专家共识 DOI：10.13406/j.cnki.cyxb.003594

肺癌筛查低剂量CT检查技术规范——专家共识


吕发金

康承欣[1]，付彬洁[1]，吕发金[1]，李真林[2]，余建明[3]，雷子乔[3]，付海鸿[4]，马新武[5]，赵雁鸣[6]，刘　杰[7]，周高峰[8]，牛延涛[9]，康　庄[10]，暴云锋[11]，路　青[12]，尹建东[13]

（1.重庆医科大学附属第一医院放射科，重庆　400016；2.四川大学华西临床医学院医学技术学院，成都　610000；3.华中科技大学同济医学院附属协和医院放射科，武汉　430000；4.中国医学科学院北京协和医院放射科，北京　100000；5.山东第一医科大学附属省立医院医学影像科，济南　250000；6.哈尔滨医科大学附属第二医院心内科心血管影像中心，哈尔滨　150000；7.郑州大学第一附属医院放射科，郑州　450000；8.中南大学湘雅医院放射科，长沙　410000；9.首都医科大学附属北京同仁医院放射科，北京　100000；10.中山大学附属第三医院放射科，延安　716000；11.河北省人民医院医学影像科，石家庄　050000；12.同济大学附属东方医院/上海市东方医院影像科，上海　200000；13.中国医科大学附属盛京医院放射科，沈阳　110000）

【摘　要】目的：提供一个规范化的肺癌筛查胸部低剂量CT（low-dose computed tomography，LDCT）检查方案，合理、规范地应用胸部LDCT检查技术，为胸部LDCT应用于肺结节的检出和诊断提供指导。**方法：**由中华医学会影像技术分会专家团队共同参与了肺癌筛查胸部LDCT检查技术规范的制定工作。根据近年来国内外LDCT肺癌筛查进展，结合我国肺癌流行病学特征，在检查适用对象、扫描技术参数、辐射剂量范围、图像质量控制标准等方面进行讨论，共同制定了本共识。**结果：**本共识定义肺癌筛查胸部LDCT的有效辐射剂量应≤1 mSv，并将受检者身体质量指数（body mass index，BMI）按照<18.5 kg/m^2、18.5~24.9 kg/m^2、≥25 kg/m^{2}分为小BMI、中BMI和大BMI人群，推荐其管电压分别为≤100 kV、100~、120 kV，管电流量分别为20 mAs、30 mAs、30 mAs。重建卷积核建议为标准或中等大小。根据椎体棘突标志制定扫描范围，即当受检者BMI≥21 kg/m^{2}时，扫描范围可从T1棘突上缘至T12棘突下缘，BMI<21 kg/m^{2}时，扫描范围可控制为T1棘突上缘至L1棘突下缘；于深吸气末屏气扫描；推荐采用多平面重组、10 mm层厚最大密度投影、3 mm层厚最小密度投影、多层面容积重建进行图像后处理。**结论：**本文对肺癌筛查胸部LDCT检查技术达成了全流程技术规范共识，有助于不同医疗机构之间同质化扫描，提升影像结果互认。

【关键词】肺癌筛查；低辐射剂量；CT检查规范

【中图分类号】R734.2；R816.41　　**【文献标志码】**B　　**【收稿日期】**2024-07-12

Technical specifications for low-dose computed tomography for lung cancer screening：expert consensus

Kang Chengxin[1]，*Fu Binjie*[1]，*Lü Fajin*[1]，*Li Zhenli*[2]，*Yu Jianming*[3]，*Lei Ziqiao*[3]，*Fu haihong*[4]，*Ma Xinwu*[5]，*Zhao Yanming*[6]，*Liu Jie*[7]，*Zhou Gaofeng*[8]，*Niu Yantao*[9]，*Kang Zhuang*[10]，*Bao Yunfeng*[11]，*Lu Qing*[12]，*Yin Jiandong*[13]

（*1. Department of Radiology，The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University；2. School of Medical Technology，West China Clinical Medical College，Sichuan University；3. Department of Radiology，Union Hospital，Tongji Medical College，Huazhong University of Science and Technology；4. Department of Radiology，Peking Union Medical College Hospital，Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College；5. Department of Radiology，Shandong Provincial Hospital Affiliated to Shandong First Medical University；6. Cardiovascular Imaging Center，Department of Cardiology，the Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University；7. Department of Radiology，*

作者介绍：康承欣，Email：13509412241@163.com，研究方向：超低剂量胸部CT检查技术。

通信作者：吕发金，主任医师、教授、博导；重医附一院放射科主任兼医学影像技术学系主任。荣获2021年重庆医科大学“钱惠名师”、2024年重医附一院“卓越名医”等。现任中华医学会影像技术分会副主委、重庆市医师协会放射医师分会会长等。擅长肺结节、骨质疏松影像学诊断与鉴别诊断。主持及参与国家级、省部级科研项目10余项；在国内外期刊以第一作者及通信作者发表SCI论文100余篇。主编《医学影像技术学导论》、参编《医学影像诊断学》等教材与专著10余部。Email：fajinlv@163.com。

基金项目：重庆市技术创新与应用发展专项重点资助项目（编号：CSTC2021jscx-gksb-N0030）；重庆市科卫联合医学科研资助项目（编号：2022ZDXM006）。

优先出版：https://link.cnki.net/urlid/50.1046.r.20241023.0947.004（2024-10-24）

The First Affiliated Hospital of Zhengzhou University; 8. Department of Radiology, Xiangya Hospital Central South University; 9. Department of Radiology, Beijing Tongren Hospital. Capital Medical University; 10. Department of Radiology, The Third Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University; 11. Department of Radiology, Hebei Province General Hospital; 12. Department of Radiology, East Hospital Affiliated to Tongji University / Shanghai East Hospital; 13. Department of Radiology, Shengjing Hospital Affiliated to China Medical University）

【Abstract】*Objective*: To propose a standardized low-dose computed tomography (LDCT) protocol for lung cancer screening, and to provide guidance for rational and standardized application of LDCT for the detection and diagnosis of pulmonary nodules. ***Methods*:** The experts from the Chinese Society of Imaging Technology participated in the formulation of technical specifications for LDCT lung cancer screening. This consensus was based on recent advances on LDCT lung cancer screening at home and abroad and the epidemiology of lung cancer in China, covering the applicable scope, scanning parameters, range of radiation dose, and image quality control standards. ***Results*:** This consensus specifies that the effective dose of LDCT for lung cancer screening should be less than or equal to 1 mSv. According to the body mass index (BMI) of examinees, for small BMI (<18.5 kg/m^2), medium BMI (18.5-24.9 kg/m^2), and large BMI (≥25 kg/m^2), the recommended tube voltages are ≤100 kV, 100~120 kV, and 120 kV, respectively, and the recommended tube currents are 20 mAs, 30 mAs, and 30 mAs, respectively. The reconstruction kernel is recommended to be standard or medium. Using the vertebral spinous processes as landmarks, the scanning range should be from the upper edge of the T1 spinous process to the lower edge of the T12 spinous process for examinees with BMI ≥21 kg/m^2 and from the upper edge of the T1 spinous process to the lower edge of the L1 spinous process for those with BMI <21 kg/m^2. Scanning should be performed using the breath-hold technique at the end of deep inspiration. The recommended image post-processing methods include multi-planar reconstruction, 10-mm maximum intensity projection, 3 mm minimum intensity projection, and multi-slice volume reconstruction. ***Conclusion*:** This expert consensus on the whole process of LDCT for lung cancer screening can facilitate homogeneous scanning across different medical institutions, improving the mutual recognition of imaging results.

【Key words】lung cancer screening; low radiation dose; CT examination specifications

肺癌是全球发病率和死亡率最高的肿瘤[1]。尽管吸烟人数逐渐减少、城市空气质量有所提高，但考虑到从暴露到癌症发展的时间间隔为数年，在未来几十年中，肺癌仍将是中国发病率和死亡率第一的肿瘤[2-3]。有效筛查和早期诊断能显著改善肺癌的预后，减少肺癌的死亡率。目前，胸部低剂量CT（low-dose computed tomography，LDCT）是肺癌最主要的筛查方法。与胸部X线片相比较，采用LDCT对高危人群进行年度筛查可使肺癌的死亡率下降20%[4]。

中国肺癌低剂量CT筛查指南（2023年版）结合国内外肺癌筛查指南与研究，更新并制定了符合中国国情的肺癌筛查方案。但对LDCT的检查方案缺乏详细的技术参数和流程管理，临床实施上仍难以做到规范统一[5]。

目前，CT厂商众多，不同设备的硬件结构、扫描方法、重建算法及图像后处理技术存在差异，缺乏统一、规范化的CT扫描及质控管理方案，对于胸部LDCT检查，不同医疗机构之间难以达成影像结果互认。同时，辐射剂量控制问题、图像三维后处理问题、胶片打印及图像质量控制等问题，也亟须形成共识。因此，推出肺癌筛查LDCT检查技术规范专家共识是十分必要的。

1 胸部LDCT定义

胸部LDCT是指通过优化扫描参数来实现辐射剂量的降低，并能清晰地显示肺组织解剖结构、纵隔器官形态及周围组织间隙的CT检查方式。结合国内外的研究和指南，综合我国的具体情况，本共识推荐肺癌筛查LDCT（16层及以上多排螺旋CT）的有效辐射剂量（effective dose，ED）应≤1 mSv[6]。

2 肺癌筛查胸部LDCT高危人群及筛查间隔

本共识参考了美国肺癌筛查试验（National Lung Screening Trial，NLST）[7]，美国国立综合癌症网络（National Comprehensive Cancer Network，NCCN）指南[8]，美国预防服务工作组（United States Preventive Services Task Force，USPSTF）[9]和中国肺癌低剂量CT筛查指南[5,10]，根据年龄和吸烟史选择高危人群，并进行相应的调整。

鉴于我国肺癌发病因素与国外存在差异[11]，本共识建议满足以下条件之一的个体应进行胸部LDCT筛查：①年龄40~80岁；②吸烟≥15年或被动吸烟≥20年，戒烟时间不超过15年；③长期职业致癌物暴露史；④一级、二级亲属存在肺癌病史。

本共识建议高危人群进行年度筛查。此外，自愿筛查的小于40岁基线人群也可考虑在内，根据肿瘤生长规律，无异常者可5年筛查1次，至40岁以后进入年度筛查。

3 肺癌筛查胸部LDCT扫描技术操作规范

3.1 扫描前准备

3.1.1 信息确认 扫描人员应仔细阅读申请单，明确检查部位，并核对受检者信息。

3.1.2 处理胸部影响图像质量的衣饰。

3.1.3 呼吸训练 对受检者进行呼吸训练，确保在扫描过程中，受检者能在深吸气末屏气维持7~10 s，以避免呼吸运动伪影。

3.1.4 受检者制动 扫描过程中，受检者须保持不动，若受检者无法配合可采取适当辅助制动措施。

3.1.5 解释工作 扫描人员应向受检者说明检查过程中检查床移动和产生扫描噪声情况，并告知扫描所需时间，消除受检者的紧张心理。

3.1.6 辐射防护 对辐射敏感部位进行必要的辐射防护。

3.2 体位及定位像

3.2.1 体位 ①常规体位：受检者头先进，仰卧位。正中矢状面垂直于扫描床，并与床面长轴中线重合。双上肢自然上举，若上肢上举困难可自然置于身体两侧，但需避免肘关节与胸椎在同一层面，同时适当增加扫描视野（field of view，FOV）范围以包含双上臂。②特殊体位：驼背患者、病灶贴近后胸壁胸膜下者、鉴别少量胸腔积液与胸膜肥厚者，可采取俯卧位。

3.2.2 定位像 中心定位线对准人体正中矢状线，侧位定位线对准腋中线。定位像扫描范围为下颌骨下方至肝脏中份。具有天眼自动摆位功能的CT设备定位操作可参照设备操作手册进行。

3.3 扫描与重建技术参数

3.3.1 辐射剂量 本共识推荐肺癌筛查LDCT的ED≤1 mSv。由于受检人群体型差异大，需要根据受检者体型进行不同剂量扫描。中国肺癌低剂量CT筛查指南（2023年版）以身体质量指数（body mass index，BMI）为30 kg/m^{2}为界，将总剂量分别控制在不大于0.2 mSv和0.5 mSv[5]。考虑到中国人群平均体质量较美国低，本共识根据最新BMI分类标准推荐相应的有效剂量[12]，并进行相应的有效剂量推荐见表1。

表1 不同BMI受检者有效剂量推荐

BMI（kg/m^2）	有效剂量（mSv）
小BMI（<18.5）	0.2~0.3
中BMI（18.5~24.9）	0.3~0.8
大BMI（≥25）	≤1.5

3.3.2 扫描范围 常规从肺尖至肋膈角下2 cm，可保证覆盖全肺扫描。为更好控制辐射剂量，本共识建议根据椎体棘突标志制定扫描范围。当受检者BMI≥21 kg/m^{2}时，扫描范围可从T1棘突上缘至T12棘突下缘；BMI<21 kg/m^{2}时，扫描范围可控制为T1棘突上缘至L1棘突下缘[13]。

3.3.3 扫描参数 由于CT机型众多，扫描方式、重建算法等存在差异，本共识推荐了关键扫描参数范围及重建算法供参考（表2）。

推荐使用螺旋扫描，转速通常≤0.6 s/r。为了避免图像信息丢失，特别是一些微小的病灶，螺距应不大于1。对于屏气配合困难者，可适当加大螺距，缩短扫描时间，以减少呼吸运动伪影。管电压应根据受检者的BMI来选择以保证X射线的穿透性。管电流推荐根据受检者的BMI来选择。对于提供自动管电流调制技术的设备，可通过该技术调节管电流以达到降低剂量的目的。对于BMI过大人群，推荐参数不适用的情况下，可根据实际情况适当增加管电流量。

3.3.4 图像重建 LDCT曝光条件远低于常规CT，会产生较大的噪声，迭代重建（iterative reconstruction，IR）算法是目前使用较多的CT降噪方法，因此，对于提供IR算法的设备，推荐使用适当比例的IR算法提高图像质量。

为了提高微小病变的检出率及微小结构的观察，本共识建议薄层重建层厚及层间隔均为1 mm。重建卷积核选择为标准，根据需要可增加肺算法和软组织算法[15]。胶片打印推荐重建5 mm层厚及层间距的肺窗和纵隔窗图像。

近年来，人工智能及计算机辅助检测（computer-aided detection，CAD）在LDCT图像降噪、肺结节的检测和诊断中广泛应用，一些CT设备使用基于深度学习的卷积神经网络进行图像重建或降噪以提高图像质量[16]，如TrueFidelity（TFI）和Advanced intelligent Clear-IQ Engine（AiCE）等，本共识推荐应尽量使用。

表2 肺癌筛查胸部LDCT扫描及重建参数

项目	参数设置
扫描方式	螺旋扫描
转速（s/r）	≤0.6
螺距	0.8~1.0
管电压（kV）	小BMI：≤100
	中BMI：100～120
	大BMI：120
参考/平均管电流量（mAs）	小BMI：20
	中BMI：30
	大BMI：30
自动管电流调制技术	是
FOV	胸壁皮肤外缘1 cm
重建卷积核	标准或中等大小卷积核
层厚（mm）	1.0
层间距（mm）	1.0
肺窗	窗宽1 200~1 500 HU
	窗位-400~-600 HU
纵隔窗	窗宽350~450 HU
	窗位40~60 HU

4 图像后处理

除在原始图像（图 1A）上观察病变外，建议选择适当的 CT 三维后处理更清晰地显示肺结节与周围结构的关系和结节的内部特征。常用三维后处理的方法包括多平面重组（multi planar reconstruction，MPR）、最大密度投影（maximum intensity projection，MIP）、最小密度投影（minimum intensity projection，MinIP）、多层面容积重建（multi planar volume reconstruction，MPVR）等。

显示血管的纵向走向，提高肺结节特别是小实性结节的检出率，共识推荐使用 MIP 后处理技术。突出显示低密度病灶，抑制高密度背景干扰，提高磨玻璃结节、亚实性结节的检测率，推荐使用 MinIP 后处理技术。MIP 和 MinIP 的层厚选择是关键，推荐使用 10 mm 层厚的 MIP（图 1B）和 3 mm 层厚的 MinIP 重建（图 1E），结合 CAD 或人工智能软件识别不同类型的肺结节，可进一步提高检测效率并减少漏诊率[17]。对病变的准确定位和细微结构观察，特别是显示结节与血管的关系，推荐使用 MPR 重建，进行三维容积的任意方位导航，显示轴位、矢状位和冠状位及任意斜位层面（图 1D）。同时显示软组织、血管和骨骼，显示结节与周围血管的关系，观察肺结节分叶、毛刺等征象，推荐使用 MPVR 重建技术，MPVR 可使用所有体素数据生成具有深度和伪彩的三维立体图像，分辨率高，调整其阈值可设立观察模板，显示结节周围渗出和内部浸润成分，有利于良恶性的判断，提高诊断准确性（图 1C、F）。

5 图像打印

5.1 窗宽与窗位

图像打印采用双窗技术：肺窗（窗宽 1 500~1 600 HU，窗位 −400~−600 HU）和纵隔窗（窗宽 350~450 HU，窗位 40~60 HU）。肺窗主要显示肺组织及其病变，纵隔窗主要显示纵隔结构及其病变，观察病变内部结构，如钙化、脂肪和含气成分等。存在片状影、块状影及结节病灶时，可手动调整窗宽与窗位，选择最佳的中间窗观察。

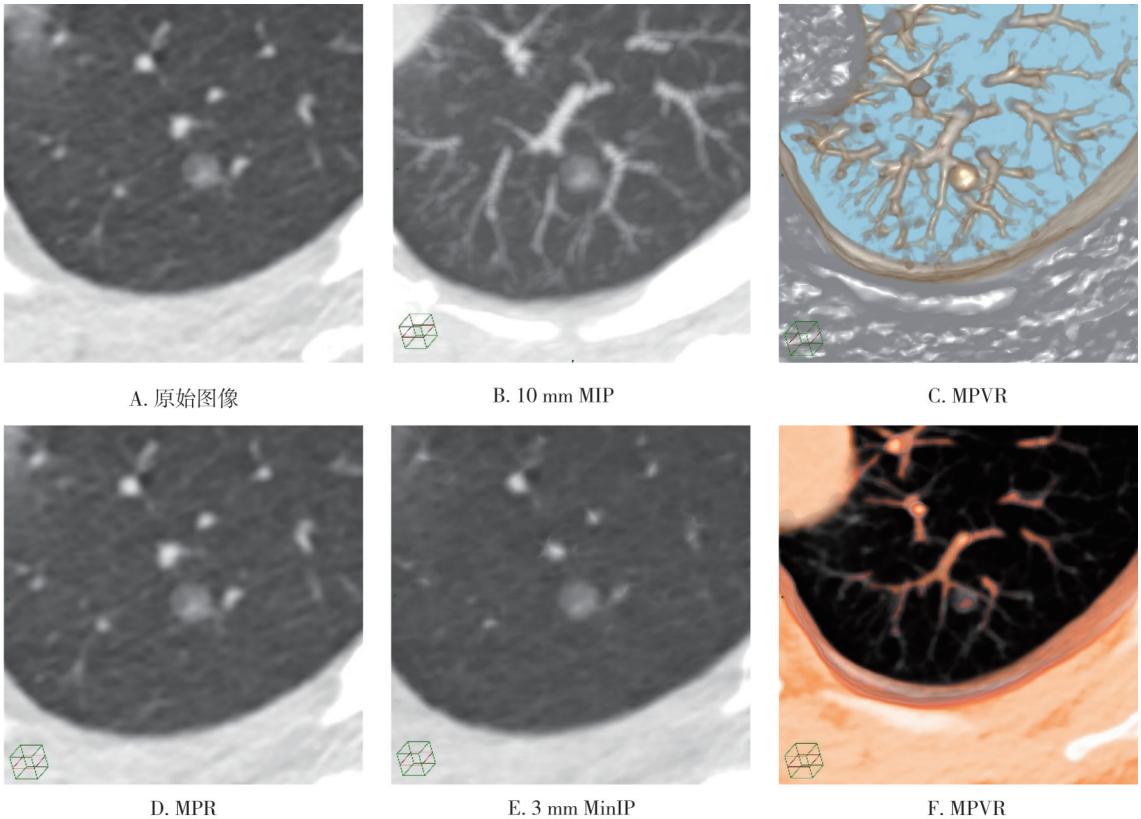
5.2 图像排版

5.2.1 普通胶片 推荐选用 5 mm 层厚肺窗和纵隔窗图像打印图像。定位像位于打印胶片的第一幅，按解剖从上到下，先肺窗后纵隔窗的顺序排列。

肺窗图像在保证肺组织显示完全的前提下可适当放大；纵隔窗图像应涵盖整个胸廓。

建议打印 2 张胶片，按图像数量设置 6×7，6×8 或 7×8 分格，每张胶片图像数目尽量不能超过 50 幅，相同窗宽窗位图像显示在同一张胶片上。

5.2.2 肺结节重建胶片 孤立性结节重建排版应从整体到局部、突出显示结节内部结构和周围关系、联合应用多种后处理方法并按照 MPVR、MIP、MPR 的顺序。多发结节时，选



A. 原始图像　B. 10 mm MIP　C. MPVR

D. MPR　E. 3 mm MinIP　F. MPVR

图 1 CT 图像后处理技术对肺结节的特征显示

择具代表性的1～2个结节进行重建。重建图像打印4×5分隔，推荐彩色打印。

不同厂家的机器显示图像数目上限有所不同，打印人员可根据情况调整。

6 图像质量控制

6.1 标准图像要求

6.1.1 体位显示 胸廓居中，左右对称，前后胸壁平行于床面。

6.1.2 图像细节显示 胸部所有结构包括完全，上、下缘刚好包含肺尖与肺底；各组织层次分明，病灶显示清晰；图像背景噪声低，信噪比高；无异物伪影和运动伪影。

6.2 图像质量影响因素

图像质量受到以下因素影响：①受检者因素：体位不正、吸气不足、屏气不佳等；②检查前准备不充分；③图像质量参数：分辨率、噪声、伪影和部分容积效应等；④扫描技术参数：X线剂量、层厚、FOV和重建算法等；⑤设备因素：机器的安装、调试与校准等。

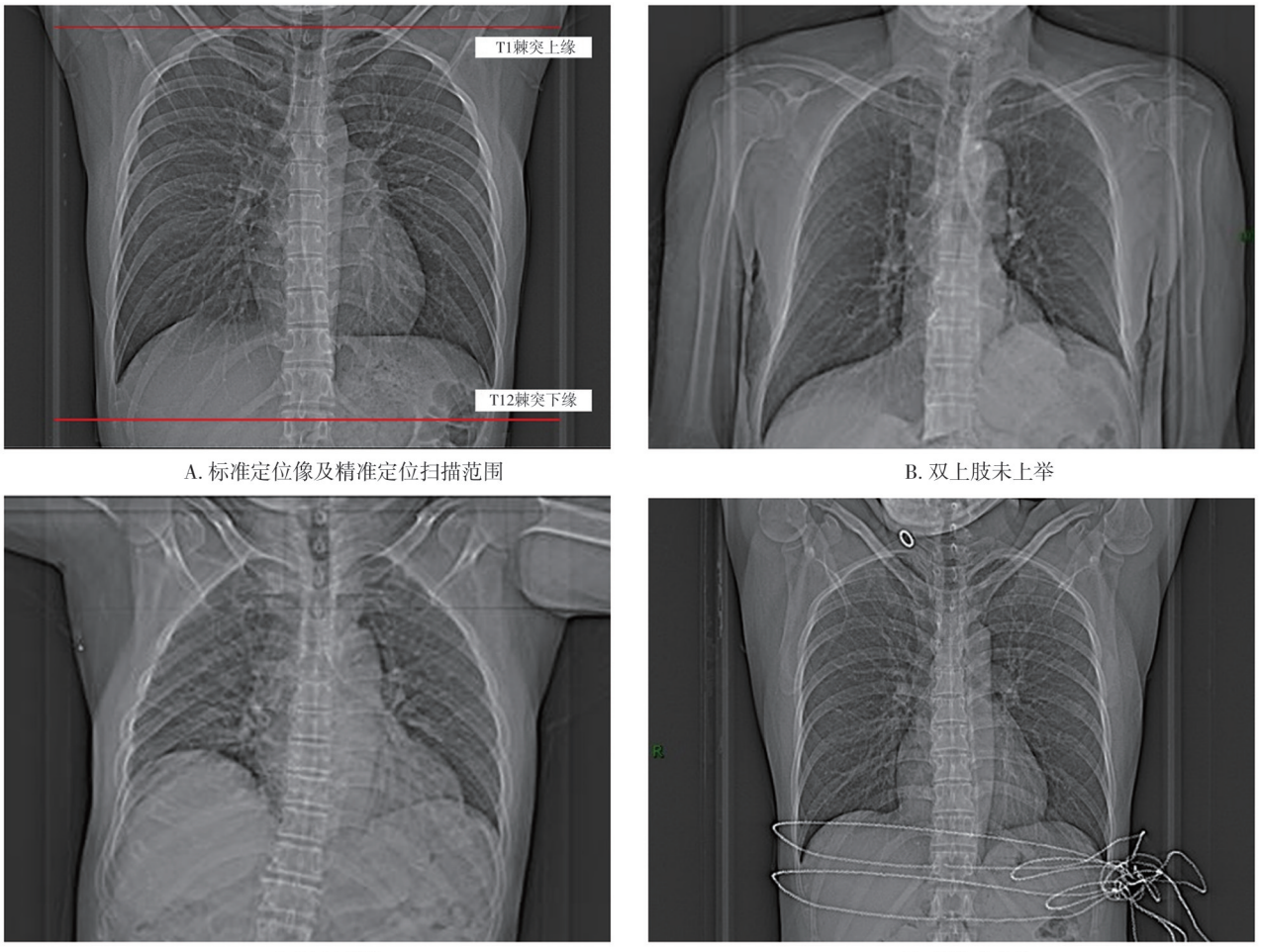
6.3 图像质量控制措施

为了保证LDCT的图像质量，本共识建议从以下方面着手。

6.3.1 重视摆位，精准定位 对受检者进行摆位时，使用设备定位指示灯，确保双定位线分别与人体正中矢状线和腋中线重合，避免体位偏斜和图像中心高度不当；起始线定于下颌角处，避免定位像过长或缺失；尽量嘱患者上肢上举，去除扫描范围内的异物，避免双臂或异物造成的线束硬化伪影（图2）。

6.3.2 注重呼吸训练，提高肺结构分辨率 无论设备性能如何，均须嘱受检者于深吸气末屏气曝光，必要时采取俯卧位扫描，以提高肺组织的结构分辨率，并避免吸气不充分或屏气失败导致片状磨玻璃等假象和运动伪影（图3）。

6.3.3 提高图像空间分辨率及密度（对比）分辨率，降低噪声 在扫描FOV不变的情况下，增加矩阵，减小层厚，可提高空间分辨率。采用标准或中等大小的卷积核重建，提高信噪比和密度分辨率，降低噪声。

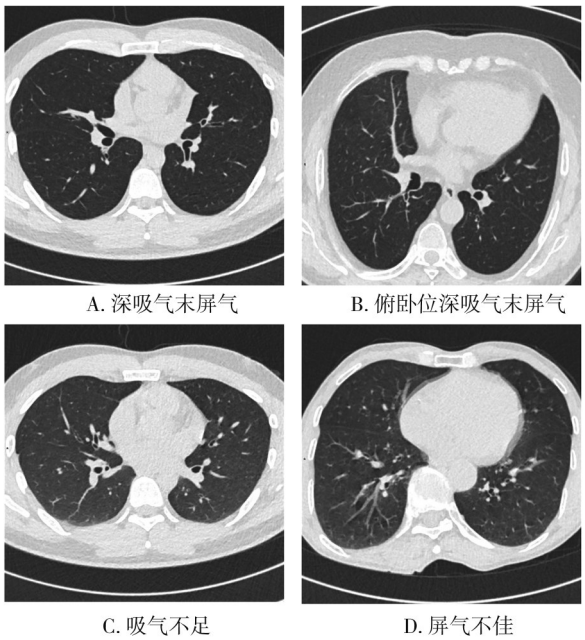


A. 标准定位像及精准定位扫描范围　B. 双上肢未上举

C. 体位歪斜　D. 异物未去除

注：标准定位扫描范围以BMI≥21 kg/m²为例

图2 肺癌筛查LDCT定位像示例图



A. 深吸气末屏气　B. 俯卧位深吸气末屏气

C. 吸气不足　D. 屏气不佳

图3　各呼吸状态肺癌筛查低剂量CT示例图

6.3.4　消除设备伪影　做好CT设备的日常维护，保持适宜的外部环境（温度、湿度等）。

6.3.5　减少部分容积效应　扫描层厚越薄，部分容积效应越小，较小病灶建议用薄层扫描（最佳扫描层厚为被扫病灶直径的一半）。测量CT值时，兴趣区要小，尽可能放置于病灶中心。

综上所述，随着肺癌筛查的普及，胸部低剂量CT的应用愈加广泛，并且在肺结节受检者的随访管理中发挥了重要作用。CT设备不断更新，朝着更快的扫描速度和更低的辐射剂量方向发展。放射技师应充分了解设备性能，规范扫描方案和参数，根据设备的特点在保证图像质量的前提下尽可能降低辐射剂量，促进不同设备扫描结果的一致性，为早日实现肺结节的精准诊断及影像结果互认奠定基础。

参　考　文　献

[1] Siegel RL, Miller KD, Jemal A. Cancer statistics, 2020[J]. CA Cancer J Clin, 2020, 70(1): 7-30.

[2] He SY, Li H, Cao MM, et al. Trends and risk factors of lung cancer in China[J]. Chin J Cancer Res, 2020, 32(6): 683-694.

[3] Sun DQ, Li H, Cao MM, et al. Cancer burden in China: trends, risk factors and prevention[J]. Cancer Biol Med, 2020, 17(4): 879-895.

[4] National Lung Screening Trial Research Team, Aberle DR, Adams AM, et al. Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening[J]. N Engl J Med, 2011, 365(5): 395-409.

[5] 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.

China national lung cancer screening guideline with low-dose computed tomography (2023 version)[J]. Chin J Lung Cancer, 2023, 26(1): 1-9.

[6] The American Association of Physicists in Medicine. Lung Cancer Screening CT Protocols Version 6.0[EB/OL]. [2024-07-04]. https://www.aapm.org/pubs/CTProtocols/documents/LungCancerScreeningCT.pdf.

[7] National Lung Screening Trial Research Team, Aberle DR, Berg CD, et al. The National Lung Screening Trial: overview and study design [J]. Radiology, 2011, 258(1): 243-253.

[8] Wood DE, Kazerooni EA, Baum SL, et al. Lung cancer screening, version 3.2018, NCCN clinical practice guidelines in oncology[J]. J Natl Compr Canc Netw, 2018, 16(4): 412-441.

[9] US Preventive Services Task Force, Krist AH, Davidson KW, et al. Screening for lung cancer: us preventive services task force recommendation statement[J]. JAMA, 2021, 325(10): 962-970.

[10] 周清华，范亚光，王　颖，等. 中国肺癌低剂量螺旋CT筛查指南（2018年版）[J]. 中国肺癌杂志, 2018, 21(2): 67-75.

Zhou QH, Fan YG, Wang Y, et al. China national lung cancer screening guideline with Low-dose computed tomography (2018 version)[J]. Chin J Lung Cancer, 2018, 21(2): 67-75.

[11] Yang DW, Liu Y, Bai CX, et al. Epidemiology of lung cancer and lung cancer screening programs in China and the United States[J]. Cancer Lett, 2020, 468: 82-87.

[12] Weir CB, Jan A. BMI classification percentile and cut off points [J]. 2023

[13] 梁张瑞，刘香伶，吕发金. 基于正位定位像精准制定胸部低剂量CT扫描范围的优势及方法初步研究[J]. 川北医学院学报, 2021, 36(9): 1146-1149.

Liang ZR, Liu XQ, Lü FJ. Advantages and methods of accurately determining the scanning coverage of chest low-dose CT based on the thoracic topogram: a preliminary study[J]. J N Sichuan Med Coll, 2021, 36(9): 1146-1149.

[14] The American College of Radiology. ACR-ASNR-SPR practice parameter for the performance of computed tomography (CT) of the extracranial head and neck[EB/OL]. [2024-07-04]. https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Practice-Parameters/CT-Head-Neck.pdf.

[15] Vonder M, Dorrius MD, Vliegenthart R. Latest CT technologies in lung cancer screening: protocols and radiation dose reduction[J]. Transl Lung Cancer Res, 2021, 10(2): 1154-1164.

[16] Jiang BB, Li NY, Shi XM, et al. Deep learning reconstruction shows better lung nodule detection for ultra-low-dose chest CT[J]. Radiology, 2022, 303(1): 202-212.

[17] Li WJ, Chu ZG, Zhang Y, et al. Effect of slab thickness on the detection of pulmonary nodules by use of CT maximum and minimum intensity projection[J]. AJR Am J Roentgenol, 2019, 213(3): 562-567.

（责任编辑：周一青）