

医学影像与肿瘤发现

黄启建

安徽医科大学, 安徽 合肥 231200

DOI:10.61369/MRP.2025090024

摘要：在21世纪的今天，“癌症”依旧是威胁人类健康的重大疾病，提及便令人心生畏惧。国家癌症中心数据显示，2024年我国新发癌症病例约482万例，较2015年的429万例增长12.3%；同年癌症死亡人数约300万例，较2018年的262万例增长15.4%。从历年趋势看，癌症发病率与死亡率持续攀升，这一现状凸显出“早发现、早诊断、早治疗”的重要性——它是降低肿瘤死亡率、提升患者5年生存率的核心路径，“早”字已成为肿瘤治疗的“黄金准则”。

关键词：医学影像；肿瘤；未来趋势

Medical Imaging and Tumor Detection

Huang Qijian

Anhui Medical University, Hefei, Anhui 231200

Abstract : In the 21st century, "cancer" remains a major health threat that strikes fear into people's hearts. Data from the National Cancer Center shows China reported approximately 4.82 million new cancer cases in 2024, marking a 12.3% increase from 4.29 million cases in 2015. The same year saw cancer-related deaths reach about 3 million, up 15.4% from 2.62 million cases in 2018. Historical trends reveal a steady rise in both cancer incidence and mortality rates, underscoring the critical importance of "early detection, early diagnosis, and early treatment" —— The cornerstone of reducing tumor-related mortality and improving five-year survival rates. The emphasis on "early" has become the golden rule in cancer treatment.

Keywords : medical imaging; tumor; future trends

引言

传统肿瘤早期筛查手段却存在明显瓶颈：临床触诊仅能感知直径1cm以上的浅表病变，对深部或微小病灶无能为力；肿瘤标志物检测可提示异常，但无法精准定位病灶，常陷入“指标异常却找不到病因”的困境。医学影像技术的发展打破了这一僵局，它既能检出直径不足5mm的微小病变，又能精准锁定病灶位置，如同为肿瘤筛查装上“准心”，最大程度避免漏诊误判，为早期干预争取时间。

更关键的是，癌症早期多无症状，医学影像技术正是突破这一诊断瓶颈的关键。从临床价值看，它能显著延长患者生存期、提升治愈率——早期肺癌经低剂量CT检出后，微创手术治疗的5年生存率超90%，远高于晚期肺癌的不足20%；还能通过鉴别病变良恶性减少过度医疗，如低剂量CT结合AI可将肺良性结节假阳性率从30%降至10%以下，避免不必要的穿刺或手术；同时，影像呈现的病灶大小、边界、血供等信息，为穿刺定位、手术方案制定提供“第一手证据”，推动肿瘤诊疗从“经验化”向“精准化”转型。

一、多元协同：肿瘤早期发现的影像技术“矩阵”

不同肿瘤的生长部位、组织特性差异显著，临床已形成适配不同肿瘤的影像技术“矩阵”，各展所长实现精准筛查。

(一) 超声成像(US)：基层筛查的“亲民利器”

超声依托超声波反射折射特性生成软组织动态影像，核心优势是无电离辐射、操作便捷、成本低廉，是基层医院肿瘤筛查的“主力军”。临床中，它主要针对浅表器官与腹部实体瘤：甲状腺

筛查中，高分辨率超声可检出5mm的甲状腺微小癌，通过“低回声、边界不清、微钙化”等特征初步判断良恶性；乳腺筛查中，联合弹性成像能区分结节硬度，辅助鉴别乳腺纤维瘤与早期乳腺癌；腹部筛查中，可实时观察肝、肾、胰腺等器官，及时发现早期肝血管瘤、肾错构瘤。

但超声也有局限：声波无法穿透气体，对肺部、骨骼等含气或高密度组织成像效果差；诊断结果高度依赖操作者手法与经验，基层与三甲医院的准确率可能存在差异。

(二) 计算机断层扫描(CT): 肺癌早筛的“金标准”

CT通过X射线束断层扫描结合计算机重建,生成高空间分辨率的三维解剖图像,能清晰呈现病灶形态、大小及与周围组织的关系。在肿瘤早筛中,低剂量螺旋CT是肺癌筛查的“黄金标准”——它将辐射剂量降低50%~70%(仅相当于1~2次胸部X线摄影),可检出肺内≤5mm的微小结节,还能识别结节密度(实性、部分实性、磨玻璃样)、边缘(光滑、分叶、毛刺)等细节,为早期肺癌鉴别提供依据。

此外,CT还可用于消化道肿瘤检查,如CT结肠成像能通过三维重建模拟肠镜效果,发现结直肠息肉与早期癌灶,为不耐受肠镜者提供替代的方案。但CT存在电离辐射,虽低剂量技术降低了风险,仍不适用于孕妇、儿童或频繁的大规模筛查。

(三) 磁共振成像(MRI): 软组织肿瘤的“精准探测器”

MRI基于人体组织原子核(主要是氢质子)的磁共振现象,通过调控成像参数(T1加权、T2加权、弥散加权成像DWI、动态增强扫描)生成影像,具有无辐射、软组织分辨率极高的优势,是中枢神经系统与盆腔肿瘤筛查的“首选技术”。

脑肿瘤筛查中,DWI序列可检出6mm的低级别胶质瘤,动态增强扫描能区分肿瘤边界与水肿区,为手术范围划定提供参考;前列腺癌筛查中,MRI可通过弥散加权成像识别外周带微小癌灶,结合动态增强判断侵犯范围,准确率远超超声;肝脏筛查中,动态增强MRI能区分≤2cm的小肝癌与肝腺瘤,解决CT难以鉴别的难题。

但MRI检查时间长(15~30分钟),对肺部、胃肠道等含气器官成像效果差,体内有金属植入物(如心脏起搏器)的患者需严格禁忌。

(四) 乳腺X线摄影(钼靶): 乳腺癌筛查的“钙化猎手”

钼靶利用乳腺组织与病变组织的X线吸收差异生成影像,对乳腺内钙化灶敏感性极高——即使是直径<1mm的微小钙化也能检出,而部分早期导管内癌(0期)仅表现为簇状钙化,无明显肿块,此时钼靶是唯一能发现病变的手段。

临床中,钼靶主要用于40岁以上女性乳腺癌筛查,与乳腺超声联合可形成“互补”:超声擅长发现肿块,钼靶擅长识别钙化,两者结合能将早期检出率提升至85%以上。但钼靶对致密型乳腺(常见于年轻女性)的假阴性率达15%~20%,且存在电离辐射,不适用于35岁以下女性或短期频繁筛查。

(五) 正电子发射断层显像-计算机断层扫描(PET-CT): 全身隐匿灶的“排查能手”

PET-CT融合PET功能成像与CT解剖成像——PET通过检测肿瘤细胞高代谢活性(肿瘤细胞增殖快,对葡萄糖摄取量高)识别病变,CT精准定位病灶,实现“代谢异常+解剖定位”双重诊断。

其核心应用场景包括:不明原因肿瘤标志物升高(如CA19-9、CEA升高)时的全身排查,可发现胃肠镜、CT难以察觉的隐匿原发灶;恶性肿瘤术前分期评估,如肺癌、胃癌患者排查全身转移灶,避免无效手术;肿瘤治疗后复发监测,早期发现微小转移灶。

但PET-CT成本高(单次7000~10000元),辐射剂量高于普通CT,对≤5mm微小病灶、代谢活性低的肿瘤(如黏液腺癌)敏感性不足,难以作为普通人群常规筛查手段。

二、现实挑战: 医学影像技术早筛的“待解难题”

尽管医学影像技术已是肿瘤早筛的核心支撑,但临床应用中仍面临诸多挑战,需突破技术与实践瓶颈。

(一) 技术局限性: 单一影像的“固有盲区”

每种影像技术均受成像原理限制,存在“诊断盲区”。超声无法穿透气体,肺部病变检出率不足10%;CT对软组织分辨率有限,难区分前列腺癌与良性增生;PET-CT对≤5mm病灶敏感性不足,可能漏诊早期微转移灶;MRI对含气器官成像差,无法用于胃癌、结直肠癌常规筛查。这些“盲区”导致单一技术难以满足复杂肿瘤早筛需求,需多技术联合提升准确率。

(二) 假阳性和假阴性: 诊断中的“两难困境”

假阳性与假阴性可能导致漏诊或者过度医疗。低剂量CT肺癌筛查中,肺良性结节(如炎性结节)与早期肺癌影像特征相似,假阳性率约20%~30%,部分患者可能因“疑似恶性”接受不必要的穿刺或手术;MRI对乏血供肿瘤(如黏液腺癌)敏感性不足,可能因肿瘤血供不丰富、增强扫描无明显强化导致假阴性漏诊;乳腺钼靶对致密型乳腺假阴性率高,易错过年轻女性早期乳腺癌诊断。

(三) 经济性与效率瓶颈: 大规模筛查的“现实阻碍”

高端影像技术成本高,难以普及大规模筛查。PET-CT单次费用高昂,且未完全纳入医保,普通家庭难以承担;MRI设备单价约千万元,基层医院配备率不足30%,无法满足县域人群需求。效率方面,MRI日均仅能完成20~30例检查,难以应对大规模集中筛查;CT虽快,但受辐射限制,无法频繁用于高危人群年度筛查,这些因素制约了影像技术的普及范围^[1]。

(四) 诊断依赖经验: 基层医疗的“能力短板”

微小病变(如≤5mm肺结节、甲状腺微小癌)的良恶性判断高度依赖医师经验,需结合病灶细微特征(如边缘毛刺、内部密度)分析。但我国基层医院影像医师资源短缺,部分医师缺乏系统培训,对早期肿瘤特征识别能力不足,导致基层与三甲医院诊断准确率差距大。

三、未来趋势: 技术创新引领早筛“精准升级”

随着科技迭代,医学影像技术正朝着“智能化、一体化、分子化”发展,突破现有瓶颈,为肿瘤早筛注入新动能。

(一) 人工智能(AI)辅助诊断: 提升效率与准确率的“核心引擎”

AI与医学影像的深度融合,正改变传统阅片模式。通过对千万级影像数据(CT、MRI、超声)深度学习, AI系统可构建精准诊断模型:一方面,自动识别传统阅片易遗漏的微小病变,如AI辅助低剂量CT筛查时,肺结节检出敏感性提升至98%以上,

能识别3mm微小结节；另一方面，量化病灶特征（如边缘分叶程度、密度均匀性），计算病变恶性概率，减少医师经验差异导致的误差。

某三甲医院引入AI后，肺结节阅片时间从15分钟缩短至3分钟，假阳性率从30%降至10%以下，还将基层医院诊断符合率提升至85%以上。未来，AI还将实现“全流程辅助”，从影像采集参数优化、自动病灶标注到生成初步报告，进一步降低医师负担。

（二）多模态影像融合：打破技术壁垒的“一体化方案”

多模态影像融合整合不同技术优势，实现肿瘤“全方位、立体化”评估。CT与MRI融合结合CT高空间分辨率与MRI高软组织分辨率，精准定位脑肿瘤边界与水肿区，为脑胶质瘤手术提供参考；PET-MRI融合PET功能成像与MRI无辐射、高软组织分辨率优势，在前列腺癌、脑肿瘤早诊中准确率远超单一技术，且避免额外辐射；超声与CT融合用于肝脏肿瘤精准定位，提升穿刺准确率。

此外，多模态融合结合AI辅助分析，自动提取各模态关键特征，生成综合诊断报告，简化流程、提升效率，为早期肿瘤鉴别与分期提供更全面依据。

（三）分子影像技术：从“解剖层面”到“分子层面”的“精准跨越”

传统影像基于肿瘤解剖形态诊断，分子影像则针对肿瘤早期分子变化（如基因突变、靶点表达），实现“更早、更精准”筛查。其中，靶向肿瘤标志物的PET显像剂是研究热点：⁸⁹Zr标记的PD-L1抗体显像剂可特异性结合肿瘤细胞PD-L1靶点，既早期发现解剖影像难识别的微小病灶，又通过PD-L1表达水平筛选免疫治疗获益人群；⁶⁸Ga标记的PSMA显像剂对前列腺癌早期检出率、转移灶识别率远超传统MRI，能发现2mm微转移灶。

近红外荧光成像、光声成像等新型分子影像技术也在高速发展，未来有望实现“术中实时导航”，帮助精准切除早期肿瘤，

进一步提升治愈率^[2]。

四、愿景展望：让肿瘤早筛惠及每一位普通人

我始终期待，未来肿瘤影像检查能告别“繁琐、低效、昂贵”，实现“一体化、便捷化、普惠化”。

期待肿瘤检查“一站式完成”：患者无需在多科室奔波，在检查室躺十几分钟，通过多模态融合设备完成一次扫描，30分钟内拿到含影像报告与初步诊断的完整结果，从“多次跑腿”变为“一次搞定”，减少时间与精力成本。

更期待构建全国统一的肿瘤诊疗数据网络：通过标准化接口，实现患者影像资料、病史、检查结果、病理报告的跨院共享——基层转诊三甲医院无需重复检查，医生制定方案时可查阅历年随访数据，动态观察肿瘤变化，减少信息碎片化导致的误诊漏诊。

这份期待最终要落脚“普惠”：无论是城市居民，还是山区、偏远地区群众，都能平等享受高质量影像筛查。希望便携式超声、移动低剂量CT车下沉至县域、乡镇医院，让基层群众在家门口完成早筛；希望政策红利向早筛倾斜，将低剂量CT肺癌筛查、乳腺“超声+钼靶”筛查纳入医保，加大公益筛查覆盖，让经济困难者“看得起病、查得起体”^[3]。

五、结论

对于担心辐射的人群，期待低辐射、无辐射技术加速普及；对于认知不足忽视筛查的人群，希望通过社区宣传、健康科普，让主动筛查成为健康习惯。相信随着技术迭代与社会努力，肿瘤早筛终将突破地域、经济、认知限制，成为全民享有的健康保障，让“早发现、早治愈”照进现实。

参考文献

- [1]《上海医学影像》杂志正式更名为《肿瘤影像学》[J].中国癌症杂志,2013(05):398.
- [2]蒋泽宇,韩荣,刘晓鸿,王光宇.基于深度学习的医学影像高效生成方法研究[J].医疗卫生装备,2023(02):1-4.
- [3]花芸,康敏诗,刘盼,郭华源,金晓宇,李铁伟,何昆仑.医学影像跨模态生成方法综述[J].解放军医学院学报,2025(02):153-160.