

• 共识 • 意见 •

电子鼻咽喉镜检查人工智能数据采集及应用专家共识*

中华医学会耳鼻咽喉头颈外科学分会咽喉学组及相关专家

[摘要] 针对当前电子鼻咽喉镜(electronic nasopharyngolaryngoscopy)检查中存在的医师判读主观性强、早期病变漏诊率高、动态功能评估效率低下等临床痛点,本意见书旨在建立一套完整的电子鼻咽喉镜人工智能(artificial intelligence, AI)数据采集与应用技术规范体系。通过制定分层级数据采集标准(基础级保障临床可及性,进阶级满足科研需求),系统规范了白光与电子染色技术图像的双模式影像采集流程,创新性地构建了区域-特征-诊断三级标注体系,并建立了严格的质量控制与多中心验证机制。本文详细规划了人工智能在辅助检测、辅助诊断、实时质控、报告生成及模拟教学五大核心场景的应用路径,同时确立了符合伦理规范的数据安全标准。这些技术规范为提升鼻咽喉疾病诊疗的标准化水平、推动多中心研究协作提供了重要技术支撑,对促进 AI 在耳鼻咽喉科的规范化应用具有重要意义。

[关键词] 电子鼻咽喉镜;人工智能;数据采集;临床应用

DOI:10.13201/j.issn.2096-7993.2026.02.003

[中图分类号] R762 **[文献标志码]** C

Expert consensus on artificial intelligence-assisted data acquisition and clinical application in electronic nasopharyngolaryngoscopy

Laryngology Group, Chinese Society of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Chinese Medical Association and Related Experts

Corresponding authors: XIANG Mingliang, E-mail: mingliangxiang@163.com; LI Jinrang, E-mail: entljr@sina.com; WEN Weiping, E-mail: wenwp@mail.sysu.edu.cn; HUANG Zhigang, E-mail: enthzg@trhos.com; LEI Wenbin, E-mail: leiwb@mail.sysu.edu.cn

Abstract In response to the significant clinical challenges associated with current Electronic Nasopharyngolaryngoscopy examinations—including considerable inter-observer variability in physician interpretation, high rates of missed diagnoses for early-stage lesions, and inefficiencies in dynamic functional assessment—this consensus document aims to establish a comprehensive technical framework for Artificial Intelligence(AI)-enabled data acquisition and application. The framework introduces tiered data acquisition standards, comprising a foundational level to ensure clinical accessibility and an advanced level designed for research purposes. It systematically standardizes a dual-mode imaging protocol utilizing both white light and electronic chromoendoscopy. Furthermore, it innovatively proposes a three-tier annotation framework-encompassing regional, characteristic, and diagnostic levels-and establishes rigorous quality control and multi-center validation mechanisms. This document delineates detailed application pathways for AI across five core scenarios: auxiliary detection, auxiliary diagnosis, real-time quality control, automated report generation, and simulation training. Concurrently, it defines ethically compliant data security standards. These technical specifications provide crucial support for enhancing the standardization of nasopharyngeal and laryngeal disease management, facilitate multi-center research collaboration, and hold significant importance for promoting the standardized application of AI within the field of Otorhinolaryngology.

Key words electronic nasopharyngolaryngoscopy; artificial intelligence; data acquisition; clinical application

1 背景与意义

鼻咽喉区域解剖结构复杂深在,传统间接喉镜

及硬性内镜检查存在显著视野局限与功能评估盲区^[1]。电子鼻咽喉镜(electronic nasopharyngo-

*基金项目:国家重点研发项目(No:2020YFC1316903);国家自然科学基金(No:82473271、82273053、81972528、82403695);广东省特支计划领军人才(No:0720240102);广东省粤港澳研究团队项目(No:2022B1515130009);广州市重点研发项目(No:2025B03J0019)

李芸、叶斌、孙凯为共同第一作者

共同通信作者:向明亮, E-mail: mingliangxiang@163.com; 李进让, E-mail: entljr@sina.com; 文卫平, E-mail: wenwp@mail.sysu.edu.cn; 黄志刚, E-mail: enthzg@trhos.com; 雷文斌, E-mail: leiwb@mail.sysu.edu.cn

引用本文:中华医学会耳鼻咽喉头颈外科学分会咽喉学组及相关专家.电子鼻咽喉镜检查人工智能数据采集及应用专家共识[J].临床耳鼻咽喉头颈外科杂志,2026,40(2):120-130. DOI:10.13201/j.issn.2096-7993.2026.02.003.

laryngoscopy)联合电子染色技术通过高分辨率成像与灵活腔道适配性,实现了对鼻腔、鼻咽、口咽、喉腔及下咽部的全景动态观察,克服了鼻咽、舌根部、声门下区及环后区等隐蔽区域的暴露难题,为早期癌变及黏膜微血管异常的识别提供了不可替代的视觉证据^[2]。更重要的,它联合动态/频闪技术或高速摄影技术进一步实现了对声带振动对称性、黏膜波传导及喉咽运动功能的精准评估,使喉、咽功能障碍的诊断从经验推测迈向客观量化,奠定了鼻咽喉疾病精准诊疗的形态学与功能学基石^[3]。

随着电子鼻咽喉镜在临床的广泛应用,海量影像数据的产生暴露了人工判读模式的固有瓶颈:一方面,医师在识别黏膜微血管形态时存在主观差异,导致早期癌变漏诊率升高^[4-5];另一方面,动态功能分析需逐帧处理视频数据,诊断效率难以满足临床需求。人工智能技术(artificial intelligence, AI)通过深度学习算法,可对电子染色技术图像中的血管构型进行ms级定量解析,精准识别具有恶性倾向的“蠕虫样血管”或“点状血管袢”特征^[6-7]。同时,其对动态视频的实时处理能力大幅提升了功能评估的客观性与效率^[8]。这种技术赋能不仅解决了传统诊断模式的可重复性困境,更为鼻咽喉科诊疗从经验医学向数据驱动范式转型提供了核心引擎。

当前AI与电子鼻咽喉镜的深度融合仍面临关键挑战:数据采集缺乏统一标准、病变标注规范缺失、以及算法验证体系尚未成熟建立。这些问题严重制约了AI辅助诊断系统的可靠性及临床转化效能。为此,联合耳鼻咽喉头颈外科及AI领域权威专家,共同制定了《电子鼻咽喉镜检查人工智能数据采集及应用意见书》。本意见书旨在建立覆盖数据采集、算法开发及临床验证的全链条技术规范,为AI电子鼻咽喉镜的临床应用提供科学共识与实施框架,最终推动咽喉疾病诊疗进入智能化、标准化与精准化的新纪元。

2 AI数据采集规范

为构建适用于临床AI系统的标准化电子鼻咽喉镜数据库,本意见书采用分层架构,以适应不同的临床应用场景与资源条件。其中,“基本要求”层级旨在确保AI辅助诊断系统在基层医院与日常门诊环境下的基础诊断能力、可操作性及广泛适用性,核心目标是实现技术的有效普惠。而“高级要求”层级则面向具备科研能力的三级医院、区域性诊疗中心等高级别医疗机构,服务于精准诊疗、前沿算法研究及高质量数据库建设等需求,代表本领域的理想建模图像标准。所有采集活动均应遵循系统化、规范化的原则,确保数据的质量与一致性。

2.1 采集内容与范围

2.1.1 图像数据采集标准

2.1.1.1 基础白光图像 ①基本要求:基础白光

图像采集基本要求旨在确保临床诊断的基础质量与可操作性。图像采集建议系统覆盖鼻咽喉部至少11个关键检查站点,包括双侧鼻腔、鼻咽部、口咽部、喉腔及下咽部等区域,建立基础完备的鼻咽喉解剖学记录。每个检查站点应保证至少获得一张能清晰显示该区域主要解剖单元的图像。当发现可疑病灶时,需额外采集一张对焦准确的细节特征图。图像分辨率应不低于 $1\,280\times 720$ 像素,确保无严重虚焦、过暗或过曝现象。建议配置实时质控系统,对图像清晰度与关键结构可见性进行基础验证。②高级要求:基础白光图像采集高级要求旨在保证全面性的基础上,进一步提升影像采集的标准化与精细化程度。在完成全部部位覆盖的前提下,要求对鼻咽、喉腔等关键区域系统采集远景全景、中景解剖定位及近景细节特征的多焦距图像序列。影像分辨率须达到 $1\,920\times 1\,080$ 像素或更高标准。建议建立定期质控流程,通过标准色卡校准确保色彩还原度符合sRGB标准90%以上,并维持亮度均匀性误差小于20%,为后续定量分析提供可靠依据。

2.1.1.2 电子染色技术图像 ①基本要求:电子染色技术图像采集基本要求适用于黏膜血管模式的初步评估。常规应用于所有内镜下发现的黏膜异常区域(如白斑、红斑、糜烂、出血等)^[9-12],并推荐作为高危人群的筛查项目。发现可疑区域时,必须采集对应位置的白光与电子染色技术对照图像。操作时应保持镜头稳定,使血管纹理清晰可见。②高级要求:电子染色技术图像采集高级应用强调对血管特征的精确分析。除基本要求外,需对可疑区域进行数字放大采集,详细观察上皮乳头内毛细血管袢(intraepithelial papillary capillary loop, IPCL)的形态学特征(如血管袢形态、分布密度、走行异常)^[13-18]。建议优化成像条件,将镜头与黏膜距离控制在 $1.5\sim 2.0\text{ cm}$ 范围内,确保 $415\text{ nm}/540\text{ nm}$ 双波长输出功率稳定性,为血管模式分析提供技术保障。

2.1.1.3 动态功能评估视频 ①基本要求:动态功能评估采集基本要求重点记录喉部的基本生理功能。需采集平静呼吸状态下的声带活动影像(≥ 3 个呼吸周期)以及发声评估时的声带振动情况(持续发“衣—”音 $\geq 3\text{ s}$)。视频帧率不低于 25 fps ,分辨率与静态图像标准保持一致。②高级要求:动态功能评估采集要求建议扩展至多模态生理状态的记录。在基础项目外,需增加深吸气、Valsalva动作等特殊状态的采集。视频帧率应提升至 30 fps 以上,建议同步采集音频信号(采样率 $\geq 44.1\text{ kHz}$),满足声学-运动学综合分析的需求^[19]。

2.1.2 临床数据整合规范

临床数据整合是构建高质量医学人工智能模型的基石。

2.1.2.1 患者基本信息与临床表征整合 ①基本要求:临床数据采集基本要求需完整覆盖支撑临床诊断的核心要素。人口统计学信息应至少包含年龄、性别、出生地等基础字段。临床特征层必须系统收录患者的主诉症状,例如声嘶的持续月数、吞咽疼痛的自觉严重程度分级,以及专科检查所观察到的关键体征,如喉黏膜的色泽与大体形态、声带运动情况、颈部肿块区域及质地等。同时,应准确记录与患者身份唯一对应的电子病历索引号,确保数据可溯源。所有高风险因素,特别是具有明确循证医学证据的项如吸烟包年指数、饮酒史及肿瘤家族史,需进行标准化记录。②高级要求:临床数据采集高级要求其采集的深度与精度需显著提升。人口统计学信息应扩展至职业类型、常住地域等与环境暴露相关的字段。临床症状需采用经过验证的量表进行量化记录,如应用嗓音障碍指数评估声嘶,采用疼痛数字评分法精确量化吞咽痛。专科检查的体征描述应趋于客观化与定量化,鼓励采用标准化的色彩图谱与纹理特征词汇进行描述^[20]。高风险因素的记录应追求精细化,例如将吸烟史转化为包年指数,将饮酒量统一换算为乙醇克/d,并积极收录 EB 病毒抗体滴度、HPV 感染状态等血清学与分子生物学标志物。

2.1.2.2 检查操作与环境元数据记录 ①基本要求:基本要求强调对检查本身核心条件的记录。需明确记录所使用内镜的设备型号与关键成像模式,因为不同设备的成像特性直接影响影像数据的解读。同时,应记录为检查所采取的基本麻醉或镇静方式以及患者的标准体位,这些是保证检查质量与可重复性的基本条件。②高级要求:高级要求则致力于构建可精确复现检查环境的详尽的元数据体系。设备参数需延伸至具体的光源强度设置、白平衡模式、以及电子染色技术的特定波长参数。操作条件需详尽描述麻醉药物的具体种类与剂量、患者体位的细微调整以及操作医师的标识。环境因素如检查室的光照条件与温湿度亦建议记录,以控制这些变量对影像色彩与稳定性的潜在影响。所有元数据应采用国际通用的标准术语进行编码,其时间戳精度应达秒级,以确保与动态影像帧的精确同步。

2.1.3 结果数据验证体系

结果数据的构建是确保 AI 模型训练与验证可靠性的基石。

2.1.3.1 病理确诊案例的数据集构建 ①基本要求:对于经组织病理学检查确诊的病例,活检部位的影像学记录应能清晰反映取样位置,确保大体定位的准确性。病理诊断是恶性肿瘤确诊的金标准,其报告必须包含明确的组织学类型(如鳞状细胞癌、腺癌等)及详细的分化程度(高、中、低分化)。对于良性病变,需进行精细化分类,如慢性炎症、声

带息肉、声带小结、喉囊肿、乳头状瘤、肉芽肿等具体类型。上述所有诊断信息,包括恶性病变的分级与良性病变的细分类型,均应完整、准确地录入数据库,形成标准化、可追溯的病理记录体系。②高级要求:高级要求则致力于构建精细化的映射体系。首先,活检部位的定位建议通过在影像中进行靶点标记、配图示踪等技术手段,将定位误差控制在 2 mm 以内。病理诊断应深化为包含组织学分级^[21-23]、关键免疫组织化学标记物(如 p16、p53、Ki-67、PD-L1 等的表达水平与模式^[24-27])以及 EBER (确诊 EBV 相关鼻咽癌)原位杂交或 HPV-DNA/RNA 检测结果在内的完整分子病理档案。最终目标是形成一条从内镜下可疑病灶的精确位置,到组织学切片上的对应病变,再到分子表型的完整、精准的证据链。

2.1.3.2 未经活检病例的诊断验证 ①基本要求:对于未行活检的病例,其核心在于通过严谨的临床随访建立诊断闭环。这类病例通常为临床初步判断为良性的病变,如形态典型的声带息肉/小结、急性炎症性病变、特异性感染(已有其他确诊依据者)以及评估为低风险的声带白斑等。基本验证流程要求通过不少于 6 个月的定期复查进行确认,首次复查间隔建议为 1~3 个月左右。随访应由至少 2 名高年资主治医师或 1 名主任医师/副主任医师,基于序列化、数字化的内镜影像进行独立评估,重点观察病灶的演变趋势(如消退、稳定或进展),并就此趋势达成临床共识,形成最终的诊断意见。②高级要求:高级要求旨在提升临床随访数据的客观性与说服力。随访周期应延长至 12 个月或更久,通过不少于 3 次、按预设间隔进行的电子鼻咽喉镜复查,获取该病灶的系列影像数据。评估工作需由 3 名及具备高级职称的医师背对背独立完成,并对关键影像特征进行标准化评分。最终诊断需要达成高度的专家共识,其一致性需通过 Kappa 检验进行量化,且 Kappa 值不低于 0.8,以确保诊断结果的可靠性。

2.1.3.3 数据溯源与闭环管理 ①基本要求:所有结果数据必须嵌入不可篡改的质量溯源链条。该链条应记录从原始数据采集、诊断确认、到最终审核的完整时间节点、所采用的验证方法以及各级审核人员的电子身份标识,确保数据生命周期的透明与可回溯。②高级要求:在基本溯源之上,侧重于构建覆盖疾病全流程的深度数据闭环。特别是对于恶性肿瘤病例,数据库需关联术后大体标本影像信息、术前影像、基于最新国际分期标准(如 AJCC 第 9 版)的 TNM 分期依据^[28-29]、首次治疗方式及后续的治疗响应评估记录(如疗效评价 RECIST 标准^[30])。从而形成从初诊印象、病理确诊、精准分期、治疗选择到预后评估的完整数据链条,为疗效分析、预后预测等高级 AI 应用提供支撑。

2.2 采集设备与技术要求

2.2.1 设备认证与质量控制

①基本要求:参与数据采集的所有影像设备必须首先满足国家医疗器械监管的强制性准入规范^[31],获得相应的注册或备案凭证,这是保障医疗安全不可妥协的前提。设备需具备基础的自动曝光与白平衡功能,能够在鼻、咽、喉等不同解剖腔道的复杂光学环境下,维持图像亮度处于可用范围,避免因严重过曝或欠曝导致黏膜纹理等关键诊断信息的丢失。建议建立周期性的质控流程,利用简易测试卡对图像的中心分辨率进行验证,确保其能满足临床阅片的基本需求。②高级要求:设备质控需实现从定性到定量的跨越,建立精密化的数字质控体系。应定期使用经计量认证的标准器件对成像系统进行校准,确保白光成像的色温波动范围控制在 $(5\ 600 \pm 200)$ K以内,电子染色技术中415 nm与540 nm波长的中心误差不大于 ± 2 nm。每季度需使用标准分辨率测试卡完成全视野的定量评估,要求图像中心区域的空间分辨率不低于10线对/mm,边缘区域不低于8线对/mm,并生成包含调制传递函数参数的量化质控报告。

2.2.2 图像/视频采集参数规范

①基本要求:确保静态与动态影像具备满足初步AI分析的基础素质。静态图像的单帧分辨率不应低于 $1\ 280 \times 720$ 像素,以保证关键解剖结构在图像中占有足够的像素数量以供识别。喉动态/频闪技术采集的视频应不低于25帧/s,以保证能连续捕获声带振动等生理活动的关键相位。图像的信噪比应维持在一定水平,避免严重的噪声干扰AI的特征提取过程。②高级要求:高级要求则致力于满足高精度定量分析与算法训练的高阶需求。静态图像采集推荐采用 $1\ 920 \times 1\ 080$ 的全高清分辨率或更高的4 K分辨率,并尽可能保留丰富的色彩与亮度层次。色彩还原需经过24色标准色卡严格校准,其平均色差 ΔE 应小于3.0,从而实现黏膜色泽的真实再现与跨设备的一致性。对于高速生理过程的研究,视频采集帧率须达到2 000帧/s或更高,以捕捉更瞬态的病理生理细节。

2.2.3 数据存储与传输格式

①基本要求:鉴于内镜系统普遍直接生成通用格式文件,核心目标是确保数据的长期可读性、可管理性及临床可用性。静态图像应优先采用高质量、低压缩比的JPEG格式(品质因子 $\geq 90\%$)或无损的PNG格式进行存储。动态视频应存储为广泛兼容的MP4容器格式(H.264/AVC编码)。所有文件必须通过严谨的命名规范实现溯源,文件名需嵌入匿名化唯一标识符、检查时间戳、设备型号及成像模式等核心元数据。②高级要求:数据管理应突破通用格式的限制,构建支持多中心科研的计算

友好型数据架构。核心方案是采用结构化的元数据清单与数据封装策略。所有影像文件应配备独立的、机器可读的元数据文件(如JSON、XML格式),系统化记录采集设备的光源光谱、焦距、曝光参数、镜头型号等全部技术参数。建议将同一检查序列的内镜影像数据与元数据文件共同打包为标准研究压缩包(如ZIP格式),确保数据与描述信息永不分离。视频数据须同步保存高帧率、视觉无损编码的科研副本。通过建立这种严密的元数据管理体系,在避免复杂格式转换的前提下,同样实现数据的可计算性与跨平台分析能力,为多中心协作与影像组学研究提供完整信息基础。

2.3 标准化采集流程

2.3.1 操作资质与标准化检查流程

2.3.1.1 操作资质 直接负责数据采集的操作人员应具备临床执业医师资格,并已完成耳鼻咽喉科专业的系统化培训及通过内镜基础知识的考核。建议在上级医师指导下,完成不低于50例的电子鼻咽喉镜独立操作,熟练掌握经鼻进镜、咽喉部基本解剖结构辨识及常规病灶观察技能,能够安全、顺利地完成全面检查。

2.3.1.2 标准化检查流程 基本要求层面,核心是在保障患者安全与检查顺利完成的前提下,实现对咽喉核心区域的系统性内镜影像留存。检查应遵循有序的解剖路径,确保对双侧鼻腔、鼻咽部、口咽部、喉腔及下咽部等关键区域进行有效观察^[32]。操作重点是获取具有明确诊断价值的静态关键帧图像,其最低标准建议能清晰呈现以下11个标准检查站点:左侧与右侧鼻腔、左侧与右侧鼻咽、口咽及下咽远景、舌根和会厌谷、双侧声带近景(吸气相)、声带闭合相喉部全景、下咽正中位(环后区)以及左侧与右侧梨状窝。此流程旨在构建一份覆盖全面、重点突出的最小化标准数据集。11个关键部位的观察与图像留存顺序建议如下:①双侧鼻腔:经宽敞侧鼻腔(优先中鼻道)进镜,观察下鼻甲形态及中鼻道分泌物;②双侧鼻咽部:闭口深吸气状态下暴露鼻咽顶后壁、咽隐窝及咽鼓管圆枕,重点排查不对称性隆起;③口咽及下咽:记录软腭抬举状态、双侧扁桃体、舌根淋巴滤泡及会厌谷;④喉腔动态位:平静呼吸、深吸气及持续发“衣”音状态下的声带振动对称性、声门闭合相裂隙;⑤下咽隐蔽区:采用改良Valsalva法或颈前皮肤牵拉法显露环后区黏膜与梨状窝尖部。

基础图像至少包含以下11个标准检查位点,如图1所示:①左侧鼻腔;②右侧鼻腔;③左侧鼻咽;④右侧鼻咽;⑤口咽及下咽(远景);⑥舌根和会厌谷;⑦双侧声带近景(吸气相);⑧声带闭合相及喉部全景;⑨下咽正中位(显露环后);⑩左侧梨状窝;⑪右侧梨状窝。

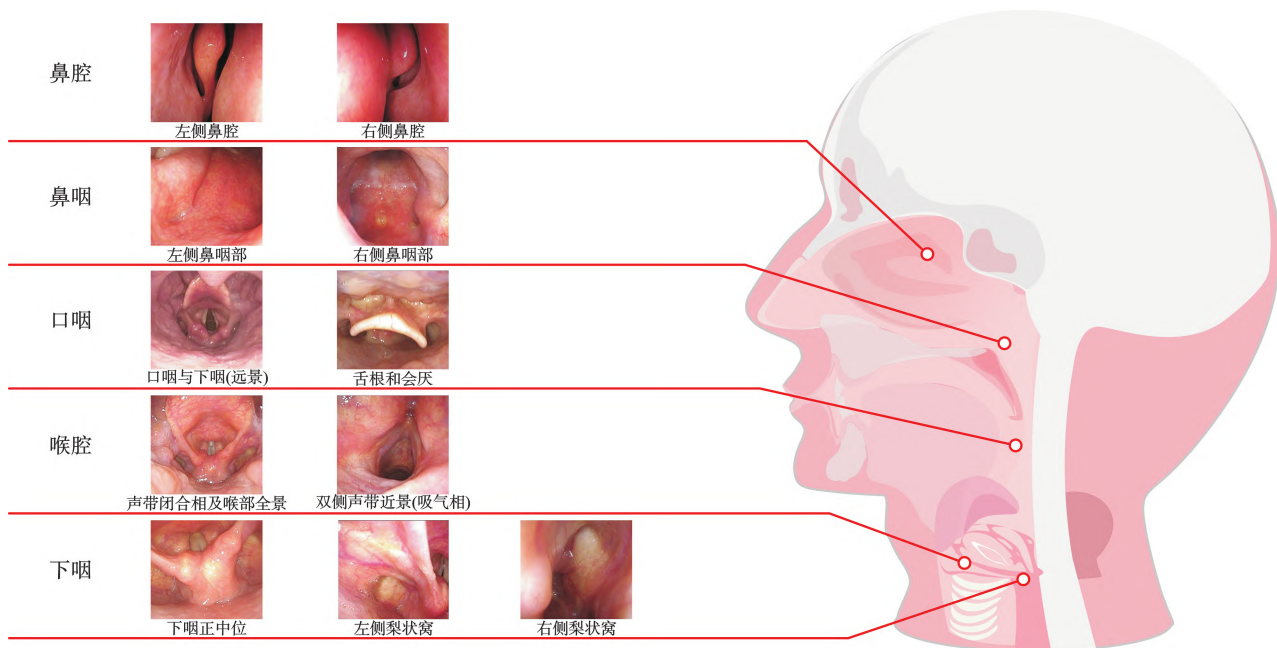


图 1 基础图像建议采集部位

高级检查流程在全面覆盖基本要求位点的基础上,需进一步扩展解剖观察范围,并深化影像采集的维度。检查范围应增加喉室、声门下区、咽鼓管咽口、杓状软骨黏膜及会厌两面等关键细微结构。影像采集需执行多模态标准化操作:对每个部位采集远景、中景、近景三级焦距图像,并系统记录其在静息、深呼吸、发声、音调变化等不同生理状态下的动态影像。对于下咽隐蔽区,要求熟练掌握并运用专项暴露技术确保观察效果。

2.3.1.3 检查过程的时间控制 时间控制是平衡检查效率与质量的关键环节。基本要求层面,操作时间的管理应以完成标准流程、获取关键部位的诊断影像为首要目标。对于初诊患者,从进镜至退镜的全程检查应保证有充足的时间进行系统性观察,确保对鼻腔、鼻咽、喉腔等核心区域的覆盖无重大遗漏。对于复诊或术后复查病例,则需分配更多时间用于重点评估特定部位,如手术创面的黏膜愈合情况、有无新生肉芽或狭窄,以及声带运动的对称性与幅度,避免因仓促检查而遗漏细微的病理变化。此层面的核心是保障检查的完整性与针对性,而非机械计时。

高级要求层面,时间控制需提升为一项精细化、可量质的质量管理指标。建议对初诊患者的纯检查时间(从镜头通过鼻前庭开始至退出为止)进行监测,其合理下限建议不低于 1 min,其中从鼻前庭至鼻咽部的进镜过程应舒缓,耗时不少于 15 s,以确保对鼻腔通道及鼻咽部结构的细致观察,减少患者不适与黏膜损伤风险。对于复诊、术后复查或疑难病例,检查时间应显著延长,建议不低于 3 min。这部分时间应集中于对病灶或手术区域进行多模式(白光、NBI)、多动态(呼吸、发声)的详细

评估与影像采集,并对声带运动功能进行反复验证与记录。高级时间管理的核心在于,在保证患者舒适度的前提下,通过足时、专注的检查,最大化病灶功能与形态学信息的捕获深度,为临床精准判断与 AI 模型训练提供富含信息的序列化影像数据。

2.3.2 全过程质量控制节点

2.3.2.1 采集前质控核查 ①基本要求:旨在排除重大安全隐患并确认设备基本功能可用。操作前需完成最关键的安全核查,包括确认患者知情同意书已签署并特别注明数据用于 AI 研究、快速筛查有无严重出血倾向等绝对禁忌证、检查急救设备处于备用状态以及内镜白光照明、吸引和活检通道功能正常。此阶段的核心目标是建立安全检查底线,流程应简洁高效。②高级要求:需执行精细化的三重验证体系。设备功能验证需扩展至电子染色技术模式,确保窄带成像的双波长输出稳定且切换流畅,并使用压力表确认吸引负压值达到 0.04 MPa 以上。患者信息核对需更加彻底,除基本禁忌证外,需根据标准化流程确定个体化的表面麻醉方案并严格计算药物极量。环境准备需监控并记录检查室的温湿度参数,使其符合医疗器械储存的标准范围,从源头上减少环境因素对设备性能的潜在影响。

2.3.2.2 采集中实时质控 ①基本要求:基本要求层面的实时质控依赖于操作医师的视觉评估与即时判断。核心原则是在进镜、观察和采集过程中,持续关注图像清晰度与解剖结构暴露情况。当发现图像模糊、解剖区域暴露不全或存在明显伪影时,应立即调整或重新采集。此举旨在确保所获影像基本满足临床诊断与 AI 识别的可用性。②高级要求:高级要求倡导引入视觉反馈系统或 AI 辅助的实时质控技术,实现从经验判断到量化监控的升

级。系统可实时监测镜体与黏膜的安全距离,在通过狭窄腔道时提供预警。在观察鼻咽、喉腔等关键部位时,可智能判断咽隐窝的暴露面积是否达到80%以上,或自动触发电子染色模式对可疑血管区域进行针对性采集。每个标准部位采集后,系统能立即进行初步质量评估,对模糊帧或标准体位缺失发出提示,实现采集过程中的“即时发现问题、即时纠正”。

2.3.2.3 采集后立即复核 ①基本要求:基本要求强调在退镜后立即进行数据的完整性快速核对。操作者或助手应通过简洁的清单,快速核对是否已采集全部预设标准部位的图像,并确认白光与电子染色图像配对正确。对于明显不合格的图像(如关键诊断区域完全不可读)应立即安排重采。此环节是防止数据遗漏的最后一道关口。②高级要求:高级要求则需执行结构化的数据质量分级与标记流程。复核时应对照标准图谱库,对每一序列影像进行质量分级:I级为优质数据,所有结构清晰;II级为可用数据,存在轻微瑕疵但不影响诊断与AI分析;III级为不可用数据。对于II级及以上数据需启动重采流程。最终,所有合格数据需附加不可篡改的数字水印,记录操作者、时间戳等元数据,并对不合格数据明确标注具体缺陷原因,形成完整的质控溯源链条,为数据集的清洗与管理提供精确依据。

2.3.3 特殊情形处理规范

内镜检查过程中不可避免会遭遇因患者解剖变异、生理反应或病理状态导致的常规操作困难。建立分层级的特殊情形处理规范,是保障医疗安全和确保数据采集成功率的关键。

处理原则为具备精细化技术储备、前瞻性数据管理意识及安全高效的解决方案,确保关键解剖区域充分暴露并获取高质量数据。面对解剖变异,如重度鼻中隔偏曲导致经鼻进镜困难时,可改用经口进镜路径,同时备有超细内镜等特殊器械选项,熟练掌握改良Valsalva法联合颈前皮肤牵拉技术等多种暴露手法,攻克下咽隐蔽区等特殊部位的暴露难题^[33-35]。对于生理反应强烈的患者,可采用分次、分区域的精准麻醉策略,例如先进行鼻腔雾化麻醉,再对咽喉部进行针对性滴注,以优化麻醉效果并提升患者舒适度^[36]。最重要的是,所有因特殊情形而采取的应对措施,都必须作为关键元数据被详细记录。这包括所遇困难的具体类型、采用的解决方案及其效果评估。系统化记录这些“非标准”但常见的操作场景,能为AI模型提供极其宝贵的负样本与复杂场景样本,直接增强模型对现实世界复杂情况的适应能力,从而显著提升其临床应用的实用价值。

3 数据处理与标注规范

3.1 数据脱敏与隐私保护

所有采集数据必须经过严格的隐私保护处理,

确保患者个人信息安全。所有直接标识符,包括患者姓名、身份证号码、联系电话及详细住址等,必须进行不可逆的删除或可靠的哈希替换处理,确保其无法被还原。对于间接标识符,如精确年龄、具体职业、就诊日期等,需进行必要的泛化处理,例如将年龄转换为5年一段的年龄段,将具体日期转换为年份或季度,以有效降低数据被重新识别的风险。

在图像数据处理方面,必须利用自动化的计算机视觉算法对每帧图像进行检测,对视野内可能暴露个人身份的面部特征、特殊痣或瘢痕等区域进行高斯模糊或像素化处理。此项处理的关键在于,必须在彻底消除个人身份特征的同时,完整保留咽喉部所有相关解剖结构的清晰度与诊断价值,确保医疗信息无损。

数据在存储和传输过程中,须采用强加密算法进行保护。访问控制需遵循最小权限原则,仅授权必要的操作人员接触数据,并建立完善的操作日志系统,记录数据的访问、使用及流转情况。所有数据处理活动均应基于患者明确签署的知情同意书开展,其中须单独并显著注明数据将用于人工智能模型开发与研究的条款。机构应定期进行隐私保护自查与员工安全意识培训,确保数据处理的合法性与安全性始终得到有效维护。

3.2 数据标注要求

3.2.1 多级标注体系规范

医疗影像数据标注需建立与临床诊断思维相匹配的结构化体系。建议采用务实的三级标注框架,在保证语义完整性的前提下,兼顾不同层级医疗机构的实施可行性。

①区域标注(1级):聚焦于病变与关键解剖结构的空定位。标注人员需在内镜影像中清晰标定目标区域边界,重点涵盖钩突、咽隐窝、会厌、室带、声门区、梨状窝等核心解剖结构。标注精度应以临床实用为导向,要求轮廓标注与病变或解剖边界基本吻合,满足后续定量分析需求。特殊情况下(如边界模糊病灶),允许标注医师根据临床经验进行合理判断。②特征标注(2级):旨在对黏膜与血管的关键形态特征进行标准化描述。标注需依据广泛接受的临床分型标准(如Ni-2019分型^[22]或欧洲喉科学会-ELS分型^[23]),重点识别与记录有诊断价值的特征。标注应包含特征出现的具体解剖位置及其显著程度,允许使用“轻度/中度/显著”等临床常用描述词进行半量化补充。此级标注的核心目标是建立可被AI理解的特征与位置关联。③诊断标注(3级):作为最终临床诊断结论,必须基于最高可信度的依据。诊断分类应明确,如“慢性喉炎”、“喉角化症”或“鳞状细胞癌”。每项诊断必须注明其所依据的等级:A级依据为病理组织学检查结果;B级依据为经过规范临床随访验证的结论;C级依据为由2名及以上高级职称医师达成的

影像学诊断共识。所有诊断标签需与患者病历中的最终诊断保持一致。

3.2.2 标注者资质与培训

标注工作的准确性与可靠性直接关系到人工智能模型的训练效果。标注工作应当由具有耳鼻咽喉科执业资质的主治医师及以上职称人员承担,建议其具备不少于 3 年的专科临床实践经验。标注人员需要完成系统性的专项培训,培训内容应全面涵盖血管分型标准理论、标注工具操作流程及典型病例实践等核心模块。培训考核应当包含理论知识与实际操作双重评估,其中实际操作部分要求标注人员能够熟练运用标注工具,并在保证质量的前提下达到基本工作效率要求。

3.2.3 质量控制与复核机制

建立完善的质量控制体系是保证标注质量的关键环节。质量控制应当贯穿标注全过程,包括实时监控、定期抽样复核与专家仲裁 3 个层次。在标注过程中应当实施实时质控,通过系统自动检测标注中的逻辑矛盾或明显错误,并及时触发复核机制。每日需随机抽取一定比例的已完成案例(建议不低于 10%),由同等资质的医师进行独立复核,标注一致性应当达到 Kappa 值大于 0.7 的基本要求。

对于复核中存在显著分歧的案例,应当启动专家仲裁程序,建议由 2 名以上高级职称医师组成专家小组进行最终裁定。所有标注数据都需要完整记录标注者信息、标注时间、修改历史及复核结果等关键信息,形成完整的质量溯源链条。同时,需要建立定期质量评估机制,通过分析标注一致性、常见错误类型等数据,持续优化标注标准与工作流程,确保标注质量的稳步提升。

4 数据质量管理体系

4.1 多维度数据入库标准

建立严格的数据准入机制是保障数据库质量的首要环节。所有拟入库数据需满足基础质量门槛,包括图像清晰度达到临床诊断基本要求,能够清晰显示咽喉部关键解剖结构及可疑病灶的形态学特征。标注完整性需确保重点区域的病变范围与解剖结构得到准确标识,临床信息匹配度要求影像数据与对应的患者基本信息、临床诊断及病理结果等关键医疗信息形成准确关联。同时需对设备型号、成像参数等基础元数据进行校验,确保技术参数的完整性与准确性,为后续数据分析提供可靠基础。

4.2 分级质量评估指标体系

构建科学的质量评估指标体系,实现对数据质量的量化管理与持续监控。核心评估维度应涵盖图像质量合格率、标注准确率、临床信息完整率等关键指标。图像质量评估需综合考察清晰度、对比度、色彩还原度等视觉参数;标注质量评估重点考

核标注结果与临床诊断标准的一致性程度;临床信息完整率着重评估医疗数据链的完整性。建议采用动态监控机制,定期生成质量评估报告,及时发现质量波动趋势,为质量改进提供数据支持。

4.3 持续审计与质量改进机制

实施周期性的质量审计制度,每季度对不低于百分之十的库存数据进行抽样复核。审计范围应全面覆盖图像质量、标注准确性、临床信息匹配度等关键质量维度。对于审计发现的质量问题,需根据缺陷等级启动分级处理流程:轻微缺陷要求限期整改,重大缺陷予以剔除并记录在案。建立完整的质量追溯系统,记录从数据采集、标注到入库的全流程质量信息。定期开展质量分析总结,针对系统性质量问题制定专项改进方案,通过完善标准规范、加强人员培训、优化工作流程等措施,实现数据质量的持续提升。审计结果应作为改进数据采集与标注工作的重要依据,形成有效的质量管理闭环。

5 AI 应用场景建议

5.1 辅助检测

在常规筛查中,AI 电子鼻咽喉镜系统可实时分析采集影像,自动标记声带白斑、黏膜隆起等可疑病变,特别适用于大规模人群筛查和健康体检场景^[37-39];在门诊检查中,可辅助不同年资医师特别是基层医师快速识别易遗漏的微小病变和早期病变,提升诊断敏感性^[40-41];在术后随访中,AI 系统可自动对比历史图像,精准识别复发灶和新发病灶,提高随访效率^[42];在疑难病例会诊中,AI 可提供客观、可解释的病变定位和定量分析,为多学科讨论提供可视化依据^[43];此外,在急诊异物排查等时间紧迫场景中,系统能快速定位异物位置,为紧急处理提供支持^[44]。通过多场景应用,AI 辅助检测显著提升检查效率,减少主观差异,降低漏诊风险。

5.2 辅助诊断

在 AI 电子鼻咽喉镜辅助诊断的实际应用中,可基于白光影像对病变进行宏观形态学分析,评估其边界清晰度、表面纹理及隆起特征,为区分息肉、囊肿等良性病变提供基础诊断依据^[45-47];其次通过电子染色技术影像专注于微血管模式识别,依据 IPCL 分型标准精准捕捉早期癌变特有的点状、螺旋形血管异常,显著提升对癌前病变和早期恶性肿瘤的检出敏感性^[48-50];最终,可通过融合白光与电子染色技术双模式影像数据,AI 辅助诊断可实现从宏观形态到微观血管的立体化、多参数综合判断,从而服务于更高级别的临床场景^[51]。在这种融合模式下,AI 系统并非简单叠加信息,而是进行加权决策。例如,一个在白光下看似良性的轻微白斑,若其电子染色技术模式呈现典型的 IV 型 IPCL 改变,则 AI 会综合判断并提升其风险等级,向医师发出高级别警报。这种融合应用尤其适用于疑难

病例的鉴别诊断^[52]、精确的病变边界划定以指导活检^[53]、肿瘤治疗后的疗效评估与复发监测^[54],以及多中心临床研究中提供标准化、可量化的客观内镜影像学生物标记物^[55]。通过联动分析,AI辅助诊断可为医师提供超越低年资经验的、更为全面可靠的诊断信心支持,是实现精准医疗的重要环节。

5.3 质控提醒

在常规临床检查中,系统可实时监测操作路径的完整性,确保关键解剖部位无遗漏,并对检查时间进行智能管控,避免检查时长不足或过度操作^[56];在医师培训场景中,该系统可作为标准化教学工具,实时指导新手医师规范操作流程,及时纠正进镜角度不当、部位停留时间不足等问题^[57];在基层医疗机构,AI质控可弥补专家指导的缺失,通过实时提醒功能保障检查质量的基本底线;在多中心临床研究中,该系统可确保不同中心采集的影像数据具有高度一致性和可比性^[58];此外,在日间手术等高效诊疗场景中,质控系统能协同优化检查流程,在保障质量的同时提升诊疗效率,最终实现检查质量的标准化和同质化管理。

5.4 报告生成

在电子鼻咽喉镜临床应用中,AI报告生成系统可显著提升多场景工作效率:在每日大量门诊检查中,系统可即时生成结构化报告初稿,自动提取关键影像并标注病变特征,极大减轻医师书写负担^[59];在健康体检筛查中,能自动批量生成标准化报告,确保描述术语统一规范;在疑难病例会诊时,系统提供的结构化图文报告可作为多学科讨论的基础模板;在科研数据收集方面,自动生成的标准化报告便于后期数据挖掘和回顾性研究;此外,该系统还能适配不同医院的报告模板需求,与 HIS/PACS 系统无缝对接,实现从检查到报告的一体化流程,全面提升医疗服务效率和质量^[60]。

5.5 教学与培训

在医学院校规范化培训中,系统通过高保真模拟器还原真实检查环境,让学员在零风险环境下掌握标准操作路径和解剖辨识^[61];在医院继续教育项目中,AI可基于数千例标注病例构建分级培训课程,从常见病变到罕见病例循序渐进提升诊断能力^[62];在远程医疗协作中,系统支持多地医师同步进行虚拟会诊训练,突破地域限制共享专家经验^[63];在技能考核认证环节,AI可客观评估操作规范性、病变检出率和诊断准确率,为医师能力认证提供量化依据^[64];此外,该系统还能根据学员学习曲线智能推送个性化训练方案,显著缩短培养周期^[65],全面提升咽喉疾病诊疗人才的培养效率和质量。

6 伦理与展望

6.1 伦理审查规范体系

所有涉及 AI 数据采集与应用的临床研究项目

必须建立完善的伦理审查体系。研究方案需提交医疗机构伦理委员会进行科学性审查,确保研究设计符合赫尔辛基宣言原则。伦理审查重点包括:研究方案的风险受益评估(预期直接受益需大于风险)、受试者选择公平性(避免弱势群体被过度利用)、数据安全保护措施(加密存储与传输方案)及隐私保护方案(去标识化技术细节)。多中心研究需获得所有参与中心的伦理批件,并建立统一的伦理管理规范。伦理委员会需每半年对正在进行的研究进行持续伦理监督,确保实际操作不偏离审查通过方案。

6.2 知情同意实施标准

知情同意过程必须遵循“充分告知、完全理解、自主决定”原则。同意书内容需明确包含:数据采集目的(明确说明用于 AI 模型开发)、数据使用范围(训练、验证、测试等具体用途)、数据保存期限(明确设定删除时间点)、潜在风险(如隐私泄露可能性)及权益保障(随时退出权利及退出后数据处理方式)。特别需告知患者其数据可能用于开发商业诊断产品,但不会泄露个人身份信息。同意书应使用通俗语言配合可视化材料(如视频讲解),确保不同文化程度患者均能理解。对于未成年或丧失同意能力患者,需获得法定代理人同意并尊重患者本人意愿。

6.3 智能化诊疗发展展望

未来应分阶段推进诊疗流程的智能化变革:短期(1~2年)重点建设国家级电子鼻咽喉镜 AI 数据库,制定统一数据标准(采集、标注、质控),推动 5~10 家核心医疗机构示范应用;中期(3~5年)开发与 AI 应用相匹配的智能检查设备,集成实时 AI 分析功能,实现检查-诊断-报告一体化;长期(5~10年)构建全国多中心协作网络,建立鼻腔咽喉疾病智能诊疗及早筛联盟,最终实现诊疗流程的全程智能化。

重点研发方向包括:具备自动定位和智能扫描功能的智能喉镜、集成多模态数据(影像、病理、基因组学)的决策支持系统、支持联邦学习的多中心协作平台。通过持续技术创新和规范建设,推动鼻咽喉疾病诊疗从经验医学向数据驱动医学的范式转变,全面提升我国鼻咽喉疾病防治水平。

参与讨论专家(按姓氏拼音排序):

陈东辉	南京医科大学第一附属医院(江苏省人民医院)
陈怀宏	南方医科大学南方医院
陈雄	武汉大学中南医院
崔香艳	吉林大学第一医院
邓洁	中山大学附属第一医院
段清川	首都医科大学附属北京儿童医院
樊小毛	深圳技术大学人工智能学院

方 锐 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院
高潮兵 安徽医科大学第一附属医院
葛平江 南方医科大学南方广东省人民医院(广东省医学科学院)
关 建 上海交通大学医学院附属第六人民医院
韩红蕾 中日友好医院
怀 德 徐州医科大学附属医院淮安医院(江苏省淮安市第二人民医院)
黄冬雁 中国人民解放军总医院第六医学中心
黄志刚 首都医科大学附属北京同仁医院
胡凌翔 上海交通大学医学院附属第九人民医院
姜鹤群 云南省第一人民医院
李华斌 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院
李进让 中国人民解放军总医院第六医学中心
李静雨 广西医科大学第一附属医院
李 孟 海军军医大学第一附属医院
李仕晟 中南大学湘雅二医院
李彦如 首都医科大学附属北京同仁医院
李晓明 中国人民解放军联勤保障部队第九八〇医院
李 芸 中山大学附属第一医院
林志宏 浙江大学医学院附属第二医院
刘 斌 镜影全呼吸道医学 AI 实验室
鲁宏华 天津市第一中心医院
陆 翔 华中科技大学同济医学院附属同济医院
倪晓光 中国医学科学院肿瘤医院
雷文斌 中山大学附属第一医院
任晓勇 西安交通大学第二附属医院
申宇鹏 河北医科大学第一医院
孙 凯 中山大学附属第一医院
石 力 空军军医大学第一附属医院
宋 琦 中国人民解放军联勤保障部队第九八〇医院
肖 芒 浙江大学医学院附属邵逸夫医院
肖旭平 湖南省人民医院
田家军 山东省第二人民医院(山东省耳鼻喉医院)
田霖丽 哈尔滨医科大学附属第一医院
田秀芬 郑州大学第一附属医院
唐 亮 新疆维吾尔自治区人民医院
卫旭东 甘肃省人民医院
王 剑 中国医学科学院北京协和医院
王如心 中国科学院深圳先进技术研究院
王萌萌 中国医科大学附属盛京医院
王 燕 武汉大学人民医院
王 琰 中国医科大学附属第一医院
文卫平 中山大学附属第一医院
向明亮 上海交通大学医学院附属瑞金医院
闫 燕 北京大学第三医院
杨 慧 四川大学华西医院

叶 斌 上海交通大学医学院附属瑞金医院
尹国平 清华大学北京清华长庚医院
于振坤 南京医科大学附属明基医院
张立红 北京大学人民医院
张延平 中国人民解放军总医院第八医学中心
赵 晨 中国医科大学附属第一医院
赵淦森 华南师范大学计算机学院
郑宏良 海军军医大学第一附属医院
曾 泉 重庆医科大学附属第一医院
庄佩耘 厦门大学附属中山医院
邹 剑 四川大学华西医院
纵 亮 中国人民解放军总医院第六医学中心
朱 梅 首都医科大学附属北京友谊医院
周水洪 浙江大学医学院附属第一医院

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Tsunoda K, Kobayashi R, Kada A, et al. Development of an oropharyngeal scope with an integrated tongue depressor; NTOP2013 study[J]. Acta Med Okayama, 2018, 72(6): 611-614.
- [2] 徐丹, 陈知己, 李晓光, 等. 频闪喉镜联合窄带成像内镜对声带增生性病变良恶性的判断价值[J]. 听力学及言语疾病杂志, 2025, 33(1): 18-23.
- [3] 李进让, 王嘉森. 咽喉科的范畴与发展[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2024, 38(11): 1001-1005.
- [4] Liao YL, Chi TC, Kuo IC, et al. Modified Killian method for flexible nasopharyngoscopic observation of the hypopharynx: a systematic review and meta-analysis[J]. J Craniofac Surg, 2024.
- [5] Ansari UH, Wong E, Smith M, et al. Validity of narrow band imaging in the detection of oral and oropharyngeal malignant lesions: a systematic review and meta-analysis[J]. Head Neck, 2019, 41(7): 2430-2440.
- [6] Ling TS, Wu LL, Fu YW, et al. A deep learning-based system for identifying differentiation status and delineating the margins of early gastric cancer in magnifying narrow-band imaging endoscopy[J]. Endoscopy, 2021, 53(5): 469-477.
- [7] You ZZ, Han BT, Shi ZH, et al. Vocal cord leukoplakia classification using deep learning models in white light and narrow band imaging endoscopy images[J]. Head Neck, 2023, 45(12): 3129-3145.
- [8] Pacal I, Karaboga D. A robust real-time deep learning based automatic polyp detection system[J]. Comput Biol Med, 2021, 134: 104519.
- [9] 中华医学会消化内镜学分会, 中国抗癌协会肿瘤内镜专业委员会. 中国早期胃癌筛查及内镜诊治共识意见[J]. 中华消化内镜杂志, 2014, 31(7): 361-377.
- [10] Ni XG, Wang GQ. The role of narrow band imaging in head and neck cancers[J]. Curr Oncol Rep, 2016, 18(2): 10.
- [11] Mannelli G, Cecconi L, Gallo O. Laryngeal preneoplastic lesions and cancer: challenging diagnosis. Qualita-

- tive literature review and meta-analysis[J]. Crit Rev Oncol Hematol, 2016, 106: 64-90.
- [12] 郭瑞昕, 张青青, 谢萌, 等. NBI 内镜在寻找漏诊的口咽癌隐匿原发病灶中的应用[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2022, 36(2): 130-135.
- [13] Sato H, Inoue H, Ikeda H, et al. Utility of intrapapillary capillary loops seen on magnifying narrow-band imaging in estimating invasive depth of esophageal squamous cell carcinoma[J]. Endoscopy, 2015, 47(2): 122-128.
- [14] Ni XG, Zhu JQ, Zhang QQ, et al. Diagnosis of vocal cord leukoplakia: The role of a novel narrow band imaging endoscopic classification [J]. Laryngoscope, 2019, 129(2): 429-434.
- [15] Everson M, Herrera L, Li W, et al. Artificial intelligence for the real-time classification of intrapapillary capillary loop patterns in the endoscopic diagnosis of early oesophageal squamous cell carcinoma: a proof-of-concept study[J]. United European Gastroenterol J, 2019, 7(2): 297-306.
- [16] Lu GW, Guo WT, Zhang Q, et al. Endoscopic diagnosis value of narrow band imaging Ni classification in vocal fold leukoplakia and early glottic cancer [J]. Am J Otolaryngol, 2021, 42(3): 102904.
- [17] 林川耀, 张思思, 徐玉芹, 等. 电子喉镜结合窄带成像内镜及其分型在声带白斑诊断中的应用[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2024, 38(11): 1006-1011.
- [18] 吴海涛. 声带白斑的诊治思考[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2025, 39(6): 506-510.
- [19] 徐新林, 黄雪琼, 李湘平, 等. 基于喉高速摄影分析咽喉反流患者的声带运动及发声启动行为[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2024, 38(11): 1031-1037.
- [20] 徐文. 嗓音疾病评估与治疗进展[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2025, 39(8): 699-702.
- [21] 中华医学会病理学分会头颈疾病学组. 喉癌前病变及浸润癌病理诊断专家共识(2022 版)[J]. 中华病理学杂志, 2022, 51(6): 481-487.
- [22] Bastien AJ, Manzoor D, Maluf H, et al. A review of histopathologic assessment for head and neck oncologists[J]. Oral Oncol, 2025, 165: 107286.
- [23] 崔卫新, 徐文, 杨庆文, 等. 声带白斑临床病理特征及复发癌变的影响因素[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2016, 30(24): 1926-1931.
- [24] Pakkanen P, Silvoniemi A, Aro K, et al. Simultaneous p53 and p16 immunostaining for molecular subclassification of head and neck squamous cell carcinomas [J]. Head Neck Pathol, 2024, 18(1): 73.
- [25] Krsek A, Baticic L, Braut T, et al. The next chapter in cancer diagnostics: advances in HPV-positive head and neck cancer[J]. Biomolecules, 2024, 14(8): 925.
- [26] Benzerdjeb N, Tantot J, Blanchet C, et al. Oropharyngeal squamous cell carcinoma: p16/p53 immunohistochemistry as a strong predictor of HPV tumour status [J]. Histopathology, 2021, 79(3): 381-390.
- [27] Beck TN, Smith CH, Flieder DB, et al. Head and neck squamous cell carcinoma: Ambiguous human papillomavirus status, elevated p16, and deleted retinoblastoma 1[J]. Head Neck, 2017, 39(3): E34-E39.
- [28] Shah JP, Patel SG, Singh B, et al. Head and Neck Tumours[M]//Amin MB, Edge SB, Greene FL, et al. AJCC Cancer Staging Manual. 9nd ed. Chicago, IL: Springer, 2023: 113-172.
- [29] Pan JJ, Mai HQ, Ng WT, et al. Ninth version of the AJCC and UICC nasopharyngeal cancer TNM staging classification[J]. JAMA Oncol, 2024, 10(12): 1627-1635.
- [30] Eisenhauer EA, Therasse P, Bogaerts J, et al. New response evaluation criteria in solid tumours: revised RECIST guideline (version 1.1) [J]. Eur J Cancer, 2009, 45(2): 228-247.
- [31] 中华人民共和国国务院. 医疗器械监督管理条例[Z]. 北京, 2021.
- [32] 于振坤, 张永辉, 倪晓光. 耳鼻咽喉内镜诊断图谱[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2025.
- [33] Hamada K, Ishihara R, Yamasaki Y, et al. Transoral endoscopic examination of head and neck region[J]. Dig Endosc, 2018, 30(4): 516-521.
- [34] Kato M, Hayashi Y, Takehara T. Valsalva maneuver to visualize the closed hypopharyngeal space during transoral endoscopy using a novel dedicated mouth-piece[J]. Dig Endosc, 2019, 31(1): e24-e25.
- [35] Sato H, Hamada K, Abe M, et al. Application of the Valsalva maneuver to prevent adhesion and deformity after hypopharyngeal endoscopic submucosal dissection[J]. Gastrointest Endosc, 2023, 98(2): 254-256.
- [36] 徐胜勇, 徐军, 朱华栋, 等. 加强困难气道管理提升临床救治水平:《2022 年美国麻醉医师协会困难气道管理实践指南》解读[J]. 协和医学杂志, 2022, 13(3): 427-432.
- [37] Li Y, Gu WX, Yue HJ, et al. Real-time detection of laryngopharyngeal cancer using an artificial intelligence-assisted system with multimodal data [J]. J Transl Med, 2023, 21(1): 698.
- [38] Xiong H, Lin PL, Yu JG, et al. Computer-aided diagnosis of laryngeal cancer via deep learning based on laryngoscopic images[J]. SSRN Journal, 2019; 48: 92-99.
- [39] 马静远, 王广科, 李靖, 等. 难治性咽喉溃疡 78 例临床分析[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2025, 39(4): 362-367, 375.
- [40] Kang YF, Yang L, Xu K, et al. A lightweight intelligent laryngeal cancer detection system for rural areas [J]. Am J Otolaryngol, 2024, 45(6): 104474.
- [41] Kwon I, Wang SG, Shin SC, et al. Diagnosis of early glottic cancer using laryngeal image and voice based on ensemble learning of convolutional neural network classifiers[J]. J Voice, 2025, 39(1): 245-257.
- [42] Shu C, Yan HS, Zheng W, et al. Deep learning-guided fiberoptic Raman spectroscopy enables real-time in vivo diagnosis and assessment of nasopharyngeal carcinoma

- noma and post-treatment efficacy during endoscopy[J]. *Anal Chem*, 2021, 93(31):10898-10906.
- [43] Berbís MA, Aneiros-Fernández J, Mendoza Olivares FJ, et al. Role of artificial intelligence in multidisciplinary imaging diagnosis of gastrointestinal diseases[J]. *World J Gastroenterol*, 2021, 27(27):4395-4412.
- [44] Tao XY, Zhao X, Liu HR, et al. Automatic recognition of concealed fish bones under laryngoscopy: a practical AI model based on YOLO-V5 [J]. *Laryngoscope*, 2024, 134(5): 2162-2169. *Arch Otorhinolaryngol*, 2024; 281(4):2055-2062.
- [45] Yao P, Witte D, German A, et al. A deep learning pipeline for automated classification of vocal fold polyps in flexible laryngoscopy[J]. *Eur Arch Oto Rhino Laryngol*, 2024, 281(4):2055-2062.
- [46] Zhao Q, He YQ, Wu YD, et al. Vocal cord lesions classification based on deep convolutional neural network and transfer learning[J]. *Med Phys*, 2022, 49(1):432-442.
- [47] Tie CW, Li DY, Zhu JQ, et al. Multi-instance learning for vocal fold leukoplakia diagnosis using white light and narrow-band imaging: a multicenter study[J]. *Laryngoscope*, 2024, 134(10):4321-4328.
- [48] Du SY, Guo J, Huang DH, et al. Diagnostic accuracy of deep learning-based algorithms in laryngoscopy: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2025, 282(1):351-360.
- [49] Azam MA, Sampieri C, Ioppi A, et al. Deep learning applied to white light and narrow band imaging video-laryngoscopy: toward real-time laryngeal cancer detection[J]. *Laryngoscope*, 2022, 132(9):1798-1806.
- [50] Sampieri C, Azam MA, Ioppi A, et al. Real-time laryngeal cancer boundaries delineation on white light and narrow-band imaging laryngoscopy with deep learning[J]. *Laryngoscope*, 2024, 134(6):2826-2834.
- [51] 田珊珊, 宋瑜, 王宁远, 等. 基于血液学指标和临床病理特征构建列线图预测喉鳞状细胞癌颈淋巴结转移[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2025, 39(10):949-956.
- [52] Xu JW, Wang J, Bian XZ, et al. Deep learning for nasopharyngeal carcinoma identification using both white light and narrow-band imaging endoscopy[J]. *Laryngoscope*, 2022, 132(5):999-1007.
- [53] He R, Jie PY, Hou WJ, et al. Real-time artificial intelligence-assisted detection and segmentation of nasopharyngeal carcinoma using multimodal endoscopic data: a multi-center, prospective study [J]. *EclinicalMedicine*, 2025, 81:103120.
- [54] Tie CW, Dong X, Zhu JQ, et al. Narrow band imaging-based radiogenomics for predicting radiosensitivity in nasopharyngeal carcinoma [J]. *Eur J Radiol Open*, 2024, 12:100563.
- [55] Cruz-Romero C, Guo A, Bradley WF, et al. Novel associations between genome-wide single nucleotide polymorphisms and MR enterography features in Crohn's disease patients[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2021, 53(1):132-138.
- [56] Fan C, Miao XW, Sun XM, et al. Current status and future directions of research on artificial intelligence in nasopharyngolaryngoscopy[J]. *Respiration*, 2025, 104(4):255-263.
- [57] Coluccio C, Jacques J, Hritz I, et al. Simulators and training models for diagnostic and therapeutic gastrointestinal endoscopy: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Technical and Technology Review[J]. *Endoscopy*, 2025, 57(7):796-813.
- [58] Luo HY, Xu GL, Li CF, et al. Real-time artificial intelligence for detection of upper gastrointestinal cancer by endoscopy: a multicentre, case-control, diagnostic study[J]. *Lancet Oncol*, 2019, 20(12):1645-1654.
- [59] Dong ZH, Wu LL, Mu GG, et al. A deep learning-based system for real-time image reporting during esophagogastroduodenoscopy: a multicenter study[J]. *Endoscopy*, 2022, 54(8):771-777.
- [60] Zhang LH, Lu ZH, Yao LW, et al. Effect of a deep learning-based automatic upper GI endoscopic reporting system: a randomized crossover study (with video)[J]. *Gastrointest Endosc*, 2023, 98(2):181-190.e10.
- [61] Gray M, Downer T, Hanson J, et al. The impact of three-dimensional visualisation on midwifery students' application of knowledge of the third stage of labour to practice: Qualitative findings of a pilot randomised controlled trial[J]. *Women Birth*, 2023, 36(1):e36-e43.
- [62] Geng JH, Zhu XG, Liu ZY, et al. Towards deep-learning(DL) based fully automated target delineation for rectal cancer neoadjuvant radiotherapy using a divide-and-conquer strategy: a study with multicenter blind and randomized validation[J]. *Radiat Oncol*, 2023, 18(1):164.
- [63] Lee K, Cavalcanti TC, Kim S, et al. Multi-task and few-shot learning-based fully automatic deep learning platform for mobile diagnosis of skin diseases [J]. *IEEE J Biomed Health Inform*, 2023, 27(1):176-187.
- [64] Wang P, Liu XG, Berzin TM, et al. Effect of a deep-learning computer-aided detection system on adenoma detection during colonoscopy (CADE-DB trial): a double-blind randomised study[J]. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2020, 5(4):343-351.
- [65] Park A, Chute C, Rajpurkar P, et al. Deep learning-assisted diagnosis of cerebral aneurysms using the HeadXNet model[J]. *JAMA Netw Open*, 2019, 2(6):e195600.

(收稿日期:2025-12-23)