

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。

作者简介：黄启建（2006-），男，安徽合肥人，本科在读，研究方向：医学影像。

（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”

假阳性与和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, 李轶玮, 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.