

# 低剂量CT扫描在肺部结节检测中的临床应用研究

叶华震

景宁畲族自治县人民医院（县域医共体） 浙江 丽水 323500

**摘要：**本研究通过对比分析低剂量CT与常规CT在肺部结节检测中的效果，旨在深入探讨低剂量CT扫描在肺部结节检测中的具体应用。研究结果显示，低剂量CT扫描在显著降低患者辐射暴露风险的同时，保持了较高的图像质量和诊断效果，为肺部结节的早期筛查和诊断提供了有力支持。

**关键词：**低剂量CT；肺部结节；临床应用

## 引言

肺部结节是肺癌等呼吸系统疾病的重要早期表现之一。早期发现肺部结节对于提高肺癌等疾病的治愈率和生存率具有关键意义。然而，常规CT扫描虽然诊断准确性高，但其辐射剂量较大，限制了其在大规模人群筛查中的应用。低剂量CT扫描技术通过优化扫描参数，如降低管电压、减少管电流、增大螺距等，在降低辐射剂量的同时，保持了较高的图像质量和诊断效果，为肺部结节的早期筛查提供了一种更为安全、有效的手段。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究对象

本研究选取了2023年1月至2024年11月在本院进行肺部CT扫描的200例患者作为研究对象。这些患者来源广泛，包括无明显肺部症状但出于健康考虑主动接受CT检查的健康体检者，有咳嗽、咳痰、胸闷、气短等肺部症状且临床怀疑可能存在肺部疾病的患者，以及肺癌高危人群。肺癌高危人群具体包括长期吸烟者（烟龄超过10年，每日吸烟量不少于20支），有家族肺癌史者（直系亲属中有肺癌患者），或职业暴露于石棉、氡气等致癌物质者。所有入选患者均对研究目的、过程及可能的风险有充分了解，并自愿签署了知情同意书，同意在接受常规CT扫描的同时，也接受低剂量CT扫描。

### 1.2 扫描方法

#### 1.2.1 常规CT扫描

常规CT扫描采用本院先进的多层螺旋CT扫描仪进行。扫描参数设置方面，管电压固定为120kV，管电流则根据设备型号和患者体型在200-300mA范围内调整，以确保图像质量。层厚设置为5mm，螺距选择适中，以保证图像的连续性和清晰度。扫描范围从肺尖开始，连续扫描至肺底，确保整个肺部区域被完整覆盖。图像重建采用滤波反投影法（FBP），这是一种经典的图像重建算法，能够获得清晰的肺部结构图像，为临床诊断提供可

靠依据。

#### 1.2.2 低剂量CT扫描

低剂量CT扫描在常规CT扫描的基础上，通过优化扫描参数和采用先进的图像重建算法，显著降低辐射剂量，同时保证图像质量满足临床诊断需求。具体来说，管电压降低至100kV（或根据设备性能调整至更低但不影响诊断的电压），管电流减少至50-100mA（具体根据患者体型和扫描需求调整）。螺距适当增大，以减少辐射剂量和扫描时间。同时，采用迭代重建算法（IR），如自适应统计迭代重建（ASIR）、模型基迭代重建（MBIR）等，以提高图像质量，减少噪声和伪影。迭代重建算法通过模拟图像形成过程，对原始数据进行多次迭代处理，从而得到更加清晰、准确的图像<sup>[1]</sup>。此外，低剂量CT扫描的具体参数如管电压、管电流、螺距等，还会根据患者的具体情况（如体型、年龄、有无金属植入物等）和扫描设备的性能进行个性化调整，以确保扫描效果最佳。

### 1.3 图像分析与诊断

图像分析与诊断由两位经验丰富的放射科医师负责。他们分别独立对低剂量CT和常规CT图像进行分析，以确保诊断的客观性和准确性。在分析过程中，医师们需要详细记录肺结节的数量、大小（直径以毫米为单位进行精确测量）、形态（如圆形、椭圆形、不规则形等，并描述其边缘是否光滑、有无分叶等特征）、密度（实性、磨玻璃样、混合密度等）等特征。这些特征对于判断肺结节的良恶性具有重要意义。医师们还需要根据这些特征进行良恶性判断，并给出相应的诊断意见。为了确保诊断的准确性，本研究采用双盲法进行诊断复核。即两位医师在不知晓对方诊断结果的情况下，分别对低剂量CT和常规CT图像进行分析，并给出自己的诊断意见<sup>[2]</sup>。对于存在争议的病例，由第三位资深放射科医师进行最终裁决。这样可以确保诊断结果的客观性和准确

性，为临床研究提供可靠的数据支持。

#### 1.4 统计分析

本研究采用SPSS等专业的统计软件对收集到的数据进行统计分析。首先，比较低剂量CT和常规CT在肺部结节检测中的敏感性、特异性、准确性以及辐射剂量等指标。敏感性是指正确识别出真阳性病例的比例，即低剂量CT或常规CT能够准确检测出实际存在肺结节的病例数占总病例数的比例。特异性是指正确识别出真阴性病例的比例，即低剂量CT或常规CT能够准确排除实际不存在肺结节的病例数占总病例数的比例。准确性是指正确识别出所有病例的比例，即低剂量CT或常规CT能够准确检测出实际存在或不存在肺结节的病例数占总病例数的比例。辐射剂量则是通过测量低剂量CT和常规CT扫描过程中的辐射剂量，比较两者的辐射水平。此外，本研究还对低剂量CT扫描的图像质量进行主观评价和客观评估。主观评价由放射科医师对低剂量CT图像的质量进行打分，采用5分制评分法。1分表示图像模糊、噪声大、无法用于诊断；2分表示图像质量较差，但勉强可用于诊断；3分表示图像质量一般，可以满足基本诊断需求；4分表示图像质量较好，能够清晰显示肺部结构；5分表示图像质量优秀，完全满足诊断需求。客观评估则是通过计算图像噪声的标准差、对比度的平均值、分辨率的线对数等客观指标，对低剂量CT图像的质量进行量化评估。这些指标能够客观反映图像的质量水平，为临床研究提供有力的数据支持。

## 2 结果分析

### 2.1 辐射剂量比较

本研究对低剂量CT扫描和常规CT扫描的辐射剂量进行了详细比较。通过测量和计算，得到了两种扫描方式的平均辐射剂量以及辐射剂量降低比例，具体数据如表1所示：

表1 低剂量CT与常规CT辐射剂量比较

| 扫描方式    | 平均辐射剂量 (mSv) | 辐射剂量降低比例 |
|---------|--------------|----------|
| 常规CT扫描  | 7.2±1.5      | -        |
| 低剂量CT扫描 | 2.1±0.6      | 约70%     |

从表1中可以清晰地看出，低剂量CT扫描的平均辐射剂量仅为 $2.1 \pm 0.6$  mSv，而常规CT扫描的平均辐射剂量为 $7.2 \pm 1.5$  mSv。低剂量CT扫描的辐射剂量显著降低，仅为常规CT扫描的约30%，辐射剂量降低比例高达约70%。这一结果充分证明了低剂量CT扫描在显著降低患者辐射暴露风险方面具有显著优势，对于需要频繁进行CT检查的患者来说，低剂量CT扫描无疑是一个更加安全、可行的选择。

### 2.2 图像质量与诊断效果

尽管低剂量CT的辐射剂量大幅降低，但仍然对其图像质量和诊断效果进行了严格评估。通过对比低剂量CT和常规CT图像，发现低剂量CT图像中肺部结节的数量、大小、形态、密度等特征均能够清晰显示，与常规CT图像无明显差异。为了进一步量化低剂量CT扫描的诊断效果，计算了其敏感性、特异性、准确性等指标，并与常规CT扫描进行了比较，具体数据如表2所示：

表2 低剂量CT与常规CT在肺部结节检测中的诊断效果比较

| 扫描方式    | 敏感性 (%) | 特异性 (%) | 准确性 (%) |
|---------|---------|---------|---------|
| 常规CT扫描  | 90.0    | 92.0    | 91.0    |
| 低剂量CT扫描 | 88.0    | 91.0    | 90.0    |

从表2中可以看出，低剂量CT扫描在肺部结节检测中的敏感性为88.0%，特异性为91.0%，准确性为90.0%，与常规CT扫描的敏感性（90.0%）、特异性（92.0%）、准确性（91.0%）相比，均无明显差异（ $P > 0.05$ ）。这一结果表明，低剂量CT扫描在保证图像质量的同时，能够保持较高的诊断效果，完全满足临床诊断的需求。

### 2.3 图像质量主观评价与客观评估

为了更全面地评估低剂量CT扫描的图像质量，进行了主观评价和客观评估。主观评价由经验丰富的放射科医师对低剂量CT图像的质量进行打分，采用5分制评分法。客观评估则是通过计算图像噪声的标准差、对比度的平均值、分辨率的线对数等客观指标来量化图像质量。具体数据如表3所示：

表3 低剂量CT图像质量主观评价与客观评估

| 评价指标 | 主观评分 (均值±标准差) | 客观评估 (均值±标准差) |
|------|---------------|---------------|
| 图像噪声 | 2.1±0.4       | 13.2±2.5      |
| 对比度  | 4.2±0.6       | 0.85±0.12     |
| 分辨率  | 4.0±0.5       | 12.5±1.8      |

从表3中可以看出，低剂量CT图像的主观评分较高，噪声评分为 $2.1 \pm 0.4$ ，表明图像噪声较低，不会影响诊断。对比度和分辨率的评分分别为 $4.2 \pm 0.6$ 和 $4.0 \pm 0.5$ ，均表现出良好的性能，说明低剂量CT图像在对比度和分辨率方面均能满足临床诊断的需求。客观评估结果也进一步验证了低剂量CT图像的高质量。图像噪声的标准差为 $13.2 \pm 2.5$ ，相对较低，说明图像噪声控制得较好。对比度的平均值为 $0.85 \pm 0.12$ ，表明图像中不同组织之间的对比度较高，有利于区分病变组织和正常组织。分辨率的线对数为 $12.5 \pm 1.8$ ，说明低剂量CT图像具有较高的空间分辨率，能够清晰显示肺部细微结构。

## 3 讨论

### 3.1 低剂量CT扫描技术的优势

低剂量CT扫描技术，作为肺部结节早期筛查的利器，其核心优势在于能够在大幅降低辐射剂量的同时，保持图像质量和诊断效果的稳定性。这一技术的实现，得益于对扫描参数的精细调整以及先进图像重建算法的应用。传统CT扫描虽能提供高清图像，但辐射剂量较高，长期频繁检查可能对患者带来潜在风险。低剂量CT扫描则通过优化管电压、管电流等关键参数，以及采用迭代重建等高效算法，有效降低了辐射剂量，同时确保了图像的诊断价值。这不仅减轻了患者的辐射负担，也提高了筛查的安全性和可接受度<sup>[3]</sup>。低剂量CT扫描的迅速高效也是其显著优势之一。短暂的扫描过程减少了患者的不适感，提高了检查的依从性，尤其对于需要定期复查的患者来说，这一优势尤为重要。此外，低剂量CT扫描的广泛应用，有助于推动肺部结节的早期发现和治疗，对于提高肺癌患者的生存率具有重要意义。

### 3.2 低剂量CT扫描技术的局限性

尽管低剂量CT扫描技术具有诸多优势，但其图像质量在极低辐射剂量下仍受到一定限制。由于辐射剂量的降低，图像噪声可能会增加，导致部分微小结节的清晰度受到影响。在需要精确评估结节形态、密度等细节时，低剂量CT扫描可能无法满足临床需求。此时，医生可能需要结合常规CT或其他影像学检查手段进行辅助诊断。另外，低剂量CT扫描对于某些特殊类型的肺部结节，如磨玻璃结节的检出率可能略低于常规CT。磨玻璃结节因其特殊的病理特点和影像表现，对图像质量要求较高。低剂量CT扫描在这方面的局限性，需要临床医生在解读结果时予以充分考虑，并结合其他检查手段进行综合判断。

### 3.3 临床应用建议

针对肺癌高危人群，定期低剂量CT筛查是早期发现肺部结节的有效手段。对于长期吸烟、有家族肺癌史或职业暴露于致癌物质的人群，建议定期进行低剂量CT筛

查，以便及早发现肺部病变。对于已发现的肺部结节，应根据结节的特征和患者的具体情况制定个性化的随访和治疗方案。良性结节或生长缓慢的恶性结节可以选择随访观察，而恶性潜能较高或生长速度较快的结节则需要及时进行手术治疗。为了提高低剂量CT扫描的准确性和可靠性，临床医生需要不断积累应用经验，熟悉低剂量CT扫描的图像特点和诊断技巧<sup>[4]</sup>。同时，加强与患者的沟通，解释低剂量CT扫描的优势和局限性，提高患者的接受度和依从性。未来，随着技术的不断进步和应用经验的积累，低剂量CT扫描技术有望得到进一步优化和完善。通过改进扫描参数、图像重建算法等技术手段，提高其对微小结节的检出率和诊断准确性，为肺癌的早期发现和治疗提供更多有力支持。

### 结语

低剂量CT扫描技术在肺部结节检测中具有显著的临床应用价值。通过优化扫描参数和采用先进的图像重建算法，低剂量CT能够在保证图像质量和诊断效果的同时，显著降低患者的辐射暴露风险。本研究结果表明，低剂量CT扫描技术适用于肺部结节的早期筛查和随访监测。未来，应继续深入研究低剂量CT扫描的技术特点和临床应用效果，为肺部疾病的早期诊断和治疗提供更加安全、有效的手段。

### 参考文献

- [1]田聪.胸部低剂量CT扫描在肺结节方面的应用[J].中国医疗器械信息,2024,30(12):129-131.
- [2]李伟,樊皋,王冬梅.低剂量CT扫描在孤立性肺结节定性诊断中的应用价值[J].贵州医药,2023,47(05):786-787.
- [3]谷艳梅,郭静,田斌,等.胸部低剂量CT扫描在肺结节鉴别诊断中的应用[J].中国CT和MRI杂志,2022,20(09):55-57.
- [4]石锋,舒松,吴明,等.低剂量CT扫描在诊断直径<2.0cm孤立性肺结节的临床价值[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(07):67-69.