

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.21.011

低剂量螺旋 CT 联合血清 miR-106b-5p、miR-760 诊断早期肺癌的临床价值*

孙 娅¹, 高 健¹, 潘锦炎¹, 顾李华²

1. 东部战区总医院第一派驻门诊部, 江苏南京 210000; 2. 江苏省如东县中医院影像科, 江苏南通 226400

摘要:目的 探讨低剂量螺旋 CT(LDCT)联合血清 miR-106b-5p、miR-760 检测诊断早期肺癌的临床价值。方法 选取 2021 年 8 月至 2024 年 7 月在东部战区总医院第一派驻门诊部诊治的 68 例肺癌患者作为肺癌组,另选取同期在东部战区总医院就诊的 192 例肺结节患者作为良性组。所有患者均进行 LDCT 检查,采用实时荧光定量反转录聚合酶链反应检测血清 miR-106b-5p、miR-760 表达水平。采用多因素 Logistic 回归分析早期肺癌的影响因素。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 miR-106b-5p、miR-760 诊断早期肺癌的最佳截断值。采用诊断四格表分析 LDCT 检查联合血清 miR-106b-5p、miR-760 检测与病理检查诊断早期肺癌的效能。**结果** 肺癌组有肺部感染史占比、CT 值、miR-106b-5p 表达水平高于良性组,miR-760 表达水平低于良性组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,CT 值、miR-106b-5p 表达水平升高是早期肺癌发生的危险因素($P<0.05$),miR-760 表达水平升高是早期肺癌发生的保护因素($P<0.05$)。ROC 曲线分析结果显示,血清 miR-106b-5p、miR-760 单独诊断早期肺癌的最佳截断值分别为 1.153、0.924。LDCT 检查联合血清 miR-106b-5p、miR-760 诊断早期肺癌的准确率为 88.85%,灵敏度为 79.41%,特异度为 92.19%。三者联合诊断早期肺癌的特异度和准确率高于 LDCT、miR-106b-5p、miR-760 单独诊断的特异度和准确率($P<0.05$),三者联合诊断的灵敏度低于 LDCT 及血清 miR-106b-5p 单独诊断的灵敏度($P<0.05$)。**结论** 肺癌组 miR-106b-5p 表达水平升高、miR-760 表达水平降低,LDCT 联合血清 miR-106b-5p、miR-760 对诊断早期肺癌具有一定的价值,为临床诊断提供了理论依据。

关键词:肺癌; 低剂量螺旋 CT; miR-106b-5p; miR-760; 诊断价值**中图法分类号:**R446.1;R734.2**文献标志码:**A**文章编号:**1672-9455(2025)21-2943-06

Clinical value of low-dose spiral CT combined with serum miR-106b-5p and miR-760 in the diagnosis of early lung cancer*

SUN Ya¹, GAO Jian¹, PAN Jinyan¹, GU Lihua²

1. The First Department of Accredited Outpatient, General Hospital of Eastern Theater Command, Nanjing, Jiangsu 210000, China; 2. Department of Imaging, Rudong Hospital of Traditional Chinese Medicine, Nantong, Jiangsu 226400, China

Abstract: **Objective** To investigate the clinical value of low-dose spiral CT (LDCT) combined with serum miR-106b-5p and miR-760 in the diagnosis of early lung cancer. **Methods** A total of 68 patients with lung cancer who were diagnosed and treated in the First Department of Accredited Outpatient in the General Hospital of Eastern Theater Command from August 2021 to July 2024 were selected as the lung cancer group, and patients with pulmonary nodules who were treated in the General Hospital of Eastern Theater Command during the same period were selected as the benign group. All patients underwent LDCT examination, and the serum expression levels of miR-106b-5p and miR-760 were detected by real-time fluorescent quantitative reverse transcription polymerase chain reaction. Multivariate Logistic regression was used to analyze the risk factors of early lung cancer. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the optimal cut-off value of serum miR-106b-5p and miR-760 for the occurrence of early lung cancer. Efficacy of LDCT combined with serum miR-106b-5p, miR-760 detection and pathological examination in the diagnosis of early lung cancer by diagnosing the four-grid table. **Results** The proportion of patients with a history of pulmonary infection, CT value and miR-106b-5p expression level in the lung cancer group were higher than those in the benign group,

* 基金项目:江苏省南通市卫生健康委员会科研课题(MSZ2022093)。

作者简介:孙娅,女,技师,主要从事放射医学技术方向的研究。

引用格式:孙娅,高健,潘锦炎,等.低剂量螺旋 CT 联合血清 miR-106b-5p、miR-760 诊断早期肺癌的临床价值[J].检验医学与临床,2025,22(21):2943-2948.

and the miR-760 expression level in the lung cancer group was lower than that in the benign group, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that increased CT value and miR-106b-5p expression level were risk factors for early lung cancer ($P<0.05$), and increased miR-760 expression level was an independent protective factor for early lung cancer ($P<0.05$). ROC curve analysis showed that the optimal cut-off values of serum miR-106b-5p and miR-760 for the diagnosis of early lung cancer were 1.153 and 0.924 respectively. The accuracy of LDCT combined with serum miR-106b-5p and miR-760 in the diagnosis of early lung cancer was 88.85%, the sensitivity was 79.41%, and the specificity was 92.19%. The specificity and accuracy of the combination of the three in the diagnosis of early lung cancer were higher than those of serum miR-106b-5p or miR-760 alone ($P<0.05$). The sensitivity of the combined diagnosis of the three was lower than that of LDCT or miR-106b-5p alone ($P<0.05$). **Conclusion** The expression level of miR-106b-5p is increased and the expression level of miR-760 is decreased in lung cancer group. LDCT combined with serum miR-106b-5p and miR-760 has a certain value in the diagnosis of early lung cancer, which provides a theoretical basis for clinical diagnosis.

Key words: lung cancer; low dose spiral CT; miR-106b-5p; miR-760; diagnostic value

肺癌是起源于肺部支气管黏膜或腺体的恶性肿瘤,是全球常见的癌症,也是癌症死亡的主要原因,吸烟是肺癌发生的主要因素,环境、慢性疾病和遗传因素也会导致肺癌发生^[1]。由于肺癌早期症状不明显,发现时多为晚期,导致患者整体预后较差,5 年生存率仅为 20% 左右,但早期肺癌 5 年生存率达到 90%^[2]。因此,早期诊断并治疗对延长生存期至关重要。

低剂量螺旋 CT(LDCT)在保持对病变部位诊断准确性的同时,降低受检者接收的辐射剂量,常用于大规模人群的体检筛查,是早期发现肺癌的有效方法。但由于辐射剂量降低,图像噪声可能增加,导致图像分辨率降低,可能出现漏诊或误诊的情况^[3]。微小 RNA(miRNA)是小的单链非编码 RNA 分子,通过与靶信使 RNA(mRNA)结合发挥其生物学功能。作为转录后调节剂,miRNA 会损害其靶 mRNA 的稳定性,从而导致翻译抑制。多种 miRNA 与癌症发生、发展过程有关,可作为诊断癌症的潜在标志物^[4]。miR-106b-5p 在癌症中发挥促癌基因的作用,可以靶向抗增殖因子 3 和免疫球蛋白超家族成员 10,促进肺癌细胞增殖,推测 miR-106b-5p 在肺癌病情进展中具

有一定作用^[5]。miR-760 也参与调节肺癌细胞的增殖、迁移和侵袭,有望成为肺癌的检测靶点及新型生物标志物^[6]。本研究将 LDCT 与肺癌相关 miRNA 联合,以期为临床诊断和治疗早期肺癌提供依据。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2021 年 8 月至 2024 年 7 月在东部战区总医院第一派驻门诊部诊治的 68 例肺癌患者作为肺癌组。纳入标准:(1)符合《中华医学会肿瘤学分会肺癌临床诊疗指南(2021 版)》中肺癌的诊断标准^[7],且经过病理检查确诊为早期肺癌;(2)进行 LDCT,无 CT 禁忌证;(3)首诊,未接受过任何肺部治疗;(4)病历资料完整。排除标准:(1)认知能力差,无法配合完成各项检查;(2)重要脏器功能不全;(3)合并其他肿瘤;(4)合并支气管扩张、肺气肿等肺部疾病。另选取同期在东部战区总医院就诊的 192 例肺结节患者作为良性组。2 组性别、年龄等一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),有可比性,见表 1。本研究经东部战区总医院医学伦理委员会批准(DBZQZY2021-07-01),所有参与者签署知情同意书。

表 1 2 组一般资料比较[n(%)或 $\bar{x}\pm s$]

组别	<i>n</i>	性别(男)	年龄(岁)	体质量指数 (kg/m ²)	吸烟(是)	饮酒(是)	合并糖尿病 (是)	合并高血压 (是)	合并高脂血症 (是)
良性组	192	125(65.10)	65.83±7.64	22.57±2.31	112(58.33)	84(43.75)	46(23.96)	63(32.81)	37(19.27)
肺癌组	68	42(61.76)	66.24±8.27	22.38±2.36	45(66.18)	37(54.41)	18(26.47)	24(35.29)	15(22.06)
χ^2/t		0.244	−0.372	0.580	1.291	2.294	0.171	0.139	0.244
<i>P</i>		0.622	0.710	0.563	0.256	0.130	0.679	0.709	0.621

1.2 方法

1.2.1 资料收集 收集所有患者肺部感染史、癌症家族史资料。

1.2.2 LDCT 检查 检查前患者遵医嘱摘除身上所

有金属物品,做好呼吸准备。检查时,患者采取仰卧位,医生使用西门子 SOMATOM go Top64 排 128 层螺旋 CT 进行胸部扫描(管电压 120 KV,管电流 47 mA),在患者吸气结束屏住呼吸时完成扫描,期间患

者需保持不动以确保图像质量。报告包括结节/肿瘤位置、性质、最大径等。阳性结果判定标准:(1)具有恶性征象,包括毛刺、分叶等;(2)存在肺实变伴纵膈淋巴结肿大等其他疑似恶性病变;(3)非钙化结节,最大径>5 mm 或存在部分实性、不规则边缘等可疑形态,存在 1 处上述异常即为阳性。阴性结果判定标准:未发现上述任何可疑特征。结果判读由 2 位影像科医师完成,当存在不同意见时,共同协商或请教第 3 位经验丰富的主任医师进行判断,降低主观误差,确保阴阳性判断的准确性和一致性。

1.2.3 血清指标检测 采集患者入组次日、LDCT 检查前空腹状态下外周血 5 mL,采用 Fresco 21 离心

机(德国赛默飞公司)以 3 000 r/min 离心 15 min,取上清液,置于一 80 ℃ 环境中保存待检。采用实时荧光定量反转录聚合酶链反应(qRT-PCR)仪(上海碧云天生物技术有限公司,型号:D7268S)检测 miR-106b-5p、miR-760 表达水平,以血清为材料,用 Trizol 试剂盒(上海碧云天生物技术有限公司,货号:R0091S)提取 RNA 后,采用反转录试剂盒[宝日医生物技术(北京)有限公司,货号:RR037B]反转录为互补 DNA(cDNA),根据模版进行扩增,以 U6 为内参,引物序列见表 2,通过 $2^{-\Delta\Delta Ct}$ 法计算 miR-106b-5p、miR-760 表达水平。

表 2 qRT-PCR 引物序列(5'-3')

基因	正向引物	反向引物
miR-106b-5p	TAAAGTGCTGACAGTGCAGAT	GCGAAGAGGTGACAGTGCAGAT
miR-760	TCCACCTGCGGGGTGGA AATT	TCTAGAGAAATCTTTGAATGCCAAG
U6	GCTGGACTCTAGGGTGCAAG	GAGCATACCAGGTGGTAGTAG

1.3 统计学处理 采用 SPSS25.0 统计软件分析数据。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,2 组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验;采用多因素 Logistic 回归分析早期肺癌发生的影响因素;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 miR-106b-5p、miR-760 诊断早期肺癌发生的最佳截断值;采用诊断四格表分析 LDCT 检查联合血清 miR-106b-5p、miR-760 检测与病理检查诊断早期肺癌的效能。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 2 组临床资料比较 肺癌组有肺部感染史占比、

CT 值、miR-106b-5p 表达水平高于良性组,miR-760 表达水平低于良性组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 3。

2.2 多因素 Logistic 回归分析早期肺癌发生的影响因素 以患者是否发生早期肺癌(0=否,1=是)为因变量,将表 2 中差异有统计学意义的肺部感染史(0=否,1=是)、CT 值(原值输入)、miR-106b-5p(原值输入)、miR-760(原值输入)为自变量进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示,CT 值、miR-106b-5p 表达水平升高是早期肺癌发生的危险因素($P < 0.05$),miR-760 表达水平升高是早期肺癌发生的保护因素($P < 0.05$)。见表 4。

表 3 2 组临床资料比较[n(%)或 $\bar{x} \pm s$]

项目	良性组($n=192$)	肺癌组($n=68$)	χ^2/t	P
性别(男)	125(65.10)	42(61.76)	0.244	0.622
年龄(岁)	65.83±7.64	66.24±8.27	0.372	0.710
体质量指数(kg/m ²)	22.57±2.31	22.38±2.36	0.580	0.563
抽烟(是)	112(58.33)	45(66.18)	1.291	0.256
饮酒(是)	84(43.75)	37(54.41)	2.294	0.130
合并糖尿病(是)	46(23.96)	18(26.47)	0.171	0.679
合并高血压(是)	63(32.81)	24(35.29)	0.139	0.709
合并高脂血症(是)	37(19.27)	15(22.06)	0.244	0.621
肺部感染史(有)	21(10.94)	16(23.53)	6.523	0.011
癌症家族史(有)	5(2.60)	4(5.88)	1.615	0.204
结节/肿瘤位置			0.463	0.496
左侧	108(56.25)	35(51.47)		
右侧	84(43.75)	33(48.53)		

续表 3 2 组临床资料比较[$n(\%)$ 或 $\bar{x}\pm s$]

项目	良性组($n=192$)	肺癌组($n=68$)	χ^2/t	P
结节/肿瘤性质			4.276	0.118
亚实性	57(29.69)	18(26.47)		
实性	94(48.96)	27(39.71)		
纯磨玻璃	41(21.35)	23(33.82)		
结节/肿瘤最大径(mm)	15.27±4.28	16.34±5.14	1.678	0.095
CT 值(Hu)	26.58±8.37	38.21±12.62	8.536	<0.001
miR-106b-5p	1.02±0.18	1.27±0.35	7.500	<0.001
miR-760	1.04±0.26	0.85±0.21	5.429	<0.001

表 4 多因素 Logistic 回归分析早期肺癌发生的影响因素

因素	β	SE	$Wald\chi^2$	P	OR	OR 的 95% CI
肺部感染史	0.421	0.254	2.752	0.097	1.524	0.926~2.507
CT 值	0.474	0.231	4.217	0.040	1.607	1.022~2.527
miR-106b-5p	0.486	0.215	5.099	0.024	1.625	1.066~2.477
miR-760	-0.488	0.226	4.658	0.031	0.614	0.394~0.956
常数项	-3.218	1.047	8.473	0.002	0.019	—

注:—表示无数据。

2.3 血清 miR-106b-5p、miR-760 诊断早期肺癌的最佳截断值 以是否发生早期肺癌为状态变量(否=0,是=1),以血清 miR-106b-5p、miR-760 为检验变量,进行 ROC 曲线分析。结果显示,血清 miR-106b-5p、miR-760 单独诊断早期肺癌的最佳截断值分别为 1.153、0.924。

2.4 LDCT 联合血清 miR-106b-5p、miR-760 检测与病理检查诊断早期肺癌的效能 血清 miR-106b-5p>1.153、miR-760<0.924 时判定为早期肺癌(阳性),LDCT 与血清 miR-106b-5p、miR-760 联合为串联。LDCT 联合血清 miR-106b-5p、miR-760 诊断早期肺癌的准确率为 88.85%,灵敏度为 79.41%,特异度为 92.19%。三者联合诊断早期肺癌的灵敏度低于 LDCT 及血清 miR-106b-5p 单独诊断的灵敏度($P<0.05$),三者联合诊断的准确率和特异度高于 LDCT、miR-106b-5p、miR-760 单独诊断的准确率和特异度($P<0.05$)。见表 5~9。

表 5 LDCT 检查与病理检查诊断早期肺癌的结果(n)

LDCT	病理诊断结果		合计
	阳性	阴性	
阳性	61	48	109
阴性	7	144	151
合计	68	192	260

表 6 血清 miR-106b-5p 检测与病理检查诊断早期肺癌的结果(n)

miR-106b-5p	病理诊断结果		合计
	阳性	阴性	
阳性	55	27	82
阴性	13	165	178
合计	68	192	260

表 7 血清 miR-760 检测与病理检查诊断早期肺癌的结果(n)

miR-760	病理诊断结果		合计
	阳性	阴性	
阳性	54	67	121
阴性	14	125	139
合计	68	192	260

表 8 LDCT 联合血清 miR-106b-5p、miR-760 检测与病理检查诊断早期肺癌的结果(n)

三者联合	病理诊断结果		合计
	阳性	阴性	
阳性	54	15	69
阴性	14	177	191
合计	68	192	260

表 9 LDCT 检查及血清 miR-106b-5p、miR-760 检测
单独及联合对早期肺癌的诊断效能

诊断方法	准确率(%)	灵敏度(%)	特异度(%)
LDCT	78.85 ^a	89.71 ^a	75.00 ^a
miR-106b-5p	84.62 ^a	80.88 ^a	85.94 ^a
miR-760	68.85 ^a	79.41	65.10 ^a
三者联合	88.85	79.41	92.19

注：与三者联合诊断比较，^a*P*＜0.05。

3 讨 论

肺癌是恶性肿瘤发病率和病死率升高的第 1 大原因，根据组织学类型，肺癌分为非小细胞癌（NSCLC）和小细胞癌，NSCLC 约占肺癌的 85%，主要包括肺腺癌和肺鳞状细胞癌^[8-9]。肺癌发生、发展过程较为复杂，既与内在因素（基因突变、转录变异等）有关，也与外在因素（吸烟、空气污染等）有关，近年来虽然肿瘤标志物等诊断方法和手术、化疗、放疗、靶向治疗等治疗方法快速发展，但肺癌患者的 5 年生存率仍然很低，原因在于肺癌前期症状（咳嗽、胸痛等）不明显，发现时已进入晚期阶段，导致患者整体生存率较低^[10-11]。研究发现，衰老细胞表现出促炎性衰老相关分泌表型，这种表型会促进癌症发展^[12]。因此，随着人口老龄化进展，肺癌发病率也会不断升高，因此，早期诊断肺癌发生有助延长患者生存时间，降低病死率。

LDCT 胸部成像在肺癌二级预防中的作用已得到广泛应用，研究发现，与胸部 X 线片相比，LDCT 提升了肺癌的早期筛查率，使肺癌病死率总体降低 20%^[13-14]。数据显示，更频繁的 LDCT 筛查及筛查年龄较大患者与肺癌病死率降低相关，每年进行 1 次 LDCT 筛查可使 5 年肺癌病死率降低 27.27%~29.07%，而一次性筛查可使 5 年肺癌病死率降低 5.56%~5.83%，综合考虑国家医疗支出和 LDCT 筛查效果发现，在普通人群 50 岁开始每年进行 LDCT 筛查最具成本效益^[15-16]。陈锁等^[17]以病理活检为金标准，比较 LDCT 检查和常规 CT 检查对肺部良恶性结节的诊断价值，发现二者从灵敏度、特异度和准确度比较均无差异，值得推广。本研究中，LDCT 检查单独诊断早期肺癌的准确率尚可，提示 LDCT 诊断早期肺癌具有一定临床价值。胡蓉^[18]研究发现，肺癌组 CT 值高于良性组，与肿瘤标志物联合诊断效能优于单独诊断。本研究中，肺癌组肺部感染史占比、CT 值均高于良性组，CT 值升高是早期肺癌发生的危险因素，LDCT 检查单独诊断早期肺癌具有一定的价值。提示，LDCT 能为肺癌的早期诊断和治疗提供参考。

miRNA 是内源性小分子非编码 RNA，通过结合靶基因 3'-非翻译区中的互补序列，负向调节 mRNA 稳定性、抑制 mRNA 翻译。大多数 miRNA 以组织特

异性方式发挥肿瘤抑制因子或促癌基因的作用，而失调的 miRNA 表达与人类癌症的发生和进展密切相关^[19]。食管鳞状细胞癌样本中 miR-106b-5p 过度表达，能够促进细胞增殖、集落形成、黏附、迁移和侵袭，并诱导细胞周期进展，有望成为食管癌诊断和治疗的靶点^[20]。环状 RNA SLC8A1 在 NSCLC 组织和细胞系中下调，过表达可抑制癌细胞的增殖和侵袭。进一步研究发现，它能与 miR-106b-5p 结合并抑制 NSCLC 细胞中 miR-106b-5p 的表达，该通路有可能成为 NSCLC 治疗的有效靶点^[21]。本研究中，肺癌组血清 miR-106b-5p 表达水平高于良性组，其表达水平升高是早期肺癌发生的危险因素。提示，miR-106b-5p 可能通过参与癌细胞增殖和侵袭加速肺癌进展，其表达水平越高，肺癌发生风险也越高。本研究还发现，血清 miR-106b-5p 单独诊断早期肺癌的特异度较高，提示血清 miR-106b-5p 对早期肺癌具有一定的诊断价值，可与其他因子联合后应用于临床诊断早期肺癌。

miR-760 在多种癌症中下调，可作为癌症检测的潜在预后标志物。前列腺癌组织中 miR-760 表达水平低于正常组织，功能试验表明，其表达下调能够促进癌细胞的增殖和生长，相反，表达上调抑制了癌细胞的增殖^[22]。胶质瘤组织和细胞系中 miR-760 表达水平也明显降低，其表达水平升高对胶质瘤细胞系的增殖、迁移和侵袭能力产生了抑制作用，生物信息学分析揭示了 miR-760 参与并抑制基质金属蛋白酶 2 表达能力，从而促进了神经胶质瘤进展^[23]。肺癌中 miR-760 低表达，miR-760 模拟物能够抑制癌细胞生长、侵袭和迁移，还可以通过下调吡哆胺 2,3-双加氧酶 1 来抑制 CD8⁺T 细胞凋亡，为开发治疗肺癌的新型疫苗疗法奠定了基础^[24]。本研究结果与前人研究一致，肺癌组血清 miR-760 表达水平低于良性组，其表达水平降低是早期肺癌发生的危险因素。提示血清 miR-760 表达水平降低可能破坏了机体免疫平衡，加速了肺癌进展，其表达水平越低，肺癌发生风险越高。据报道，miR-106b-5p 和 miR-760 对 NSCLC 患者对疾病分期和预后具有较高的预测潜力，可用于指导临床治疗^[25]。诊断四格表分析结果显示，LDCT 检查联合血清 miR-106b-5p、miR-760 诊断早期肺癌的准确率和特异度均高于各自单独诊断，表明三者联合对诊断早期肺癌具有更高价值，可辅助医师团队对肺结节患者癌变风险进行评估，提前做好应对措施，延长患者生存期。

综上所述，早期肺癌患者血清 miR-106b-5p 表达水平升高，miR-760 表达水平下降，二者是早期肺癌发生的影响因素，LDCT、miR-106b-5p、miR-760 检测联合诊断早期肺癌具有较好的临床应用前景。本研

究不足之处在于入组的病例数较少,最终确诊的早期肺癌患者较少,这对研究结果可能造成一定的影响,后期可增加样本量进一步验证本研究结果。

参考文献

[1] KORDIAK J, BIELEC F, JABŁONSKI S, et al. Role of beta-carotene in lung cancer primary chemoprevention; a systematic review with Meta-analysis and Meta-regression[J]. *Nutrients*, 2022, 14(7): 1361-1368.

[2] LI M Y, LIU L Z, DONG M. Progress on pivotal role and application of exosome in lung cancer carcinogenesis, diagnosis, therapy and prognosis[J]. *Mol Cancer*, 2021, 20(1): 22-28.

[3] LI E L, MA A L, WANG T, et al. Low-dose versus standard-dose computed tomography-guided biopsy for pulmonary nodules; a randomized controlled trial [J]. *J Cardiothorac Surg*, 2023, 18(1): 86-92.

[4] ZU L, HE J, ZHOU N, et al. Identification of multiple organ metastasis-associated hub mRNA/miRNA signatures in non-small cell lung cancer[J]. *Cell Death Dis*, 2023, 14(12): 798-804.

[5] LING B, LIAO X, TANG Q, et al. MicroRNA-106b-5p inhibits growth and progression of lung adenocarcinoma cells by downregulating IGSF10[J]. *Aging (Albany NY)*, 2021, 13(14): 18740-18756.

[6] HUANG X, HUANG M, CHEN M, et al. LncRNA SLC9A3-AS1 promotes oncogenesis of nsclc via sponging microRNA-760 and may serve as a prognosis predictor of NSCLC patients[J]. *Cancer Manag Res*, 2022, 14(9): 1087-1098.

[7] 中华医学会肿瘤学分会, 中华医学会杂志社. 中华医学会肿瘤学分会肺癌临床诊疗指南(2021 版)[J]. *中华肿瘤杂志*, 2021, 43(6): 591-621.

[8] ZHANG J, WANG S, ZHOU Z, et al. Unpleasant symptoms of immunotherapy for people with lung cancer: a mixed-method study[J]. *Int J Nurs Stud*, 2023, 13(9): 104430-104435.

[9] 夏前之, 咸嫫, 何超, 等. 18F-FDG PET/CT 代谢参数在单发骨转移非小细胞肺癌患者中的预后价值[J]. *标记免疫分析与临床*, 2025, 32(3): 532-567.

[10] WANG C, TAN S, LI J, et al. CircRNAs in lung cancer: pathogenesis, function and clinical implication[J]. *Cancer Lett*, 2020, 24(9): 106-115.

[11] 彭喜娜, 白倩, 皇甫乐双. 中药辅助卡瑞利珠单抗联合白蛋白紫杉醇三线及以上方案治疗晚期非小细胞肺癌的临床研究[J]. *实用癌症杂志*, 2025, 40(1): 142-146.

[12] 白宇翔, 姜树华, 袁龙琪, 等. 动态增强磁共振成像联合低剂量 CT 辅助人工智能诊断肺恶性肿瘤的应用价值分析[J]. *中国医疗器械信息*, 2025, 31(2): 126-128.

[13] JHA S K, DE RUBIS G, DEVKOTA S R, et al. Cellular senescence in lung cancer: molecular mechanisms and

therapeutic interventions[J]. *Ageing Res Rev*, 2024, 97(10): 2315-2327.

[14] 李天一, 郑渊杰, 滕熠, 等. 1990—2021 年全球及中国肺癌疾病负担变化趋势及因素分解[J]. *中国肿瘤*, 2025, 34(5): 355-367.

[15] LANCASTER H L, HEUVELMANS M A, OUDKERK M. Low-dose computed tomography lung cancer screening: clinical evidence and implementation research[J]. *J Intern Med*, 2022, 292(1): 68-80.

[16] ZENG X, ZHOU Z, LUO X, et al. Lung cancer screening with low-dose computed tomography: national expenditures and cost-effectiveness [J]. *Front Public Health*, 2022, 29(10): 97550-97557.

[17] 陈锁, 江河利, 徐江. 低剂量螺旋 CT 用于肺部良恶性结节的诊断价值[J]. *中国辐射卫生*, 2024, 33(4): 454-458.

[18] 胡蓉. 低剂量多层螺旋 CT 联合肿瘤标志物在肺炎性结节与肺癌鉴别诊断中的应用价值[J]. *影像研究与医学应用*, 2024, 8(13): 86-89.

[19] LIANG G, MENG W, HUANG X, et al. MiR-196b-5p-mediated downregulation of TSPAN12 and GATA6 promotes tumor progression in non-small cell lung cancer [J]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2020, 117(8): 4347-4357.

[20] YANG F, SUN Z, WANG D, et al. MiR-106b-5p regulates esophageal squamous cell carcinoma progression by binding to HPGD[J]. *BMC Cancer*, 2022, 22(1): 308-315.

[21] YONG W, DENG S, TAN Y, et al. Circular RNA circSLC8A1 inhibits the proliferation and invasion of non-small cell lung cancer cells through targeting the miR-106b-5p /FOXJ3 axis[J]. *Cell Cycle*, 2021, 20(24): 2597-2606.

[22] WANG S, YANG Y, CAO Y D, et al. Androgen downregulation of miR-760 promotes prostate cancer cell growth by regulating IL-6[J]. *Asian J Androl*, 2021, 23(1): 85-90.

[23] QIAN Z, XIN H, JIA Z, et al. MiR-760 exerts a critical regulatory role in glioma proliferation, migration, and invasion by modulating MMP2 expression[J]. *J Cancer*, 2024, 15(10): 3076-3084.

[24] GE H, WANG L, CHEN W, et al. Mechanism of miR-760 reversing lung cancer immune escape by downregulating ido1 and eliminating regulatory T cells based on mathematical biology[J]. *Comput Math Methods Med*, 2022, 14(18): 2960-2967.

[25] EL-AAL A E A, ELSHAFEI A, ISMAIL M Y, et al. Identification of miR-106b-5p, miR-601, and miR-760 expression and their clinical values in non-small cell lung cancer (NSCLC) patients' serum[J]. *Pathol Res Pract*, 2023, 24(8): 154663-154671.