

论 著

# 不同管电压对相同CT物理剂量下CT图像质量的影响分析\*

魏 巍 孙西峰\*

宝鸡市人民医院医学影像科  
(陕西 宝鸡 721000)

**【摘要】目的** 探究不同管电压对相同CT物理剂量下CT图像质量的影响。**方法** 选取2020年9月~2022年9月期间,本院收治的78例需接受CT检查的肺部占位性病变患者作为研究对象,采用随机数表将上述研究对象分为高电压组(n=39)以及低电压组(n=39),高电压组患者接受相对较高(100kV)的管电压CT检查;低电压组患者接受相对较低(80kV)的管电压CT检查。记录上述两种不同管电压在相同CT物理剂量下CT图像的信噪比(SNR)、对比噪声比(CNR)、客观噪声(SD)、主观评分、肺动脉CT值(肺动脉主干、左侧肺动脉、右侧肺动脉)、容积CT质量指数(CTDIvol)、剂量长度乘积(DLP)、有效辐射剂量(ED)并进行比较。**结果** 低电压组同高电压组患者相比,图像质量参数(SNR、CNR、SD)差异无统计学意义(P>0.05);两组研究对象的在不同部位的肺动脉CT值差异无统计学意义(P>0.05);与此同时,高电压组患者辐射剂量参数(CTDIvol、DLP、ED)显著高于低电压组患者,差异存在统计学意义(P<0.05)。**结论** 在相同的CT物理剂量下,相对较低的管电压(80kV)同较高的管电压(100kV)的CT图像质量无明显差异,然而较低的管电压可降低患者接触的辐射剂量,在保证治疗效果的同时降低身体可能遭受的损害,因而具有较高的应用价值。

**【关键词】** 管电压; 占位性病变; CT检查; CT物理剂量; 扫描质量; 辐射剂量

**【中图分类号】** R322.3+5

**【文献标识码】** A

**【基金项目】** 陕西省自然科学基金基础研究计划项目(No.2020JM-663)

**DOI:**10.3969/j.issn.1672-5131.2026.02.050

# Analysis of Influence of Different Tube Voltages on CT Image Quality at the Same CT Physical Dose\*

WEI Wei, SUN Xi-feng\*

Department of Medical Imaging, Baoji People's Hospital, Baoji 721000, Shaanxi Province, China

## ABSTRACT

**Objective** To investigate the effects of different tube voltages on CT image quality at the same physical dose. **Methods** From September 2020 to September 2022, 78 patients with lung space-occupying lesions requiring CT examination in our hospital were selected as the study objects, and the subjects were divided into high voltage group (n=39) and low voltage group (n=39) by random number table. Patients in the high voltage group received CT examination with relatively high (100kV) tube voltage. Patients in the low-voltage group received a relatively low (80kV) tube voltage CT examination. The signal-to-noise ratio (SNR), contrast noise ratio (CNR), objective noise (SD), subjective score, pulmonary artery CT value (main pulmonary artery, left pulmonary artery, right pulmonary artery), volume CT quality index (CTDIvol), dose-length product (DLP), and effective radiation were recorded in the CT images of the above two different tube voltages under the same CT physical dose Doses (ED) were compared. **Results** There was no significant difference in image quality parameters (SNR, CNR, SD) between low voltage group and high voltage group (P>0.05). There was no significant difference in CT values of pulmonary artery between the two groups (P>0.05). At the same time, the radiation dose parameters (CTDIvol, DLP, ED) in the high voltage group were significantly higher than those in the low voltage group, with statistical significance (P<0.05). **Conclusion** Under the same CT physical dose, there is no significant difference in CT image quality between a relatively low tube voltage (80kV) and a relatively high tube voltage (100kV). However, a lower tube voltage can reduce the radiation dose exposed to patients and reduce the possible damage to the body while ensuring the treatment effect, so it has a high application value.

**Keywords:** Tube Voltage; Space Occupying Lesion; CT Examination; CT Physical Dose; Scanning Quality; Radiation Dose

CT检查的主要原理是利用X射线对患者的身体结构进行扫描并转换为图像信息进行输出,进而由放射科医生进一步诊断<sup>[1]</sup>。CT检查对多个脏器的病变诊断、鉴别诊断具有重要的应用价值,能够确定占位性病变的位置、大小、以及同周围组织的关系。采用CT对可疑病变部位进行检查,具有方便、迅速且快捷的作用,只需患者保持不动,即可顺利完成检查<sup>[2]</sup>。由于CT检查成像是来自吸收数据的转换,因此可进行后期图像处理,使其密度或灰度的调节适应与观察特定类型的组织以及病变<sup>[3]</sup>。然而,在使用CT检查的过程中,较高的辐射剂量可对正常机体造成一定的危害,继而导致患者致癌风险的提升<sup>[4]</sup>。因此,在确保CT图像质量的前提下,尽可能降低CT辐射剂量,对于减轻检查过程对患者机体的损伤具有重要意义。管电压是CT射线源输出能量的一个关键参数,通常情况下,较高的电压会产生更高的射线能量<sup>[5]</sup>。本研究旨在探究不同管电压对相同CT物理剂量下CT图像质量的影响分析,以期在接受CT检查患者电压剂量的选取发挥一定的参考价值。现报告如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取2020年9月至2022年9月期间,本院收治的78例需接受CT检查的各器官占位性病变患者作为研究对象。

**纳入标准:** 存在机体某脏器占位性病变(为方便研究统一为肺部)且有需要接受CT检查者;检查结论明确、资料齐全,经患者医师以及影像科医师评估结论无异议;年龄≥18周岁。排除标准:合并严重的器官功能障碍者;体内存在金属物置入者;存在其他CT检查禁忌者;精神状态异常者、配合能力低下者;上述研究对象对本研究内容知情且签署了知情同意书。采用随机数表将上述研究对象分为高电压组以及低电压组,其中高电压组(n=39)男性20例;女性19例;年龄范围38~67岁;平均年龄(52.36±7.24)岁;平均体质量指数(20.56±1.59)kg/m<sup>2</sup>;占位性病变平均直径(3.14±1.26)cm;最终确诊良性占位性病变31例;恶性占位性病变8例。低电压组(n=39)男性22例;女性17例;年龄范围37~69岁;平均年龄(53.67±8.14)岁;平均体质量指数(20.61±1.85)kg/m<sup>2</sup>;占位性病变平均直径(3.26±1.34)cm;最终确诊良性占位性病变28例;恶性占位性病变11例。两组一般资料无明显差异(P>0.05)。

**1.2 方法** 全部研究对象接受CT相同物理剂量下的CT检查。检测仪器选用飞利浦64排螺旋CT进行检查。两组研究对象采用不同的管电压强度(高电压组100kV;低电压组80kV)CT检查。进行检查前,患者在影像科医师的帮助下,平躺于床上,将上臂举起,深吸后屏气。扫描范围需涵盖整个肺部,从肺尖扫描至肺底,扫描机架旋转一周

**【第一作者】** 魏 巍,男,主管技师,主要研究方向:医学影像技术。E-mail: 309623302@qq.com

**【通讯作者】** 孙西峰,男,主管技师,主要研究方向:医学影像技术。E-mail: 16471613@qq.com

时间为0.4s, 螺距为1.173, 准直器为64×0.625mm, 矩阵为512×512, 层厚及层间距为5mm; 按照0.1mmol/kg的剂量经

患者肘前静脉注入碘海醇注射液, 再注入20mL的0.9%氯化钠溶液。在头臂静脉出现造影剂填充时启动扫描。

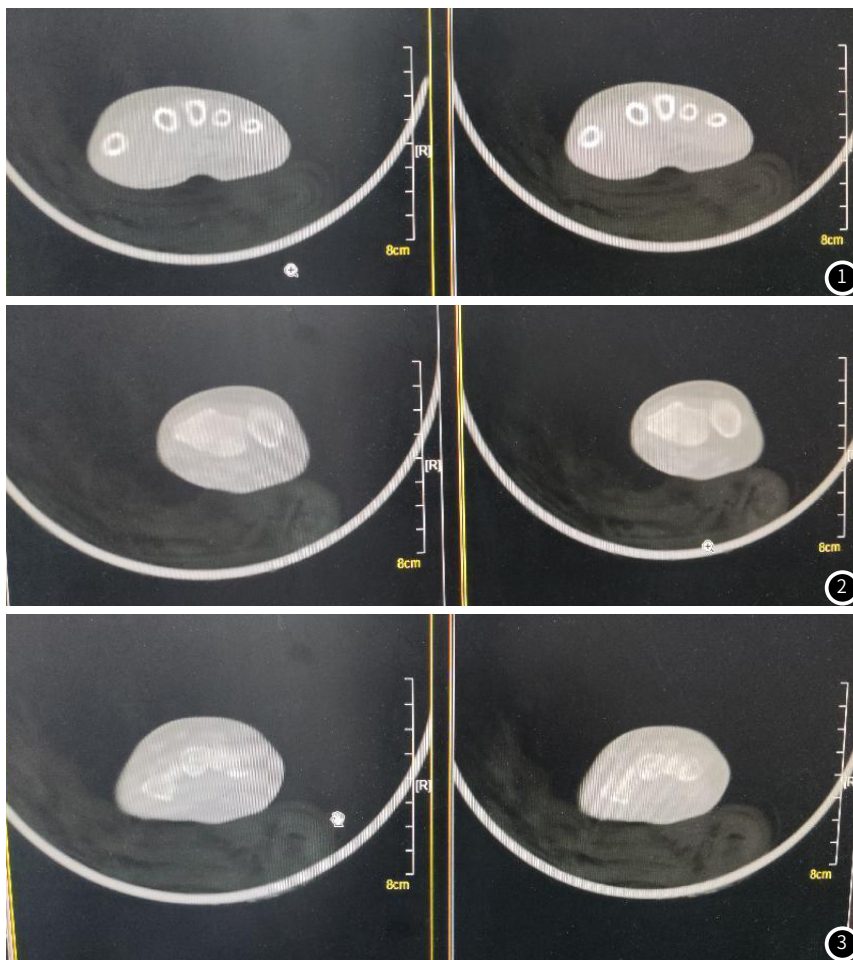


图1 同层面不同电压手部骨骼扫描图像对比。  
图2 同层面不同电压扫描图像对比(手部骨骼图像左侧高电压, 右侧低电压)。  
图3 同层面不同电压扫描图像对比(手部骨骼图像左侧高电压, 右侧低电压)。

**1.3 观察指标** (1)图像质量的比较: CT图像的信噪比(SNR)、对比噪声比(CNR)、客观噪声(SD)、主观评分; (2)肺动脉CT值(肺动脉主干、左肺动脉、右肺动脉); (3)辐射剂量的比较: 容积CT质量指数(CTDIvol)、剂量长度乘积(DLP)、有效辐射剂量(ED)。客观评价将图像上传至工作站, 进行自动处理并输出。图像质量的主观评价采用1~5分阶梯式评分法进行评价。评分越高表示图片质量越好。图像清晰无伪影、噪声较小、结节边缘清晰则给予5分评价; 图像存在轻度伪影和噪声、结节边缘清晰可见则给予4分评价; 图像质量一般, 存在中度伪影以及明显噪声、结节边缘较为模糊给予3分评价; 图像质量较差、存在重度伪影, 噪声大且结节边缘模糊但仍可辨认结节给予2分评价; 图像质量差、重度伪影及噪声及造成且结节不可见给予1分评价。上述评价指标由2名具有丰富临床工作经验(5年以上工作经验)的影像科医师共同完成, 为了确保研究结果的准确性, 两名医师在双盲的前提下进行评价。若后续发现两位医师在评价过程中存在较大分歧, 则

由第三位医师(5年以上临床工作经验)者介入并进行共同探讨。  
**1.4 统计学方法** 采用SPSS 21.0统计软件分析, 计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示, 采用t检验; 计数资料以率表示, 采用 $\chi^2$ 检验。 $P < 0.05$ 为有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 两组研究对象图像质量的比较** 对比结果显示, 低电压组同高电压组患者相比, 各图像质量参数(SD、SNR、CNR)差异无统计学意义( $P > 0.05$ ), 见表1。

**2.2 两组研究对象肺动脉CT值的比较** 对比结果显示, 两组研究对象的在肺动脉主干、左侧肺动脉、右侧肺动脉部位CT值比较结果显示, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ ), 见表2。

**2.3 两组研究对象辐射剂量的比较** 两组研究对象对比结果显示, 高电压组患者各项辐射剂量参数(CTDIvol、DLP、ED)显著高于低电压组患者, 差异存在统计学意义( $P < 0.05$ ), 见表3。

表1 两组研究对象图像质量的比较

组别	例数	SD	SNR	CNR	主观评价(分)
低电压组	39	15.31±4.26	38.22±7.24	36.57±7.14	2.38±0.58
高电压组	39	16.89±5.12	39.04±7.16	36.81±8.24	2.46±0.74
t		1.481	0.503	0.137	0.531
P		0.143	0.617	0.891	0.597

表2 两组研究对象不同部位的肺动脉CT值的比较(HU)

组别	例数	肺动脉主干	左侧肺动脉	右侧肺动脉
低电压组	39	506.34±89.36	492.55±108.25	486.27±114.36
高电压组	39	497.25±81.17	471.36±94.13	475.39±105.03
t		0.470	0.922	0.138
P		0.640	0.359	0.663

表3 两组研究对象的辐射剂量比较

组别	例数	CTDIvol(mGy)	DLP(mGy cm)	ED(mSv)
低电压组	39	3.94±1.53	139.26±7.34	1.62±0.45
高电压组	39	6.25±1.29	261.55±19.37	2.69±0.79
t		7.208	36.869	7.350
P		<0.001	<0.001	<0.001

### 3 讨论

影像学检查是评价肺部占位性病变性质、发展状态、边缘情况等基本情况的常见筛查方式<sup>[6]</sup>。CT影像学检查在机体各器官性质不明的占位性检查中具有十分广泛的应用,可清晰地展示病灶特点,不仅操作简单且无创。然而,伴随着群众健康意识的提升,CT辐射对人体的危害也开始获得大量患者以及影像学工作人员的重视。过量CT辐射可影响机体的血液系统,造成白细胞数量下降、人体免疫力低下、对多种疾病的易感性增加,部分患者还容易并发血液系统疾病、细胞癌变等<sup>[7-9]</sup>。与此同时,X线剂量的增加可能导致检查者承担的潜在辐射风险提升,可造成染色体破裂或基因突变,部分患者可发生癌症<sup>[10]</sup>。因此,在确保最佳疗效的前提下,对管电压强度进行控制进而降低患者遭受的辐射剂量具有较高的研究价值。本研究通过对比两种管电压强度下CT成像的图像质量、CT值以及辐射剂量展开分析研究,旨在为最佳管电压强度的选取提供参考。

研究结果显示,在高电压组(100kV)以及低电压组(80kV)两组研究对象的CT图像质量与CT值的差异无统计学意义。CT值代表组织对X线的线性吸收系数,是测定组织密度大小的剂量单位。CT值是X线衰减系数通过数学模型转换所得到的相对值,是测定组织密度大小的剂量单位,不同组织的CT值有所不同。对于肿瘤组织而言,CT值范围也较为宽泛,因为不同类型的肿瘤密度以及组织结构的情况亦有所不同,肿瘤的特点和位置分布也会对CT值造成一定的影响<sup>[11]</sup>。本研究结果显示,两组肺部不同部位CT值差异无统计学意义,表示采用不同的管电压进行CT检查,对相同组织的密度检查不会出现明显的区别。然而尹晓霞等学者<sup>[12]</sup>在研究分析中纳入了更高管电压(120kV)的研究对象,该研究结论显示,120kV管电压组的研究对象在特定部位的CT值同较低管电压的两组研究对象之间存在显著区别。然而,本研究受限于研究对象的局限性,未能对120kV管电压组患者展开研究。然而在80kV~100kV的管电压范围之内,相同组织检测结果所得的CT值之间尚无明显差异。表明,管电压在一定波动范围之内,不会对CT检查结果造成显著的影响。另外,两组研究对象的CT图像质量的对比结果显示,SD、SNR、CNR以及主观评分无明显差异。然而从数值上看,高电压组的图像质量参数高于低电压组,王慧芳等学者<sup>[13-14]</sup>也在其研究中指出,CT图像质量同管电压之间呈正比关系。然而在80kV~100kV的管电压范围内,反应在CT图像质量上的变化尚且不显著。

CT扫描物理剂量的相关参数主要包含权重剂量指数、旋转中心轴上空气吸收剂量以及剂量长度积。一般情况下,CT物理剂量越大,则低密度分辨率以及图像质量越高。两组研究对象对比结果显示,高电压组各项辐射剂量参数(CTDIvol、DLP、ED)显著高于低电压组,差异存在统计学意义。这表明,伴随着CT管电压从80kV提高至100kV,患者接受到的辐射剂量会出现显著的提升。由于较高的辐射剂量可能对患者机体造成负面影响,因此,在保证CT图像质量的前提下,可适当降低管电压强度。然而具体的电压应用范围还应根据患者疾病情况以及既往检查经验进行综合判断。王泽润等学者<sup>[15]</sup>在一项研究中指出,对于标准提醒的男性和女性受试者而言,接受超低剂量CT(ULD-CT)检查的辐射剂量分布为常规剂量CT(SD-CT)的6%以及11%,而降低管电压扫描方案可进一步降低辐射剂量,对于减轻由于辐射暴露造成的血液疾病以及癌变的风险具有较高的应用价值。另外,该研究还指出,在患者接受低管电压的CT检查时(管电压70kV)左右,可能会存在造

成较大等问题,在这种情况下,可通过迭代重建技术(ASIR-V)对其进行调控,即可实现在低剂量或低管电压的客观条件下,实现较高的图像质量,进而满足诊断的需要。由此可见,虽然调低CT管电压的过程可能对检测结果的图像以及CT值造成一定的影响,但在相对较小的电压范围之内,这种差异性尚且处于可控范围之内;从另一方面看,可通过ASIR-V等辅助技术对噪声以及成像情况进行控制,进而实现在较低管电压的CT参数下良好的视图效果,同时也可避免高辐射剂量对患者机体造成的负面影响,因而具有较高的应用价值。本研究的不足之处在于,研究所选取的病例数偏少,且未能对更高管电压剂量下的受试对象展开分析,更多结论还有待大样本数据以及进一步研究分析的证实。

综上所述,在相同的CT物理剂量下,相对较低的管电压(80kV)同较高的管电压(100kV)的CT图像质量无明显差异,然而较低的管电压可降低患者接触的辐射剂量,在保证治疗效果的同时降低身体可能遭受的损害,因而具有较高的应用价值。

### 参考文献

- [1] 吴先. 探讨CT增强扫描与支气管镜检查对肺部占位性病变的诊断价值[J]. 中国医疗器械信息, 2019, 25(2): 145-146.
- [2] 任燕. 彩色多普勒超声检查与CT检查诊断肝脏小占位性病变的效果对比[J]. 当代医药论丛, 2019, 17(16): 181-183.
- [3] 王俊, 曾庆华, 李永红, 等. CT影像学检查对肺部磨玻璃样小结节样良、恶性的鉴别诊断价值及影响因素分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(6): 62-64.
- [4] 何健, 王金屏, 吕良深, 等. Kar1迭代重建在降低胸部CT检查辐射剂量中的应用价值[J]. 医疗卫生装备, 2019, 40(4): 52-55.
- [5] 姚文杰, 边传振, 高峰, 等. DoseRight技术条件下探测器宽度和螺距对儿童气道异物CT检查辐射剂量及图像质量的影响[J]. 中国医学装备, 2020, 17(7): 30-34.
- [6] 罗珉皓, 单华. CT增强扫描与支气管镜检查对肺部占位性病变的诊断价值[J]. 生命科学仪器, 2022, 20(z1): 7, 9.
- [7] 吕蓉, 陈晨, 胡维娟, 等. CT值与管电流、管电压的关系以及图像噪声与辐射剂量的相关性研究[J]. 实用放射学杂志, 2020, 36(1): 123-127.
- [8] 刘强, 姜豪, 陈德一, 等. 肺肿瘤性磨玻璃结节平均CT值测量相关技术的影响因素研究[J]. 重庆医学, 2021, 50(20): 3482-3486.
- [9] 李海梅, 刘康, 隋岩, 等. 不同CT扫描条件对胸部模体实质性结节人工智能检出效率及辐射剂量的影响[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2023, 43(3): 216-221.
- [10] 张振明, 董险峰, 李立强等. 迭代算法不同管电压对肺栓塞患者肺动脉CT成像质量及辐射剂量的影响[J]. 中国医学装备, 2021, 18(06): 21-25.
- [11] 胡仕北, 何长久, 周鹏, 等. 低管电压联合低浓度对比剂对下肢动脉CT血管成像质量与辐射剂量的研究[J]. 成都医学院学报, 2018, 13(2): 178-181.
- [12] 尹晓霞, 张振明, 董险峰等. 小剂量造影剂联合不同电压对CT肺动脉造影图像质量的影响[J]. 中国医学物理学杂志, 2020, 37(11): 1389-1393.
- [13] 王慧芳. 不同管电压对肺部占位性病变CT扫描质量及辐射剂量的影响[J]. 当代医学, 2022, 28(21): 38-41.
- [14] 王慧芳. 不同管电压对肺部占位性病变计算CT图像质量的影响[J]. 当代医学, 2022, 28(11): 165-167.
- [15] 王泽润, 曹永佩, 杨东升等. 管电压70 kV下迭代重建技术对超低剂量胸部CT扫描图像质量的影响[J]. 宁夏医学杂志, 2022, 44(3): 249-251.

(收稿日期: 2024-06-19)

(校对编辑: 韩敏求)