 2022, 32(12): 8306-8316.
- [18] 袁军, 陈欣悦, 常时新, 等. 基于T1增强成像的人工智能算法在肛瘘内口诊断中的可行性研究[J]. 安徽医药, 2023, 27(3): 447-452.
- [19] Parian A M, Obi M, Fleshner P, et al. Management of perianal Crohn's disease[J]. *Am J Gastroenterol*, 2023, 118(8): 1323-1331.
- [20] Song E M, Lee H S, Kim Y J, et al. Incidence and outcomes of perianal disease in an asian population with Crohn's disease: A nationwide population-based study[J]. *Dig Dis Sci*, 2020, 65(4): 1189-1196.
- [21] Jeri-McFarlane S, García-Granero Á, Gil-Catalan A, et al. Surgical strategy for supralelevator abscess in Perianal Crohn's disease: emergency surgery and residual complex fistula[J]. *Tech Coloproctol*, 2021, 25(10): 1163-1164.
- [22] Lee J L, Yoon Y S and Yu C S. Treatment strategy for perianal fistulas in Crohn disease patients: The surgeon's point of view[J]. *Ann Coloproctol*, 2021, 37(1): 5-15.
- [23] Sudol-Szopińska I, Santoro G A, Kołodziejczak M, et al. Magnetic resonance imaging template to standardize reporting of anal fistulas[J]. *Tech Coloproctol*, 2021, 25(3): 333-337.
- [24] Jeri-McFarlane S, Garcia-Granero A, Ochogavia-Segui A, et al. Three-dimensional modelling as a novel interactive tool for preoperative planning for complex perianal fistulas in Crohn's disease[J]. *Colorectal Dis*, 2023, 25(6): 1279-1284.
- [25] 李兰兰, 邓珂, 张恒, 等. 基于深度卷积神经网络的克罗恩病肛瘘磁共振成像诊断模型初探[J]. 中华炎性肠病杂志, 2023, 7(2): 144-150.

- [26] Azmi F P, Rahman N A A, Mazlan L, et al. A Case of Large Perianal Mucinous Adenocarcinoma Arising from Recurrent Abscess and Complex Fistulae[J]. *Case Rep Surg*, 2020, 2020: 1798543.
- [27] Solis E, Liang Y, Ctercteko G, et al. Dangers of delayed diagnosis of perianal abscess and undrained perianal sepsis in Fournier's gangrene: a case series[J]. *BMJ Case Rep*, 2020, 13(10): 10.1136/bcr-2020-236503.
- [28] Liu Y H, Lv Z B, Liu J B, et al. Perianorectal abscesses and fistula due to ingested jujube pit in infant: Two case reports[J]. *World J Clin Cases*, 2020, 8(20): 4930-4937.
- [29] Chang H, Kuo M C, Tang T C, et al. Clinical Features and Recurrence Pattern of Perianal Abscess in Patients with Acute Myeloid Leukemia[J]. *Acta Haematol*, 2017, 138(1): 10-13.
- [30] Ding W, Sun Y R, Wu Z J. Treatment of Perianal Abscess and Fistula in Infants and Young Children: From Basic Etiology to Clinical Features[J]. *Am Surg*, 2021, 87(6): 927-932.
- [31] Han S, Yang J and Xu J. Deep Learning-Based Computed Tomography Image Features in the Detection and Diagnosis of Perianal Abscess Tissue[J]. *J Healthc Eng*, 2021, 2021: 3706265.
- [32] Yang J, Han S and Xu J. Deep Learning-Based Magnetic Resonance Imaging Features in Diagnosis of Perianal Abscess and Fistula Formation[J]. *Contrast Media Mol Imaging*, 2021, 2021: 9066128.
- [33] 江维, 张虹玺, 隋楠, 等. 中国城市居民常见肛肠疾病流行病学调查[J]. *中国公共卫生*, 2016, 32(10): 1293-1296.
- [34] 中华医学会消化内镜学分会内痔协作组. 中国消化内镜内痔诊疗指南及操作共识(2021)[J]. *中华消化内镜杂志*, 2021, 38(9): 676-687.
- [35] 陆建英, 沈文娟, 顾莹, 等. 深度学习在内镜下内痔诊断及危险分级中的应用[J]. *中国内镜杂志*, 2023, 29(02): 1-7.
- [36] 刘璐, 林嘉希, 朱世祺, 等. 基于ResNet的可解释性计算机视觉模型在内镜下内痔评估中的应用[J]. *现代消化及介入诊疗*, 2023, 08: 972-975+980.
- [37] Komeda Y, Handa H, Watanabe T, et al. Computer-Aided Diagnosis Based on Convolutional Neural Network System for Colorectal Polyp Classification: Preliminary Experience[J]. *Oncology*, 2017, 93 Suppl 1(30-34).
- [38] Chen P J, Lin M C, Lai M J, et al. Accurate Classification of Diminutive Colorectal Polyps Using Computer-Aided Analysis[J]. *Gastroenterology*, 2018, 154(3): 568-575.
- [39] Bedrikovetski S, Dudi-Venkata N N, Kroon H M, et al. Artificial intelligence for pre-operative lymph node staging in colorectal cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Cancer*, 2021, 21(1): 1058.
- [40] Geng Z, Zhang Y, Yin S, et al. Preoperatively Grading Rectal Cancer with the Combination of Intravoxel Incoherent Motions Imaging and Diffusion Kurtosis Imaging[J]. *Contrast Media Mol Imaging*, 2020, 2020: 2164509.
- [41] He B, Ji T, Zhang H, et al. MRI-based radiomics signature for tumor grading of rectal carcinoma using random forest model[J]. *J Cell Physiol*, 2019, 234(11): 20501-20509.
- [42] Inchingolo R, Maino C, Cannella R, et al. Radiomics in colorectal cancer patients[J]. *World J Gastroenterol*, 2023, 29(19): 2888-2904.
- [43] Mitsala A, Tsalikidis C, Pitiakoudis M, et al. Artificial Intelligence in Colorectal Cancer Screening, Diagnosis and Treatment. A New Era[J]. *Current Oncology*, 2021, 28(3): 1581-1607.