

2024年版肺结节诊治中国专家共识解读

张彩云, 韩志海*

(中国人民解放军总医院第六医学中心呼吸与危重症医学科, 北京 100048)

[摘要] 在我国肺癌是发病率及病死率均列居首位的恶性肿瘤,其5年生存率仅19.7%,早诊早治是延长肺癌患者生存期、改善患者预后的关键。中华医学会呼吸病学分会肺癌学组和中国肺癌防治联盟于2024年8月发布了2024年版肺结节诊治中国专家共识,该共识在2015年版及2018年版的基础上,结合最新的文献证据,对相关的内容进行更新。本文结合2024年美国国家综合癌症网络发布的第2版肺癌筛查指南对该共识进行解读分析,以方便临床医师借鉴应用。

[关键词] 肺结节;肺癌筛查;共识解读 doi:10.3969/j.issn.1007-3205.2025.04.001

[中图分类号] R521.6 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1007-3205(2025)04-0373-06

根据数据显示,全球范围内,2022年肺癌发病率及病死率均位列癌症首位^[1]。我国是肺癌高负荷的国家,2022年我国肺癌发病例数(106.06万)及死亡例数(73.3万)均列居男女恶性肿瘤首位^[2]。不同分期的肺癌5年生存率差距较大,I期肺癌5年生存率可达77%~92%,而III A~IV B期肺癌5年生存率仅0%~36%^[3],因此对肺内结节及时发现并准确定性、给予及时干预是提高肺癌生存率、改善预后的重要措施。全球范围内,美国国立综合癌症网络(National Comprehensive Cancer Network, NCCN)发布的肺癌筛查指南、Fleischner协会发布的《Fleischner协会肺结节处理策略指南》^[4]最常被借鉴引用。然而因肺癌流行病学特点的不同,上述指南在我国并不完全适用。为此中华医学会呼吸病学分会肺癌学组及中国肺癌防治联盟先后发表了适合中国人群使用的2015年版^[5]、2018年版肺结节诊治中国专家共识(以下简称2018版专家共识)^[6]。2024年8月我国专家推陈出新发表了2024年版肺结节诊治中国专家共识(以下简称2024版专家共识)^[7]。该共识对肺癌高危人群筛查年龄进行更新,并提出难定性结节的概念,增加了人工智能(artificial intelligence, AI)识别肺结节相关的研究进展及临床建议。该专家共识还将肺结节的评估分

为常规和个体化评估,对不同类型和大小结节的管理进行细化。现将更新内容一一进行解读。

1 肺结节定义和分类

1.1 定义 与2018版专家共识比较,2024版专家共识对肺结节的定义仍为影像学上的实性或亚实性阴影,其长径 ≤ 3 cm,局灶性分布,形状呈类圆形,密度较肺实质增高。常分为孤立性结节和多发性结节。肺结节一般无明显临床症状,且不伴有肺不张、肺门淋巴结肿大和胸腔积液。如果结节数量超过10个或表现为弥漫性的肺结节,通常考虑为转移性恶性肿瘤或良性病变。

1.2 分类 无论按数量分类还是按病灶大小或密度分类,2024版专家共识较既往版本共识无明显变化,但提出了难定性肺结节的概念:指无法通过非手术活检明确诊断,且高度怀疑早期肺癌的肺结节^[8]。因该类结节反复随访可能会延误治疗或者因鉴别诊断水平有限而过度治疗。因此2024版专家共识推荐采用多学科团队(multi-disciplinary team, MDT)工作模式和医患共同决策,这种工作模式及决策可能会减少误诊及过度治疗。2024版NCCN肺癌筛查指南(以下简称2024版NCCN指南)中也提到这种工作模式,建议对于肺癌高风险的人群,医生与患者共同决策,讨论获益和风险,以帮助患者找到最佳方案^[9]。

2 肺结节的发现途径

2.1 肺癌高危人群的定义及危险因素 2024版专家共识根据我国肺癌流行病学特点及循证医学证据建议将年龄 ≥ 40 岁且符合吸烟史(吸烟指数 ≥ 400

[收稿日期]2024-10-30

[基金项目]解放军总医院第六医学中心创新培育基金资助项目(CXPY202207)

[作者简介]张彩云(1988-),女,山东聊城人,中国人民解放军总医院主治医师,医学硕士,从事呼吸慢病、肺癌诊治研究。

* 通信作者。E-mail: hanzhihai@301hospital.com.cn

年支或 20 年包)、环境因素、职业暴露史(石棉、铍、铀、氡等)、合并一项及以上慢性肺部疾病[包括慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)、弥漫性肺纤维化或曾患结核]、恶性肿瘤史或肺癌家族史(尤其一级亲属家族史)上述危险因素之一者定义为肺癌高危人群。

在年龄界定上,2024 版专家共识参考的主要是源于复旦大学附属中山医院肺结节手术的相关数据。中山医院 2014—2019 年期间共行 1.64 万例肺结节手术,其中病理及分期提示早期肺癌的占比 60.8%,手术平均年龄为 50 岁^[10]。鉴于早期肺癌患者平均年龄在 50 岁左右,中华医学会肿瘤学分会发表的中华医学会肺癌临床诊疗指南(2024 版)建议肺癌筛查人群年龄为 ≥ 45 岁^[11]。2021 年由 中国肺癌筛查与早诊早治指南制定专家组发表的中国肺癌筛查与早诊早治指南(以下简称 2021 版早诊早治指南)中提到,肺癌发病率随年龄逐渐增长,50 岁之后发病率显著增加,因此该指南也建议肺癌筛查的起始年龄为 50 岁^[12]。而 2024 版专家共识建议将肺癌筛查年龄界定为 40 岁,这将最大限度的实现“早发现”,从而提高肺癌患者的 5 年生存率并能最大限度减轻国家肺癌医保负担。与我国不同,美国预防服务工作组(United States Preventive Services Task Force, USPSTF)基于国家肺部筛查试验和 NELSON 试验等多个大型临床试验的数据,将肺癌

高危人群年龄界定为:50~80 岁,2024 版 NCCN 指南将肺癌高危人群定义为:年龄 ≥ 50 岁^[9]。

除年龄外,吸烟史是肺癌重要危险因素之一,我国吸烟与被动吸烟人群比例较高,肺癌的发病率及病死率均高于世界平均水平。不同的指南推荐肺癌筛查人群的吸烟量也存在差异,2021 版早诊早治指南将吸烟指数 ≥ 30 年包但戒烟不足 15 年界定为肺癌危险因素之一^[12],而 2024 版专家共识与 2024 版 NCCN 指南均将吸烟指数 ≥ 400 年支(或 20 年包)界定为危险因素之一。被动吸烟方面,由于其定量存在困难,且影响因素众多,在 2024 版专家共识中未曾将其列入危险因素之一,而 2021 版早诊早治指南将被动吸烟(与吸烟者共同生活或同室工作 ≥ 20 年)定为肺癌的危险因素之一。另外需引起重视的是 2024 年美国癌症协会出版的肺癌筛查指南补充信息中提到:即使戒烟超 15 年以上,肺癌的发生风险仍较高^[13]。因此 2021 年 USPSTF 推荐年龄 50~80 岁、 ≥ 20 年包吸烟史且目前仍在吸烟或戒烟时间不满 15 年的人群应每年进行低剂量 CT(low-dose computed tomography, LDCT)筛查^[14-15]。在中华医学会肺癌临床诊疗指南(2024 版)^[11]中,对相关内容也进行了补充:戒烟可降低肺癌发病风险,但与不吸烟人群相比,即使戒烟超过 15 年,肺癌风险仍较不吸烟人群升高。国内外肺癌筛查指南与共识危险因素比较见表 1。

表 1 国内外肺癌筛查指南与共识危险因素比较

指南/共识	筛查年龄(岁)	吸烟最小年包	除年龄及吸烟史外的危险因素	筛查手段和阴性结果者复查间隔时间
2021 年美国预防临床服务指南工作组	50~80	20	①环境暴露;②既往放射治疗史;③其他(非癌症)肺部疾病和家族史;④较低的教育水平	LDCT 年度复查
2021 年中国肺癌筛查与早诊早治指南	50~74	30	①二手烟 ≥ 20 年;②COPD 史;③石棉、氡、铍、镉、镍、硅、煤烟和煤烟尘暴露;④一级亲属肺癌家族史;⑤遗传因素	LDCT 年度复查
2024 年第 2 版 NCCN 肺癌筛查指南	≥ 50	20	①氡暴露;②职业暴露(砷、石棉、铍、镉、铬、煤烟、柴油烟雾、镍、二氧化硅、煤烟和铀);③癌症史;④一级亲属肺癌家属史;⑤COPD 或肺纤维化病史;⑥二手烟暴露	LDCT 年度复查
中华医学会肺癌临床诊疗指南	≥ 45	20	①二手烟或环境油烟吸入史;②职业致癌物质暴露史;③个人肿瘤史;④一二级亲属肺癌家族史;⑤慢性肺部疾病史(COPD、肺结核、肺纤维化)	LDCT 年度复查,正常者可 1~2 年复查
2024 年版肺结节诊治中国专家共识	≥ 40	20	①环境或高危职业暴露史(如石棉、铍、铀、氡等接触者);②合并 COPD、弥漫性肺纤维化或曾患肺结核者;③曾患恶性肿瘤或有肺癌家族史者,尤其一级亲属家族史	LDCT 年度复查

另外,2024版专家共识指出还应关注因症状发现的结节,以及机会发现的结节,如因感染、心脏疾病等做胸部CT时发现,这类结节需要参考既往及治疗前后胸部CT影像,动态随访结节变化。

2.2 肺结节筛查方法 与2018版专家共识相比,2024版专家共识将肺结节筛查分为常规筛查评估及个体化筛查评估,以更能精准的发现高危结节,有助于帮助每个肺结节患者制定更精准的随访及诊治方案。其中,常规检查及评估主要包括影像学检查、影像学评估,并增加了AI影像辅助诊断评估部分,肿瘤标志物推荐方面,增加了中国肺癌诊断生物标志物谱(lung cancer biomarker panel,LCBP)预测模型方面的研究证据。

2.2.1 肺结节常规检查及评估

2.2.1.1 影像学检查 与胸部X线比较,胸部CT扫描可提供更多信息^[16-18],2024版专家共识及2024版NCCN指南均推荐使用LDCT对肺癌高危人群进行筛查。

2.2.1.2 影像学评估 通过外观评估、内涵评估及动态随访变化对肺结节进行判断,2024版专家共识较2018版专家共识变化不大。

2.2.1.3 AI影像辅助诊断评估 2024版专家共识增加了AI系统评估肺结节的内容。一些AI影像辅助诊断系统已经美国食品药品监督管理局和中国国家药品监督管理局批准上市并应用于临床^[19]。与常规的影像检查对比,AI辅助系统可对肺结节的长径、体积及密度进行精确的测量,与人工阅片对比,可更加细致地评估肺结节边缘特点和浸润程度以及结节生长状态及血管穿行情况^[20-21]。另外,AI辅助系统还可对肺结节进行三维立体重建以进行更加细致地动态对比,并可通过深度学习和挖掘,发现更多良、恶性结节的差别而辅助诊断^[22-25]。

我国一些专家还提出了自然人专家和计算机之间的MDT,又称人机MDT。人机MDT模式很大程度上避免了单纯的AI识别出现的假阳性和假阴性问题,也发挥了AI系统精准、快速的优势,最大限度地避免了误诊误治,使患者最大程度获益。人机MDT可以在对话中讨论如何应用现有手段将目前的人机分离式诊断模式,提升为人机交流互动式诊断模式,提高了临床医生诊断肺结节的效率和难定性结节的诊治水平,最终做出基于循证医学、同时兼顾个体化的最佳解决方案^[26]。

2022年吴阶平医学基金会模拟医学部胸外科专委会发表了《人工智能在肺结节诊治中的应用专家共识》^[27],该共识中提到,传统的LDCT在肺结节

诊断中,假阳性率较高,局限性较强,而AI可快速有效地识别不典型的肺内小结节病灶和非结节病灶,可使肺结节检出的假阳性率下降。另外,AI还有助于快速判断肺结节的良恶性,其准确性可以达到68.0%~99.6%^[28],在一定程度上代替了人工阅片,减少了放射科医师的工作量,但AI技术诊断肺结节的准确性,有赖于良好的AI技术算法,目前现有的AI技术尚不能完全取代人工,还需要进一步优化,目前这方面研究已取得一定进展。AI在磨玻璃结节(ground-glass opacity nodule,GGN)病理鉴别诊断、多次随访数据的综合判断以及手术规划中均起到辅助作用。AI对于亚实性结节的良恶性判断也存在一定局限性,仍然需要人工阅片以降低AI识别的假阴性率,以减少肺结节的误诊及漏诊。此外,AI对亚实性结节体积测量及倍增时间测量可靠性也偏差^[27]。

2.2.1.4 肿瘤标志物 目前肺癌的临床诊断仍无公认的特异度强的生物学标志物,2024版专家共识不推荐把单一肿瘤标志物作为亚厘米的小结节和微结节筛查和评估的指标。近年复旦大学附属中山医院白春学教授团队开发了LCBP预测模型,该模型纳入了多种肿瘤标志物的联合指标,结合了患者的性别、年龄、吸烟史等一般信息,并纳入肺结节的长径、边缘毛刺征等代表结节特征的各项因素^[29],使得该预测模型更加适合中国人群,其敏感度及特异度均优于美国胸科医师协会(American College of Chest Physicians,ACCP)肺癌诊疗指南第3版(以下简称ACCP指南)使用的梅奥模型。但是否能指导肺结节随访策略还需更多前瞻性研究进一步验证^[7]。

2.2.2 肺结节的个体化评估 2023版NCCN肺癌筛查指南首次建议使用“风险计算器”评估肺癌风险,2024版NCCN指南延续了这一观点。ACCP指南采用的预测模型是目前世界应用最广泛的预测模型。因此2024版专家共识借鉴了ACCP指南中的预测模型,但在我国临床应用中发现,模型预测结果和人工识别结果还有一定差距,该模型判断恶性肿瘤的准确性并不高,比如ACCP指南中提到的“位于上叶的结节恶性概率大”在我国并不适用。因此,2024版专家共识建议依据目标人群的特点、易用性以及验证的程度来选择和构建模型。本研究基于真实世界肺结节数据,纳入了数万例胸部CT检查检出肺结节人群,构建了创新阶梯式C-Lung-RADS系统,智能评估肺结节的恶性风险等级,该系统将肺结节分为低危、中危、高危、极高危4个等级,对肺结节的评估共分成3个阶段,第一阶段初筛发现肺结节

病灶,并对肺结节进行初步的风险分级;第二阶段精准区分高危结节;第三阶段纳入随访结果,筛选出极高危肺结节。该系统对不同风险等级的结节制定了个体化的随访策略,这有利于避免低风险结节的过度诊疗及高危、极高危结节的漏诊误诊问题,为大规模肺癌筛查中肺结节的风险分类提供科学依据^[30]。C-Lung-RADS AI软件已在四川广安、甘孜等地区成功应用。

除了预测模型的应用,共识还建议使用功能成像、循环异常细胞检测、非手术活检及手术活检方式对肺结节进行评估。循环异常细胞(circulating genetically abnormal cell, CAC)在2024版专家共识中首次提到,指外周血中带有肿瘤特异性染色体位点的细胞。最新的研究发现,CAC和AI两种工具在肺癌早诊模型中具有良好的互补作用,基于“临床特征、影像学特征、AI分析及CAC”构建的多模态肺癌早诊模型显示敏感度及特异度均达80%以上,验证集曲线下面积明显优于ACCP指南使用的梅奥模型^[31]。推荐使用来源于中国患者数据的模型。

3 肺结节的个体化评估及随访策略

2024版专家共识肺结节的随访策略基本延续2018版专家共识随访策略的原则,按结节影像学特点将肺结节分为孤立性实性结节、孤立性亚实性结节、多发性肺结节^[32],参考ACCP指南恶性肿瘤的概率评估方法——对上述分类的结节进行细化管理。

3.1 孤立实性结节随访细则 2018版专家共识及2024版专家共识均按结节大小分为8~30 mm和 ≤ 8 mm结节。对于直径 ≤ 8 mm的孤立性实性结节,2版指南均建议根据结节的大小制定LDCT的随访方案:结节直径 ≤ 4 mm建议每年进行复查;结节长径在4~6 mm需在6~12个月后进行复查,随访后如果发现没有变化,需在18~24个月再次复查,如果结节仍变化不大,此后可进行年度随访;初筛结节直径6~8 mm应在3~6个月后进行复查,此后在9~12个月复查,其后每6个月随访,如果2年以后仍无明显变化,建议可进行常规的年度随访。对于 > 8 mm实性结节患者,2版共识均建议通过验证模型定量的方法或者临床定性的方法判断结节恶性的概率,恶性肿瘤的预测概率为低、中度(5%~65%)者:可考虑正电子发射断层显像/X线计算机断层成像(positron emission tomography/computed tomography, PET-CT)进行评估,恶性肿瘤的预测概率为高度($> 65\%$)者建议可直接进行

PET-CT进行评估,并可同时进行手术前的预分期,对于要求个体化诊疗的患者,2024版共识增加了CAC辅助评估的推荐^[7]。

2024版NCCN指南将孤立实性结节按大小分为 < 6 mm、 ≥ 6 mm且 < 8 mm、 ≥ 8 mm分类进行管理,初筛发现的 < 6 mm孤立实性结节,可进行年度随访, ≥ 6 mm且 < 8 mm的建议6个月随访,无变化可进行年度随访,若出现结节增大(> 1.5 mm), < 8 mm的每3个月随访, ≥ 8 mm的建议胸部增强CT扫描或直接完善PET-CT检查,经上述检查评估后,若高度怀疑恶性,建议完善气管镜检查或直接手术切除。且与2024版专家共识比较,2024版NCCN指南对随访过程中新发结节也进行了随访细则的描述,新发结节 < 4 mm的可进行年度随访,4~6 mm建议6个月后随访,6~8 mm建议每3个月随访,并根据随访结果制定不同的诊治策略^[9]。

3.2 孤立亚实性结节评估及处理原则 亚实性结节分类为纯磨玻璃结节(primary ground glass node, pGGN)和混合磨玻璃结节(mixed ground-glass nodule, mGGN),亚实性结节的随访建议使用薄层平扫CT进行随访。2版共识均推荐以5 mm大小为界进行分类管理,对于5 mm及以下的pGGN建议首次6个月进行随访,随后进行年度随访, > 5 mm(5~10 mm)的pGGN建议首次3个月随访,随后的随访时间2018版专家共识建议年度随访,2024版专家共识建议6个月进行随访。随访中若发现pGGN结节增大直径 > 10 mm或结节内部实性成分增加,常提示为恶性结节,建议活检进一步明确结节性质或直接进行手术切除。对于mGGN的随访管理,2版共识均建议除评估结节病灶大小外,更需关注结节内部实性成分的比例变化。对于直径 ≤ 8 mm的单发的mGGN,建议每3个月进行复查,若复查2次结节无明显变化,可6个月后再进行复查,若仍无明显变化,可继续年度随访,如果随访过程中结节直径增大或实性成分较前增大,通常考虑为恶性,可直接进行手术切除。对于 > 8 mm的mGGN建议可适当给予经验性抗感染治疗,并于3个月后随访,若结节持续存在,可考虑非手术活检或手术切除。

2版共识均不推荐应用PET-CT评估实性成分 ≤ 8 mm的mGGN,非手术性活检有助于明确肺结节性质并安排后续治疗的定位。对于非手术活检未能明确诊断者,仍不排除恶性可能,仍需继续随访观察,对于较大的单个mGGN,直径 > 15 mm时可

直接行 PET-CT 评估结节性质,也可直接进行非外科手术性活检或直接外科手术切除病灶。对于8~30 mm 的实性结节、5~10 mm 的 pGGN 及 \leq 8 mm 的 mGGN 的,2024 版共识均增加了应用 AI 和人机 MDT 进行评估的建议,且对于要求个体化诊疗者,均可以 CAC 辅助诊断^[7]。

2024 版 NCCN 指南对于部分实性结节的随访,更加注重观察这类结节实性成分的变化情况,并根据实性成分大小的变化,制定了更加细致的随访策略。2024 版 NCCN 指南建议对 <6 mm 的部分实性结节进行年度随访,若结节出现实性成分增加(>1.5 mm)或出现新发结节,对于实性成分直径 <4 mm 的建议3个月后随访,对于实性成分直径 ≥ 4 mm 的建议增强 CT 扫描或进行 FDG-PET/CT 检查,高度怀疑恶性的建议进行气管镜检查或手术切除,低度怀疑恶性的建议3个月后复查。对于初筛部分实性结节 ≥ 6 mm 而实性成分 >6 mm 的建议6个月后随访,随访过程中若发现实性成分变化,后续处理策略与6 mm 以下结节随访中出现变化的后续处理策略一致。初筛实性成分 ≥ 6 mm 而 <8 mm 的部分实性结节建议3个月后进行随访或直接进行 FDG-PET/CT 检查,若考虑恶性可能小,建议3个月后再进行随访,若恶性可能性大,建议进行气管镜、手术切除予以明确诊断。初筛实性成分 ≥ 8 mm 的部分实性结节,建议直接进行增强 CT 扫描和(或)FDG-PET/CT 进一步评估,若考虑恶性程度可能性小,建议3个月后继续随访,若考虑恶性可能性大,建议直接进行气管镜或手术切除。对于非实性结节,2024 版 NCCN 指南建议以直径20 mm 大小为界,对 <20 mm 及 ≥ 20 mm 的结节分类进行管理,重点关注结节大小变化,随访中新发现的非实性结节按照初筛发现结节管理策略进行管理^[9]。

3.3 多发性结节评估及处理原则 多发结节的评估策略中,2 版共识均认为 >10 个的弥漫性肺结节,考虑胸外恶性肿瘤转移或活动性感染等可能性较大。筛查中发现有1个占主导地位的结节和(或)多个小结节者,建议单独评估每个结节。对于筛查发现多发性 pGGN,至少1个病变直径 >5 mm 且 <10 mm,无特别突出的病灶时,建议3个月后复查,若无变化3年内应每年进行随访,若出现结节增大、增多,应缩短随访周期或选择性局部切除变化明显的结节予以明确诊断,可选择超声支气管镜(endobronchial ultrasound,EBUS)、虚拟导航支气管镜(virtual bronchoscopic navigation,VBN)、电磁

导航支气管镜(electromagnetic navigation bronchoscopy,ENB)等活检技术进行病理学评估。若结节变少、变淡,考虑为良性结节,可延长随访周期或停止随访。对于诊断困难的多发结节,建议进行多学科讨论^[7]。2024 版专家共识中也增加了应用 AI 和人机 MDT 评估的建议,对要求个体化诊疗者,建议使用 CAC 或者 PET-CT 评估。2024 版 NCCN 指南将多发结节分为非实性结节及实性成分占主导地位的结节,这2种情况均建议测量结节大小,并对最大的结节进行管理^[9]。

4 肺结节治疗

2024 版专家共识增加了肺结节治疗的建议:良性结节建议寻找病因,对因治疗,恶性结节首选外科根治性切除,对心肺功能不能耐受手术者,可以进行立体定向放射治疗或者消融治疗^[33-35]。2024 版 NCCN 指南中,对于明确非恶性疾病的结节,建议年度随访直至考虑不用再继续治疗,对于明确诊断为恶性疾病的结节,建议参考非小细胞肺癌 NCCN 指南进行治疗^[9]。

5 小 结

肺癌是中国乃至全球发病率及病死率均列居首位的恶性肿瘤,在我国,肺癌患者5年生存率较低,成为我国最重要的癌症负担。早诊早治是提高5年生存率、改善患者生活质量的重要措施。2024 版专家共识,界定我国肺癌高危人群筛查年龄为40岁,吸烟史 ≥ 20 年包,最大限度的实现了肺癌的“早发现”。随着近年 AI 技术在肺结节领域的发展,2024 版专家共识也增加了 AI 技术在肺结节诊治中的应用推荐,并提出人机 MDT 工作模式,减少了误诊及漏诊。这些新技术及新的研究成果的发现,均有助于恶性肺结节的早期识别,实现肺癌的早期诊断,降低我国肺癌负担,改善我国肺癌患者的生活质量和预后。

[参考文献]

- [1] Bray F,Laversanne M,Sung H,et al. Global cancer statistics 2022; GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin,2024,74(3):229-263.
- [2] Han B, Zheng R, Zeng H, et al. Cancer incidence and mortality in China,2022[J]. J Natl Cancer Cent,2024,4(1):47-53.
- [3] Zeng H,Chen W,Zheng R,et al. Changing cancer survival in China during 2003-15; a pooled analysis of 17 population-

- based cancer registries[J]. *Lancet Glob Health*, 2018, 6(5): e555-e567.
- [4] Farjah F, Monsell SE, Smith-Bindman R, et al. Fleischner Society Guideline Recommendations for incidentally detected pulmonary nodules and the probability of lung cancer[J]. *J Am Coll Radiol*, 2022, 19(11): 1226-1235.
- [5] 中华医学会呼吸病学分会肺癌学组, 中国肺癌防治联盟专家组. 肺结节诊治中国专家共识[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2015, 38(4): 249-254.
- [6] 中华医学会呼吸病学分会肺癌学组, 中国肺癌防治联盟专家组. 肺结节诊治中国专家共识(2018年版)[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2018, 41(10): 763-771.
- [7] 中华医学会呼吸病学分会, 中国肺癌防治联盟专家组. 肺结节诊治中国专家共识(2024年版)[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2024, 47(8): 716-729.
- [8] 杨达伟, 童琳, Powell Charles A, 等. 难定性肺结节[J]. *国际呼吸杂志*, 2022, 42(1): 1-4.
- [9] National Comprehensive Cancer Network. NCCN clinical practice guidelines in oncology: lung cancer screening [EB/OL]. Plymouth Meeting, PA: National Comprehensive Cancer Network, 2024-02[2024-11-04]. <https://www.nccn.org>.
- [10] 童琳, 杨达伟, 白春学. 美国肺癌防治工作对中国的启示[J]. *国际呼吸杂志*, 2021, 41(5): 321-324.
- [11] 中华医学会肿瘤学分会, 中华医学会肺癌临床诊疗指南(2024年版)[J]. *中华医学杂志*, 2024, 104(34): 3175-3213.
- [12] 赫捷, 李霓, 陈万青, 等. 中国肺癌筛查与早诊早治指南(2021, 北京)[J]. *中国肿瘤*, 2021, 30(2): 81-111.
- [13] Landy R, Cheung LC, Young CD, et al. Absolute lung cancer risk increases among individuals with > 15 quit-years: Analyses to inform the update of the American Cancer Society lung cancer screening guidelines[J]. *Cancer*, 2024, 130(2): 201-215.
- [14] Huang G, Wei X, Tang H, et al. A systematic review and meta-analysis of diagnostic performance and physicians' perceptions of artificial intelligence (AI)-assisted CT diagnostic technology for the classification of pulmonary nodules[J]. *J Thorac Dis*, 2021, 13(8): 4797-4811.
- [15] 李迎晨, 赵明芳, 吴瑛. 《肺癌筛查: 美国预防临床服务指南工作组推荐声明》现状与最新指南解读[J]. *中国全科医学*, 2024, 27(11): 1283-1287.
- [16] Wu Q, Zhou L, Tang W, et al. Inter-observer consistency on subsolid nodule follow-up recommendation based on National Comprehensive Cancer Network (NCCN) guidelines in low-dose computed tomography (LDCT) lung cancer screening[J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2024, 14(9): 6543-6555.
- [17] 中国肺癌早诊早治专家组, 中国西部肺癌研究协作中心, 中国肺癌低剂量 CT 筛查指南(2023年版)[J]. *中国肺癌杂志*, 2023, 26(1): 1-9.
- [18] 张泽丹, 张朵, 包维为, 等. 低剂量 CT 联合三维重建在早期肺癌筛查中的应用[J]. *河北医药*, 2023, 45(15): 2317-2319, 2323.
- [19] Firmino M, Angelo G, Morais H, et al. Computer-aided detection (CADe) and diagnosis (CADx) system for lung cancer with likelihood of malignancy[J]. *Biomed Eng Online*, 2016, 15(1): 2.
- [20] 邱立军, 乔宏伟. 人工智能系统辅助 64 排螺旋 CT 高分辨扫描在肺结节诊断中的应用[J]. *影像研究与医学应用*, 2024, 8(1): 90-92.
- [21] 王振宇, 王少强, 邱晓辉, 等. 基于人工智能系统的 CT 定量分析诊断肺结节浸润性的价值[J]. *安徽医学*, 2024, 45(7): 849-853.
- [22] 苏寅晨, 张晓琴. 人工智能辅助诊断系统在肺结节检测及良性判断中的应用价值[J]. *CT 理论与应用研究*, 2024, 33(3): 325-331.
- [23] 李志平, 张永胜, 徐辉景, 等. 基于人工智能的 CT 影像加权评分系统对肺结节良恶性鉴别的价值[J]. *浙江医学*, 2024, 46(7): 703-709.
- [24] Ma H, Guo H, Zhao M, et al. Automatic pulmonary ground-glass opacity nodules detection and classification based on 3D neural network[J]. *Med Phys*, 2022, 49(4): 2555-2569.
- [25] Valente IR, Cortez PC, Neto EC, et al. Automatic 3D pulmonary nodule detection in CT images: a survey [J]. *Comput Methods Programs Biomed*, 2016, 124: 91-107.
- [26] 中国物联网辅助评估管理肺结节专家组. 物联网辅助评估管理肺结节中国专家共识[J]. *国际呼吸杂志*, 2022, 42(1): 5-12.
- [27] 吴阶平医学基金会模拟医学部胸外科专委会. 人工智能在肺结节诊治中的应用专家共识(2022年版)[J]. *中国肺癌杂志*, 2022, 25(4): 219-225.
- [28] Li D, Mikela Vilmun B, Frederik Carlsen J, et al. The performance of deep learning algorithms on automatic pulmonary nodule detection and classification tested on different datasets that are not derived from LIDC-IDRI: a systematic review[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2019, 9(4): 207.
- [29] Yang DW, Zhang Y, Hong QY, et al. Role of a serum-based biomarker panel in the early diagnosis of lung cancer for a cohort of high-risk patients[J]. *Cancer*, 2015, 121(Suppl 17): 3113-3121.
- [30] Wang C, Shao J, He Y, et al. Data-driven risk stratification and precision management of pulmonary nodules detected on chest computed tomography[J]. *Nat Med*, 2024, 30(11): 3184-3195.
- [31] Ye M, Zheng X, Ye X, et al. Circulating genetically abnormal cells add non-invasive diagnosis value to discriminate lung cancer in patients with pulmonary nodules ≤ 10 mm [J]. *Front Oncol*, 2021, 11: 638223.
- [32] 陈婧, 叶晓丹. 肺结节处理指南的解读和比较[J]. *中国中西医结合影像学杂志*, 2021, 19(3): 301-306.
- [33] 刘宝东, 陈海泉, 刘伦旭, 等. 肺结节多学科微创诊疗中国专家共识[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2023, 30(8): 1061-1067.
- [34] 柯明耀, 陈智德, 曾俊莉, 等. 肺磨玻璃结节诊治策略与消融治疗[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2022, 29(1): 11-22.
- [35] 叶欣, 王俊, 危志刚, 等. 热消融治疗肺部亚实性结节专家共识(2021年版)[J]. *中国肺癌杂志*, 2021, 24(5): 305-322.