

《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



扫描二维码
查看原文

李迎春¹，赵明芳^{1*}，吴瑛^{2*}

1.110000 辽宁省沈阳市，中国医科大学附属第一医院肿瘤内科

2.110000 辽宁省沈阳市，中国医科大学附属第一医院全科医学科

*通信作者：吴瑛，教授；E-mail: wuying@cmu.edu.cn

赵明芳，教授；E-mail: zhaomf618@126.com

【摘要】 肺癌是全球范围内死亡率最高的癌症，早期筛查和早期治疗对于改善患者预后、延长患者生存时间以及提高总体生存率至关重要。10余年来，肺癌筛查指南不断根据最新证据进行更新。美国预防临床服务指南工作组（USPSTF）在2021年版肺癌筛查推荐中全面更新了肺癌筛查的相关推荐意见，并通过一项系统性回顾和协作建模研究，全面评估了肺癌筛查益处和危害的平衡，并对使用低剂量计算机断层扫描（LDCT）进行肺癌筛查的测试性能进行了仔细考量，提供了关于肺癌筛查的开始和结束时间、最佳筛查时间间隔以及不同筛查策略的相对益处和风险的最新信息，更新了肺癌筛查的相关推荐意见。本文旨在对该推荐更新情况进行解读，结合国内外的肺癌流行病学、危险因素相关报道、现行指南或专家共识更新概要以及筛查现状，为我国肺癌筛查提供参考建议。

【关键词】 肺肿瘤；筛查；低剂量计算机断层扫描；吸烟；指南

【中图分类号】 R 734.2 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0852

Current Status of Lung Cancer Screening and Interpretation of the U.S. Preventive Services Task Force Guidelines on Lung Cancer Screening

LI Yingchen¹, ZHAO Mingfang^{1*}, WU Ying^{2*}

1.Department of Medical Oncology, the First Hospital of China Medical University, Shenyang 110000, China

2.Department of General Practice, the First Hospital of China Medical University, Shenyang 110000, China

*Corresponding authors: WU Ying, Professor; E-mail: wuying@cmu.edu.cn

ZHAO Mingfang, Professor; E-mail: zhaomf618@126.com

【Abstract】 Lung cancer is the most leading cause of global cancer mortality, underscores the critical importance of early screening and intervention to improve the prognosis and survival time and the overall survival rates of patients. For decades, lung cancer screening guidelines have been continuously updated based on the developed evidence. The U.S. Preventive Services Task Force (USPSTF) has comprehensively updated the recommendations for lung cancer screening in the 2021 version of guideline, assessed the balance of benefits and harms of lung cancer screening through a systematic review and collaborative modeling studies, and scrutinized the performance of tests using low-dose computed tomography (LDCT) for lung cancer screening. The guideline provides latest information on the start and finish time of lung cancer screening, optimal screening intervals, the relative benefits and risks of different screening strategies and updated recommendations. This article aims to interpret the updated guideline and provide recommendations for lung cancer screening in China, taking into account the epidemiology of lung cancer at home and abroad, reports on risk factors, summaries of updates to current guidelines or expert consensus, and the current status of screening.

【Key words】 Lung neoplasms; Screening; LDCT; Smoking; Guidebook

基金项目：辽宁省教育厅科研资助项目（JCZR2020010）；沈阳市科技计划项目（21-173-9-30）；辽宁省教育厅科研基金（LJKZ0739）；辽宁省卫生健康委员会项目（2021001）；社会科学规划资助项目（L21BGL059）；辽宁省中央引导地方科技发展规划项目（2022010127-JH6/1001）

引用本文：李迎春，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. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0852. [www.chinagp.net]

LI Y C, ZHAO M F, WU Y. Current status of lung cancer screening and interpretation of the U.S. Preventive Services Task Force Guidelines on Lung Cancer Screening [J]. Chinese General Practice, 2024, 27 (11): 1283-1287.

© Chinese General Practice Publishing House Co., Ltd. This is an open access article under the CC BY-NC-ND 4.0 license.

肺癌是全球癌症相关死亡的首要原因。研究显示,2022年肺癌是中国发病率和死亡率最高的癌症^[1-2],5年生存率仅20%左右,低生存率在很大程度上反映了大多数肺癌是在晚期或转移阶段被诊断出来的,所以肺癌的筛查至关重要。由于中国各地医疗资源和政策的不均衡分布,以及公众对肺癌筛查的认知程度和接受度的差异,肺癌筛查采用率在全国范围内存在显著差异^[3],筛查工作的开展面临一些挑战。美国预防临床服务指南工作组(U.S. Preventive Services Task Force, USPSTF)在2013年制定了第一个国家筛查推荐,建议对年龄55~80岁、吸烟达30包年且目前吸烟或在过去15年内戒烟的成年人进行低剂量计算机断层扫描(LDCT)年度筛查。基于最新证据,USPSTF在2021年对这些推荐进行了更新,将筛查起始年龄从55岁降至50岁,最低累积吸烟暴露量降至20包年^[4]。本文旨在对USPSTF 2021年版《肺癌筛查:美国预防临床服务指南工作组推荐声明》进行解读,有助于我国调整和完善肺癌筛查策略,从而更有效地应对肺癌这一全球性公共卫生挑战。

1 肺癌流行病学

肺癌是全球范围内癌症的主要发病和死亡原因。据估计,2020年约有180万死亡病例,预计到2040年,全球肺癌死亡人数将增加67%。肺癌是男性癌症死亡的主要原因,是女性癌症死亡的第二大原因(仅次于乳腺癌)^[5]。中国肺癌的发病率与死亡率均高于世界水平^[6]。

肺癌作为一种复杂的多因素性疾病,其危险因素涵盖了各个方面。其中,吸烟是肺癌最重要的危险因素,吸烟者患肺癌的相对风险大约是不吸烟者的20倍^[7],吸烟数量和吸烟年数与恶性肿瘤的发生风险成正比。世界范围内,肺癌发病率的差异主要受烟草流行和历史吸烟模式的影响。据统计,发达国家肺癌的患病率和死亡率是发展中国家的3~4倍,发达国家已经采取了积极的控烟政策,但发展中国家吸烟率仍居高不下^[8]。

二手烟也是公认的肺癌危险因素,估计可使肺癌发病风险增加20%~30%,增加比率与暴露程度成正比。二手烟暴露主要用二手烟指数(与1名非吸烟者死亡相关的吸烟者人数)来衡量。近年来,二手烟暴露相关的死亡率在全球范围内呈下降趋势,但在某些地区尤其是亚洲南部和拉丁美洲,仍然呈上升趋势^[9]。除烟草外,肺癌发生的其他危险因素还包括年龄、环境暴露、慢性阻塞性肺疾病、人类免疫缺陷病毒(HIV)感染、饮食和代谢因素、基因风险因素等^[8]。因此,在烟草流行率相对较低的女性中,肺癌发病率也仍然呈上升趋势。研究表明,中国女性肺癌的发病率和死亡率除了与吸烟有关外,还与户外空气污染以及室内固态燃料的使用(主要用于取暖和烹饪)有关;全球约有14%的肺癌死亡病例与高水平的PM_{2.5}相关^[10-11],而中国这一比例高

达20.5%^[11]。上述数据突显了环境因素对中国女性肺癌发病和死亡的显著影响。

2 肺癌筛查

2.1 筛查风险评估

基于对肺癌危险因素的了解,有效的筛查方法成为降低肺癌死亡率的重要手段,在肺癌的早期发现和治疗方面也起到了至关重要的作用。USPSTF推荐使用年龄和吸烟史来确定是否需要进行肺癌筛查,不推荐采用更为复杂的风险预测模型。与年龄和吸烟史这两个切实可及的风险因素相比,应用更复杂的风险预测模型能否改善肺癌筛查的结果,证据不足。USPSTF推荐承认存在很多除吸烟外的危险因素,肺癌也可能发生在从未吸烟的人群或者不符合筛查标准的人群中。然而,吸烟仍然是肺癌的主要危险因素,所有有关肺癌筛查的试验是针对吸烟者或曾吸烟者进行的,临床试验和建模数据支持目前的USPSTF推荐,认为其在效益和危害之间取得了合理的平衡。

2.2 筛查现状

肺癌是一个全球性的健康问题,尽管有强有力的证据支持基于LDCT的肺癌筛查策略,但肺癌筛查在中国的接受率仍然不高,中国肺癌的新发病例数也呈持续上升趋势。截至2018年,在需要进行肺癌筛查的人群中,只有18%在过去12个月内接受了筛查^[12]。一项多中心研究发现,在中国对LDCT应用于肺癌筛查的接受率仅为33%^[13],远低于乳腺癌、结直肠癌等,这也引起了很多医院、医生,甚至健康中心对肺癌早期筛查的关注,倡议通过早期筛查,为中国肺癌患者提供更早的治疗和干预,从而有效提高其生存率。

2.3 筛查策略

大量证据表明,肺癌筛查可改善患者的预后和生存质量^[14-16]。2011年,美国首先发布了肺癌筛查指南,明确将胸部LDCT视为首选的肺癌筛查方法^[15]。随后2013年及2021年的USPSTF推荐也延续这一观点,明确将LDCT作为首选筛查工具。如表1所示,2013年USPSTF推荐对55~80岁的成年人通过LDCT进行肺癌筛查,要求这些成年人具有30包年吸烟史,且目前仍在吸烟或在过去15年内戒烟(A-55-80-30-15),2021年USPSTF推荐进行了调整,更改了年龄范围和包年吸烟评价标准。建议每年对50~80岁的成年人通过LDCT进行肺癌筛查,要求这些成年人有20包年吸烟史,且目前仍在吸烟或在过去15年内戒烟(A-50-80-20-15)。在我国,2015年发布了肺癌筛查专家共识将LDCT纳入常用的筛查方法;2023年,最新修订的中国肺癌筛查指南仍将该检查推荐为肺癌筛查的首选方法^[17]。这也表明,在国际与国内层面,LDCT作为肺癌筛查工具日益获得广泛认可和应用。

肺癌筛查指南为不同年龄和风险的人群提供了详细建议。从世界范围来看,最新的肺癌筛查标准大同小异。如表1所示,USPSTF推荐仍然采用吸烟史和年龄两个关键危险因素建模进行肺癌筛查;50~80岁、有20包年吸烟史、目前吸烟或在过去15年内戒烟的成年人肺癌筛查的目标人群,应进行年度筛查;一旦出现可能严重影响预期寿命或进行根治性肺部手术的生物心理方面问题,应停止筛查。美国国立综合网络则建议对50岁以上且>20包年吸烟史的高危人群进行筛查^[18]。需要指出的是,现在大部分肺癌风险预测模型是在西方国家进行开发和验证的,在中国人群中,该模型的适用性存在一定争议,直接采用其筛查标准可能并不妥当,因为中国人群的特征和环境因素可能与西方国家有一定差异。《中国肺癌低剂量CT筛查指南(2023年版)》针对50~80岁、吸烟史≥20包年或被动吸烟≥20年、戒烟不超过5年以及长期接触氡、砷、铍、铬及其化合物、石棉、氯甲醚、二氧化硅、焦炉逸散物和煤烟等肺癌致癌物的人群,强调将筛查与戒烟相结合,以更全面、准确地评估和干预肺癌风险^[19]。《中华医学会肺癌临床诊疗指南(2023版)》则推荐45岁以上的个体要结合吸烟、二手烟暴露等多因素确定筛查策略^[20]。中国肿瘤整合诊治指南则建议50~74岁的具有家族史及肺癌高危因素的个体进行筛查。国内外肺癌筛查指南与建议详见表2。

2.4 筛查间隔

关于施行肺癌筛查的时间间隔,美国国家肺癌筛查试验(National Lung Screening Trial, NLST)建议每年进行1次筛查,连续3年;荷兰比利时肺癌筛查研究(Nederlands-Leuven Longkanker Screenings Onderzoek, NELSON)建议的筛查间隔分别为1、2年和2.5年;癌症干预和监测建模网络(Cancer Intervention and Surveillance Modeling Network, CISNET)的建模研究表明,年度肺癌筛查的益处大于1次/2年的筛查。基于上述3个研究的证据,USPSTF推荐进行年度筛查。我国目前多数指南也是推荐1次/年的肺癌筛查策略,并提出筛查的时间间隔不应>2年;如果每年进行筛查的结果是正常的,后续建议每1~2年进行1次筛查。

2.5 肺结节管理与肺癌筛查准确性

肺癌筛查的准确性对于及早发现潜在的肺癌病变至关重要,而肺结节评估则成为肺癌筛查中的一个关键环节。随着肺癌筛查技术的不断发展,各个指南也提出了不同的管理建议,以确保对肺结节的全面评估和适时干预。美国国立综合癌症网络建议:结节直径<6 mm者应行年度筛查;对于结节直径≥6 mm且<8 mm者6个月后复查;直径≥8 mm且<15 mm者则每3个月复查1次;肺结节直径≥15 mm的患者需行胸部增强CT、正电子发射计算机断层显像(PET)-CT检查或组织取

样;对位于支气管内的实性结节,建议1个月内复查LDCT。根据2023中国肺癌筛查指南(2023版),直径<5 mm的实性结节或<8 mm的非实性结节应行年度筛查;直径5~14 mm的实性结节或部分实性结节以及直径8~14 mm的非实性结节,建议6个月后复查,如果有变化需多学科诊疗(MDT)团队会诊决定治疗方案;直径≥15 mm的结节,可行MDT团队会诊治疗或抗炎治疗2~3周后复查,结合吸收情况决定进一步治疗或进入下一年度复查。USPSTF推荐未对肺结节的分类筛查标准进行明确定义。为了明确不同结节分类方法对LDCT准确性的影响,USPSTF进行了3项回顾性研究对Lung-RADS(Lung imaging reporting and data system)和国际早期肺癌行动计划(International Early Lung Cancer Screening Action Program, I-ELCAP)的标准进行了比较,其中1项研究表明,Lung-RADS可提高LDCT筛查的特异度,但会降低其灵敏度;另外2项研究则发现,使用I-ELCAP标准会提高LDCT筛查的阳性预测值。

表1 2021年和2013年肺癌筛查推荐对比

Table 1 Comparison of lung cancer screening recommendations in 2021 and 2013

项目	2021年	2013年
年龄(岁)	50~80	55~80
戒烟时间(年)	≤15	≤15
吸烟量(包年)	≥20	≥30

表2 国内外肺癌筛查指南与推荐

Table 2 Domestic and international guidelines and recommendations for lung cancer screening

指南/推荐	年龄(岁)	筛查手段和间隔	戒烟后最长时 间(年)	吸烟最小 包年
2021 美国预防临床服务指南工作组	50~80	LDCT 年度筛查	≤15	20
2023 中国肺癌筛查指南	50~80	LDCT 年度筛查,连续两年阴性停止	≤15	20 包年或被动吸烟 ≥20 年
2023 美国国立综合癌症网络	≥50	LDCT 筛查 1 年内进行	NA	20
中华医学会肺癌临床诊疗指南(2023 版)	≥45	LDCT 年度筛查	NA	20
2022 中国肿瘤整合诊治指南	50~74	LDCT 筛查间隔为 2 年	≤15	20

注:LDCT=低剂量计算机断层扫描;NA为未提及。

3 干预措施

吸烟干预是肺癌筛查过程中至关重要的一环。通过提供全面的戒烟支持和资源,可帮助吸烟者摆脱烟草依赖,减少其肺癌发生风险。USPSTF推荐强调了吸烟者在筛查计划中接受戒烟干预措施的必要性,鼓励将戒烟干预纳入所有的肺癌筛查计划,此外,建议任何通过初级保健机构进行肺癌筛查的个体应在肺癌筛查的同时接

受戒烟干预。

4 效果评价

在全球范围内,应用LDCT进行肺癌筛查的一个主要系统障碍是成本问题。美国的医疗保险覆盖LDCT的费用;而在中国,医疗政策仅在一定程度上覆盖肺癌筛查和干预的费用,这是影响患者积极参与的主要障碍。因此,在制定国家肺癌筛查指南时,LDCT筛查的成本效益是一个重要考虑因素。效果评价主要通过净效益来体现,在USPSTF对肺癌筛查证据进行评估时,净效益的评估基于对筛查益处和危害平衡的全面考量,是指在进行肺癌筛查后,针对筛查潜在的益处和危害进行细致分析所得到的总体效益:包括了筛查对患者生存、预后以及生活质量等方面的积极影响,同时综合考虑可能的负面影响,如假阳性结果、过度治疗或其他与筛查相关的不良事件。根据USPSTF的一系列综合评估,得出结论:对于那些具有肺癌高风险因素的个体,采用LDCT进行1次/年的肺癌筛查具有中等净效益。在这一结论中,达到中等净效益的前提如下:首先,筛查应限定在高风险人群,方可确保资源的有效利用;其次,图像解释的准确性需要达到或超过在临床试验中观察到的水平,以避免误诊或漏诊;最后,大多数假阳性结果应通过连续的影像学检查而不是侵入性的干预措施来解决,以期最大限度地减少不必要的焦虑和医疗成本。

5 筛查相关早期诊断和治疗的获益

通过早期筛查,可以在患者尚未出现症状时检出肺癌,从而降低疾病相关的症状负担;而且有助于在肺癌发展到晚期之前采取有效的治疗措施,提高患者的生存率。USPSTF回顾了7项关于使用LDCT的随机对照试验(RCT),对肺癌筛查参与者的死亡率及生活质量进行综合评估,其中,NLST和NELSON试验为其提供了最具统计学意义的数据。NLST试验是迄今为止最大的RCT,纳入了年龄55~74岁、吸烟史达30包年或以上的参与者,结果显示LDCT筛查可降低肺癌死亡率,相对风险降低20%(95%CI=6.8%~26.7%)^[21]。NELSON试验则纳入了年龄50~74岁、吸烟史不同的参与者,在10年的随访中,筛查组和对照组中分别有181例和242例肺癌死亡病例[发病率比率(IRR)为0.75(95%CI=0.61~0.90)],筛查组的肺癌死亡率显著降低^[22]。在NLST和NELSON等试验中,筛查组的肺癌死亡率显著降低,为肺癌筛查的有效性提供了有力的证据。

其次,筛查有助于减轻治疗负担、改善心理社会健康水平,从而减少相关问题或疾病的发生。对于早期发现的肺癌,相较于晚期患者,治疗的难度和负担更轻。此外,肺癌筛查还对患者的生活方式产生积极影响,筛查过程中对异常结果进行更多的LDCT检查提高了戒烟

率,为患者采取积极的生活方式提供了契机,有助于患者改良健康行为,降低吸烟相关的疾病风险^[23]。最后,肺癌筛查在心理健康方面也表现出积极作用,使那些接受筛查但结果为阴性的个体更为安心,进而减轻了可能的心理负担。总体而言,肺癌筛查通过早期发现疾病从而减轻治疗负担、促使积极生活方式的改变以及提升心理健康等方面给筛查人群带来全面的获益,为肺癌的预防和管理做出了重要的贡献。

6 筛查相关早期诊断和治疗的潜在危害

肺癌筛查及治疗可能带来一系列危害。筛查的潜在危害包括假阳性结果、过度诊疗、辐射诱发的癌症、情感困扰或焦虑的增加。NLST和NELSON研究均报告了不同程度的假阳性率。在基线检查报告中,NLST和NELSON研究的假阳性率分别为26.3%和19.8%。假阳性结果可能导致额外的影像学检查、活检或外科手术,从而可能引发并发症,增加额外的、不必要的侵入性操作以及治疗。在CISNET建模研究中,假阳性率根据筛查资格标准而有所不同。2013年USPSTF推荐标准(A-55-80-30-15)会导致每个人在一生的筛查中出现2.2次假阳性结果,2021年USPSTF推荐标准(A-50-80-20-15)则会导致每个人在筛查的一生中出现1.9次假阳性结果。也就是说,采用较小的起始筛查年龄或较低的吸烟评价标准会减少不必要的筛查。进一步数据证实,与2013版USPSTF推荐筛查建议相比,2021版推荐筛查策略还可减少肺癌筛查导致的过度诊疗(分别为6.3%和6.0%)和辐射相关肺癌死亡的发生风险(分别为38.6/100 000和20.6/100 000)。

在中国,肺癌筛查与干预的实施,也存在与国际研究相似的一系列潜在危害。根据CISNET建模研究的结果,提示临床医生需要审慎评估筛查资格标准的影响,以平衡筛查的准确性和潜在危害的可能性。在中国的实践中应用更年轻的年龄起点或者相对较低的吸烟资格标准,可能能够识别更多的患者,但也需要注意可能增加假阳性结果。总的来说,中国的肺癌筛查与干预需要在取得潜在益处的同时,密切关注并尽量降低可能的危害。在未来的研究和实践中,临床医生应该更加注重在中国的特定背景下优化肺癌筛查计划,以最大限度地提高筛查的效果并减少潜在的负面影响,并为患者提供充分的信息和支持,以帮助他们做出明智的决策。

7 总结

USPSTF推荐强调了肺癌筛查的个体化和精准性,汇集了大量科学研究和实证证据,为中国医生提供了宝贵的国际参考,并在肺癌筛查方面提供了合理的决策支持。USPSTF推荐明确了肺癌筛查的标准和最佳实践策略,包括筛查的开始和结束时间、筛查方法和频率,还

着重强调了患者的风险因素,有助于更精确地识别高危人群。此外,通过减少不必要的侵入性检查、使用更安全有效的筛查方法,也有助于改善患者的就医体验、减轻医疗系统的负担。然而,USPSTF 推荐是基于西方人群进行建模的,中国的临床医生应该将其视为参考性建议,并根据国内的流行病学数据和资源状况进行适应性调整,在实际施行过程中,权衡利弊,综合全面地考虑各种因素,以确保筛查策略更符合中国国情。

作者贡献:李迎春负责文章的研究资料的收集与整理、论文撰写、表格绘制;赵明芳负责文章的构思、审校,对文章整体负责;吴瑛负责文章的结构设计、修订、审校和质量控制,对文章整体负责。

本文无利益冲突。

赵明芳:  <https://orcid.org/0000-0003-0183-144X>

吴瑛:  <https://orcid.org/0000-0002-8835-0843>

参考文献

- [1] XIA C F, DONG X S, LI H, et al. Cancer statistics in China and United States, 2022: profiles, trends, and determinants [J]. *Chin Med J*, 2022, 135 (5): 584-590. DOI: 10.1097/CM9.0000000000002108.
- [2] 秦娜, 马红霞, 靳光付, 等. 肺癌流行病学研究年度进展 2022 [J]. *中华医学杂志*, 2023, 103 (14): 1068-1073.
- [3] POON C, WILSDON T, SARWAR I, et al. Why is the screening rate in lung cancer still low? A seven-country analysis of the factors affecting adoption [J]. *Front Public Health*, 2023, 11: 1264342. DOI: 10.3389/fpubh.2023.1264342.
- [4] Preventive Services Task Force U S, KRIST A H, DAVIDSON K W, et al. Screening for lung cancer: us preventive services task force recommendation statement [J]. *JAMA*, 2021, 325 (10): 962-970. DOI: 10.1001/jama.2021.1117.
- [5] SUNG H, FERLAY J, SIEGEL R L, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries [J]. *CA Cancer J Clin*, 2021, 71 (3): 209-249. DOI: 10.3322/caac.21660.
- [6] LI C, LEI S Y, DING L, et al. Global burden and trends of lung cancer incidence and mortality [J]. *Chin Med J*, 2023, 136 (13): 1583-1590. DOI: 10.1097/CM9.0000000000002529.
- [7] ALBERG A J, BROCK M V, FORD J G, et al. Epidemiology of lung cancer: diagnosis and management of lung cancer, 3rd Ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines [J]. *Chest*, 2013, 143 (5 Suppl): e1S-29S. DOI: 10.1378/chest.12-2345.
- [8] LEITER A, VELUSWAMY R R, WISNIVESKY J P. The global burden of lung cancer: current status and future trends [J]. *Nat Rev Clin Oncol*, 2023, 20 (9): 624-639. DOI: 10.1038/s41571-023-00798-3.
- [9] YOUSUF H, HOFSTRA M, TIJSSEN J, et al. Estimated worldwide mortality attributed to secondhand tobacco smoke exposure, 1990-2016 [J]. *JAMA Netw Open*, 2020, 3 (3): e201177. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2020.1177.
- [10] MU L N, LIU L, NIU R G, et al. Indoor air pollution and risk of lung cancer among Chinese female non-smokers [J]. *Cancer Causes Control*, 2013, 24 (3): 439-450. DOI: 10.1007/s10552-012-0130-8.
- [11] TURNER M C, ANDERSEN Z J, BACCARELLI A, et al. Outdoor air pollution and cancer: an overview of the current evidence and public health recommendations [J]. *CA Cancer J Clin*, 2020: 10.3322/caac.21632. DOI: 10.3322/caac.21632.
- [12] KEE D, WISNIVESKY J, KALE M S. Lung cancer screening uptake: analysis of BRFSS 2018 [J]. *J Gen Intern Med*, 2021, 36 (9): 2897-2899. DOI: 10.1007/s11606-020-06236-9.
- [13] CAO W, TAN F W, LIU K Y, et al. Uptake of lung cancer screening with low-dose computed tomography in China: a multi-centre population-based study [J]. *EClinicalMedicine*, 2022, 52: 101594. DOI: 10.1016/j.eclinm.2022.101594.
- [14] POTTER A L, ROSENSTEIN A L, KIANG M V, et al. Association of computed tomography screening with lung cancer stage shift and survival in the United States: quasi-experimental study [J]. *BMJ*, 2022, 376: e069008. DOI: 10.1136/bmj-2021-069008.
- [15] DICKSON J L, HORST C, NAIR A, et al. Hesitancy around low-dose CT screening for lung cancer [J]. *Ann Oncol*, 2022, 33 (1): 34-41. DOI: 10.1016/j.annonc.2021.09.008.
- [16] SIDORENKOV G, STADHOUDERS R, JACOBS C, et al. Multi-source data approach for personalized outcome prediction in lung cancer screening: update from the NELSON trial [J]. *Eur J Epidemiol*, 2023, 38 (4): 445-454. DOI: 10.1007/s10654-023-00975-9.
- [17] Chinese Expert Group on Early Diagnosis and Treatment of Lung Cancer, China Lung Oncology Group. [China National Lung Cancer Screening Guideline with Low-dose Computed Tomography (2023 Version)] [J]. *Chinese Journal of Lung Cancer*, 2023, 26 (1): 1-9.
- [18] 朱玲玲, 伍娟, 王艇, 等. 2023 年第 2 版 NCCN 肺癌筛查临床实践指南更新解读 [J]. *实用肿瘤杂志*, 2023, 38 (5): 399-407. DOI: 10.13267/j.cnki.syzlzz.2023.063.
- [19] 范亚光, 周清华, 乔友林, 等. 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.
- [20] 中华医学会肿瘤学分会, 中华医学会杂志社. 中华医学会肺癌临床诊疗指南 (2023 版) [J]. *中华医学杂志*, 2023, 103 (27): 2037-2074. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20230510-00767.
- [21] National Lung Screening Trial Research Team, ABERLE D R, ADAMS A M, et al. Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening [J]. *N Engl J Med*, 2011, 365 (5): 395-409. DOI: 10.1056/NEJMoa1102873.
- [22] DE KONING H J, VAN DER AALST C M, DE JONG P A, et al. Reduced lung-cancer mortality with volume CT screening in a randomized trial [J]. *N Engl J Med*, 2020, 382 (6): 503-513. DOI: 10.1056/NEJMoa1911793.
- [23] CLARK M A, GORELICK J J, SICKS J D, et al. The relations between false positive and negative screens and smoking cessation and relapse in the national lung screening trial: implications for public health [J]. *Nicotine Tob Res*, 2016, 18 (1): 17-24. DOI: 10.1093/ntr/ntv037.

(收稿日期: 2023-11-12; 修回日期: 2023-12-15)

(本文编辑: 崔莎)