



CT 理论与应用研究

Computerized Tomography Theory and Applications



CT扫描参数及重建算法对胸部CT值影响的在体研究

李晶晶, 张丽, 刘梦雯, 杨守鑫, 李蒙, 姜九明, 于卫军

In Vivo Study of the Influence of CT Acquisition and Reconstruction Parameters on Chest CT Number

LI Jingjing, ZHANG Li, LIU Mengwen, YANG Shouxin, LI Meng, JIANG Jiuming, and YU Weijun

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.15953/j.ctta.2022.109>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

iDose4迭代重建在AIDS合并PJP患者胸部低剂量CT扫描中的应用研究

Application of iDose4 Iterative Reconstruction on Low Dose CT Scanning in AIDS Patients with PJP

CT理论与应用研究. 2020, 29(2): 195–202

探讨CT扫描剂量对人工智能检测肺结节效能的影响

To Explore the Effect of CT Scan Dose on the Efficacy of Artificial Intelligence in Detecting Lung Nodules

CT理论与应用研究. 2021, 30(4): 455–465

胸部多排螺旋CT扫描在肋软骨隆鼻术整形中的临床应用研究

Clinical Application of Multi-slice Spiral CT Scan in Chest for Costal Cartilage Augmentation Rhinoplasty

CT理论与应用研究. 2021, 30(3): 347–353

胸部增强CT扫描触发阈值在肺癌鉴别诊断中的应用

Application of Trigger Threshold on Chest Enhanced CT Scan in Differential Diagnosis of Lung Cancer

CT理论与应用研究. 2020, 29(3): 337–346

CT解析重建方法进展：从圆轨迹扫描到多源直线扫描成像

Progress on Analytical CT Reconstruction Methods: From Circular Trajectory Scanning to Multi-source Linear Trajectory Scanning Imaging

CT理论与应用研究. 2021, 30(2): 263–277

结合迭代重建算法的低剂量CT在颈部的应用研究

The Study of Low-dose Computed Tomography with Iterative Reconstruction in Neck

CT理论与应用研究. 2018, 27(4): 447–453



关注微信公众号，获得更多资讯信息

李晶晶, 张丽, 刘梦雯, 等. CT 扫描参数及重建算法对胸部 CT 值影响的在体研究[J]. CT 理论与应用研究, 2023, 32(4): 480–486. DOI:10.15953/j.ctta.2022.109.

LI J J, ZHANG L, LIU M W, et al. In vivo study of the influence of CT acquisition and reconstruction parameters on chest CT number[J]. CT Theory and Applications, 2023, 32(4): 480–486. DOI:10.15953/j.ctta.2022.109. (in Chinese).

CT 扫描参数及重建算法对胸部 CT 值影响的在体研究

李晶晶¹, 张丽^{1✉}, 刘梦雯¹, 杨守鑫², 李蒙¹, 姜九明¹, 于卫军¹

1. 国家癌症中心/国家肿瘤临床医学研究中心/中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院影像诊断科, 北京 100021
2. 北京大学肿瘤医院暨北京市肿瘤防治研究所医学影像科/恶性肿瘤发病机制及转化研究教育部重点实验室, 北京 100142

摘要: 目的: 探讨不同扫描参数及重建算法对在体胸部各组织 CT 值的影响。方法: 在不同 CT 扫描条件下测量人体胸部的气管、血管、肺、椎体与肌肉的 CT 值。分别设定 6 组不同扫描参数及重建算法: S1 层厚 5 mm、50% 多模型自适应迭代重建技术 (ASIR-V)、低剂量; S2 层厚 5 mm、滤波反投影 (FBP)、常规剂量; S3 层厚 1.25 mm、50% ASIR-V、低剂量; S4 层厚 1.25 mm、50% ASIR-V、常规剂量; S5 层厚 1.25 mm、FBP、低剂量; S6 层厚 1.25 mm、FBP、常规剂量。扫描的辐射剂量采用两种噪声指数 (NI) 来进行控制, 包括低剂量 (NI = 40) 和常规剂量 (NI = 10)。采用 *t* 检验或秩和检验分析比较不同的两个组之间 CT 值的差异。结果: 扫描剂量仅对气管 CT 值的影响具有统计学意义, 对其他组织 CT 值无影响; 扫描层厚与重建算法对胸部各个组织 CT 值的影响均未见统计学差异。结论: 人体胸部组织 CT 值受 CT 层厚、重建算法和 CT 剂量的影响小, 具有良好的稳定性。

关键词: CT 扫描参数; 重建算法; CT 值; 扫描剂量

DOI:10.15953/j.ctta.2022.109

中图分类号: O 242; TP 391

文献标识码: A

随着低剂量胸部 CT 筛查的推广和新冠疫情防控的常态化, 人们进行胸部 CT 检查的次数大幅度增加, 胸部疾病特别是肺结节的检出率明显提高^[1]。临床工作中, 按照肺结节在 CT 图像上的表现分为实性结节 (solid nodule, SN) 和亚实性结节 (sub-solid nodule, SSN), SSN 包括纯磨玻璃结节 (pure ground glass nodule, pGGN) 和部分实性结节 (part solid nodule, PSN)^[2-3]。不同类型的结节对应不同的疾病谱和预后, 对结节类型的准确判断直接决定了临床处理方案。然而目前对结节类型的判断主要依赖于影像科医生的主观感受, 如果主观上认为结节没有掩盖肺纹理则判断为纯磨玻璃密度结节, 若掩盖了肺纹理则为实性结节, 两种成分均存在则为部分实性结节。这种判断过于依赖诊断医生的主观感受, 在不同医院、不同医生之间难以达成一致, 导致诊断的准确率减低。

因此, 有学者试图寻找一种客观的方法来判断结节的类型。CT 值是一种常用的定量指标, 它代表 X 线穿过组织被吸收后的衰减值。不同组织的 CT 值各异, 各自在一定范围内波动, 有研究认为通过 CT 值能鉴别 GGN 和 SN。但是随着影像成像技术的进步, 各种扫描设备、扫描方案层出不穷。

在保障图像质量的同时, 追求最低的辐射剂量以减少 X 射线对人体的影响是亟待解决的问题。既往体模研究发现, CT 值会因 X 线管电压、重建算法、X 线束硬化、机器电源情况、温度及邻近组织等因素发生改变^[4-7], 因此通过 CT 值来定量判定结节类型的可行性受到了争议。

人体是一个非常复杂的组织, 我们认为体模的研究结论远远无法反映真实的在体情况, 既往并未见在体 CT 值影响因素的相关研究。本研究拟通过测量不同条件下在体胸部气管、血管、肺、椎体及肌肉的 CT 值, 明确扫描层厚、重建算法、扫描剂量对在体胸部各组织 CT 值的影响, 为以 CT 值鉴

收稿日期: 2022-09-05。

基金项目: 北京市自然科学基金 (以像元灰度为基础的影像学特征在早期肺腺癌预后判断中的研究 (7184238)); 国家自然科学基金 (基于基线 CT 放射组学的肺亚实性结节生长模式预测及分子病理基础研究 (81701692))。

别肺结节类型的研究提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 研究对象

本研究为前瞻性研究，经本院伦理委员会批准，所有参与者在检查前均被告知具体研究内容，并签署知情同意书（批号：NCC1840）。研究对象选自 2018 年 7 月至 12 月行胸部 CT 检查的人群。

1.2 检查方法

采用 GE Revolution 256 排螺旋 CT 对患者进行肺部扫描。患者采取仰卧位，在充分吸气末屏气后扫描，扫描范围从肺尖到肺底。管电压固定为 120 kV，自动毫安秒技术，螺距 0.992。层厚包括常规层厚和重建层厚，常规层厚 5 mm，层间距 5 mm；重建层厚 1.25 mm，层间距 0.8 mm。重建算法包括 50% 多模型自适应迭代重建技术 (adaptive statistical iterative reconstruction Veo, ASIR-V) 和滤波反投影 (filtered back projection, FBP)。辐射剂量采用噪声指数 (noise index, NI) 控制，NI 分别为 40 (低剂量) 和 10 (常规剂量)。

原始数据经重建后得到 6 个序列的图像：S1 (5 mm + 50% ASIR-V + 低剂量)，S2 (5 mm + FBP + 常规剂量)，S3 (1.25 mm + 50% ASIR-V + 低剂量)，S4 (1.25 mm + 50% ASIR-V + 常规剂量)，S5 (1.25 mm + FBP + 低剂量)，S6 (1.25 mm + FBP + 常规剂量) (表 1)。

表 1 胸部 CT 扫描参数及重建方法
Table 1 Chest CT Scanning and reconstruction parameters

序列号	层厚/mm	重建算法	辐射剂量
S1	5.00	50% ASIR-V	低剂量
S2	5.00	FBP	常规剂量
S3	1.25	50% ASIR-V	低剂量
S4	1.25	50% ASIR-V	常规剂量
S5	1.25	FBP	低剂量
S6	1.25	FBP	常规剂量

1.3 ROI 的选取、CT 值测量及比较

在 6 个不同序列的图像上分别测量气管、血管、肺组织、肌肉和椎体的 CT 平均值。感兴趣区 (region of interest, ROI) 的选取方法：在主肺动脉窗层面选取气管的 ROI，尽量将 ROI 放置于气管的中央，避免包含气管壁，如果该层气管内含有分泌物则另做选择；同样在主肺动脉窗层面选取血管的 ROI，将其放置于降主动脉的中央，避免包含主动脉壁；在右肺叶间裂胸膜、少纹理区域内选取肺组织 ROI；在左侧肩胛下肌的中央选取肌肉的 ROI，尽量选取密度均匀的区域；在胸 12 椎体的中央选取椎体的 ROI。

由两名高年资医生 (分别从事影像工作 15 年和 8 年) 在 GE AW 4.6 工作站上对 6 组图像的 5 个部位分别勾画大小为 95~100 mm² 的 ROI，测量和记录 CT 平均值，测量过程中两名医生完全独立操作，取两者测量的平均值作为最终的 CT 值。对同一组织两个扫描参数相同、一个扫描参数不同的两组序列进行 CT 值比较，以观察扫描参数是否能影响 CT 值。通过 S1 与 S3、S2 与 S6 的比较以确定层厚对 CT 值的影响；通过 S3 与 S5、S4 与 S6 的比较以确定重建算法对 CT 值的影响；通过 S3 与 S4、S5 与 S6 的比较以确定扫描剂量对 CT 值的影响。

1.4 统计学方法

符合正态分布的连续变量采用均值 ± 标准差表示数据的分布，不符合正态分布的连续变量采用

中位数（四分位数）表示数据的分布。两名研究者测量 CT 值的一致性水平采用组内相关系数（inter-observer reliability, ICC）进行评估；各个部位的 CT 值采用两名研究者测量值的平均值，根据数据是否符合正态分布，采用 *t* 检验或秩和检验比较同一部位在不同扫描序列上 CT 值的差异。*P* 小于 0.05 被认为有统计学意义，所有统计检验均在 SPSS 26.0 软件上进行。

2 结果

共入组 50 例受试者，其中男性 22 例（44%），女性 28 例（56%）。中位年龄 55 岁（四分位距：42.75~59.25）。所有患者的图像质量均达到研究分析的标准，未出现明显的呼吸、运动伪影。两名医生独立测量气管、血管、肺、椎体和肌肉的 CT 值，每个部位分别于 6 个不同的序列进行测量，每位医生得到 30 组数据。

对两位医生测量所得的 30 组数据进行一致性检验，发现所测数据的 ICC 值范围为 0.64~0.99，其中 27 组（27/30，90%） $ICC \geq 0.75$ ，3 组（3/30，10%）ICC 在 0.6~0.75 之间。*P* 均小于 0.001。具体结果见表 2。

表 2 两名研究者测量 CT 值一致性检验
Table 2 Interobserver variability test of CT number measured by two doctors

项目	ICC	95% CI	<i>F</i>	<i>P</i>
S1-气管 CT 值	0.90	0.83~0.94	19.05	< 0.001
S2-气管 CT 值	0.75	0.59~0.85	6.85	< 0.001
S3-气管 CT 值	0.95	0.91~0.97	39.26	< 0.001
S4-气管 CT 值	0.93	0.87~0.96	25.72	< 0.001
S5-气管 CT 值	0.68	0.49~0.80	5.19	< 0.001
S6-气管 CT 值	0.64	0.44~0.78	4.58	< 0.001
S1-血管 CT 值	0.96	0.93~0.97	23.42	< 0.001
S2-血管 CT 值	0.85	0.74~0.92	6.78	< 0.001
S3-血管 CT 值	0.83	0.71~0.91	6.03	< 0.001
S4-血管 CT 值	0.89	0.80~0.94	8.95	< 0.001
S5-血管 CT 值	0.85	0.73~0.91	6.46	< 0.001
S6-血管 CT 值	0.84	0.71~0.91	6.14	< 0.001
S1-肺 CT 值	0.73	0.52~0.84	3.61	< 0.001
S2-肺 CT 值	0.91	0.84~0.95	11.13	< 0.001
S3-肺 CT 值	0.92	0.86~0.96	12.65	< 0.001
S4-肺 CT 值	0.81	0.66~0.89	5.16	< 0.001
S5-肺 CT 值	0.91	0.84~0.95	10.75	< 0.001
S6-肺 CT 值	0.93	0.88~0.96	118.26	< 0.001
S1-椎体 CT 值	0.99	0.96~0.99	118.26	< 0.001
S2-椎体 CT 值	0.98	0.97~0.99	55.34	< 0.001
S3-椎体 CT 值	0.90	0.83~0.95	10.75	< 0.001
S4-椎体 CT 值	0.90	0.81~0.94	9.26	< 0.001
S5-椎体 CT 值	0.93	0.88~0.96	15.17	< 0.001
S6-椎体 CT 值	0.88	0.78~0.93	8.03	< 0.001
S1-肌肉 CT 值	0.84	0.72~0.91	6.23	< 0.001
S2-肌肉 CT 值	0.87	0.77~0.93	7.77	< 0.001
S3-肌肉 CT 值	0.75	0.56~0.86	3.99	< 0.001
S4-肌肉 CT 值	0.88	0.79~0.93	8.47	< 0.001
S5-肌肉 CT 值	0.80	0.64~0.88	4.90	< 0.001
S6-肌肉 CT 值	0.88	0.79~0.93	8.37	< 0.001

通过对测量的 CT 值取平均值，得出气管、血管、肺、椎体和肌肉的最终测量 CT 值。对 50 名受

试者气管、血管、肺、椎体和肌肉的最终测量 CT 值的正态分布性进行检测,发现 S1~S6 序列的气管 CT 值, S1 序列、S3~S6 序列的血管 CT 值, S3 序列、S5 序列和 S6 序列的肺 CT 值, S3 序列、S4 序列和 S6 序列的椎体 CT 值, S1 序列、S3 序列和 S5 序列的肌肉 CT 值符合正态分布, 其他 CT 值不符合正态分布。50 名受试者气管、血管、肺、椎体和肌肉的最终测量 CT 值的具体分布情况见表 3。

表 3 各部位不同序列测量 CT 值的分布情况
Table 3 Distribution of CT number measured in different sequences of each tissue

序列	气管	血管	肺	椎体	肌肉
S1	-985.15 ± 7.11	45.58 ± 5.00	-887.22 (-897.64~-865.48)	168.44 (140.10~215.58)	53.57 ± 5.85
S2	-983.95 ± 7.11	41.94 (44.98~49.66)	-887.48 (-902.30~-866.45)	166.67 (138.18~214.14)	53.40 (49.62~57.46)
S3	-984.57 ± 7.03	44.84 ± 4.80	-884.84 ± 27.11	177.88 ± 50.97	53.83 ± 6.09
S4	-985.93 ± 6.49	45.58 ± 5.41	-893.63 (-908.19~-872.49)	178.76 ± 51.34	138.60 (165.74~221.41)
S5	-981.90 ± 6.81	45.11 ± 4.78	-884.07 ± 28.33	162.20 (129.89~213.69)	53.58 ± 6.57
S6	-984.89 ± 6.54	45.52 ± 6.01	-884.09 ± 30.24	179.34 ± 52.86	54.14 (49.78~57.23)

受试者气管、血管、肺、椎体和肌肉的平均 CT 值在 S1 与 S3、S2 与 S6、S3 与 S4、S5 与 S6、S3 与 S5 及 S4 与 S6 六对不同序列上的比较见表 4 和图 1。所有比较中, 仅气管 CT 值在 S5 与 S6 两组的差异具有统计学意义, 血管、肺、椎体和肌肉的 CT 值在 S1 与 S3、S2 与 S6、S3 与 S4、S5 与 S6、S3 与 S5 及 S4 与 S6 中的差异均无统计学意义。

表 4 胸部各组织不同序列 CT 值比较
Table 4 Comparison of different sequence CT values of chest tissues

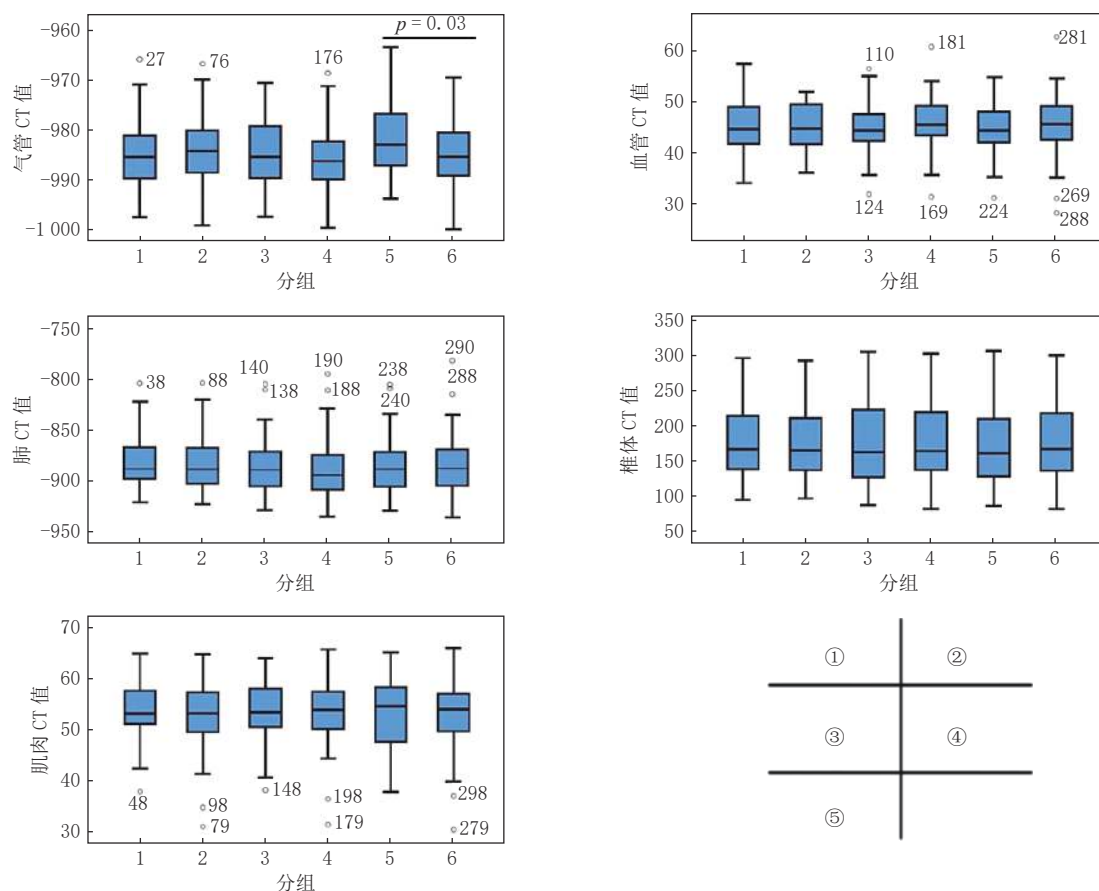
组织	S1 vs S3		S2 vs S6		S3 vs S4		S5 vs S6		S3 vs S5		S4 vs S6	
	z/t	P	z/t	P	z/t	P	z/t	P	z/t	P	z/t	P
气管	-0.41	0.68	0.69	0.49	1.00	0.32	2.23	0.03	-1.93	0.06	-0.80	0.43
血管	0.75	0.46	-0.72	0.47	-0.98	0.33	-0.38	0.70	-0.28	0.78	0.29	0.78
肺	-0.64	0.52	-0.43	0.66	-0.61	0.54	0.00	> 0.99	-0.14	0.89	-0.44	0.66
椎体	0.05	0.96	-0.06	0.95	-0.09	0.93	-0.38	0.70	-0.26	0.79	-0.06	0.96
肌肉	-0.21	0.83	-0.29	0.77	-0.18	0.86	-0.38	0.71	0.19	0.85	-0.11	0.91

3 讨论

CT 值是代表 X 线穿过组织被吸收后的衰减值, 它不是一个绝对值, 而是一个相对值。某物 CT 值 = $[(\mu_{\text{物}} - \mu_{\text{水}})/\mu_{\text{水}}] \times k$, μ 为衰减系数, 假如采用 Hounsfield 单位则 k 为 1000, $\mu_{\text{水}} = 1$, 则水的 CT 值为 0 HU, 正常人体 CT 值范围 -1000~1000 HU^[8]。 μ 受 X 管电压的影响, 这与之前研究发现 CT 值会因 X 线管电压改变相符^[5]。既往研究主要以体模为研究对象, 未对不同组织进行系统地研究。本研究以在体的胸部各组织为研究对象, 旨在探讨扫描参数对人体组织 CT 值真实的影响情况。

本研究发现体胸部组织包括气管、血管、肺、椎体和肌肉的 CT 值具有较好的稳定性, 不同研究者单独测量的一致性较高 (90% 的测量数据 ICC 大于 0.75); 不同层厚及重建算法的条件下气管、血管、肺、椎体和肌肉的 CT 值无明显差异; 不同扫描剂量下气管 CT 值差异具有统计学意义, 而血管、肺、椎体和肌肉的 CT 值无明显差异。

本研究中扫描剂量对气管的 CT 值有影响即气管 CT 值在 S5 与 S6 两组的差异具有统计学意义, 而对其他组织无影响。出现统计学差异的可能原因是气管的 CT 值在测量时容易受到多种因素影响, 尽管我们在测量过程中尽可能地避开气管壁和分泌物, 但是由于气管腔内主要为气体成分, 少量的其他成分即会很大程度影响到 CT 值, 从而产生统计学差异。这与我们计算的测量 CT 值一致性的结果也是相符的, 在测量所得的 30 组数据中, 大多数数据 (27/30, 90%) 测量的 ICC 值均在 0.75 以



注: ① 气管 CT 值在 1-6 序列中的分布, ② 血管 CT 值在 1-6 序列中的分布, ③ 肺 CT 值在 1-6 序列中的分布, ④ 椎体 CT 值在 1-6 序列中的分布, ⑤ 肌肉 CT 值在 1-6 序列中的分布; 通过对 CT 值两两比较, 发现气管 CT 值在 S5 与 S6 两组的差异具有统计学意义, 余各组织各序列相互比较均未见显著统计学差异。

图 1 不同胸部组织在不同序列 CT 值分布

Fig.1 Distribution of CT number measured in different sequences of each tissue

上, 3 组 ICC 值小于 0.75 的数据分别为气管 S5 序列 (ICC = 0.68)、气管 S6 序列 (ICC = 0.64) 和肺 S1 序列 (ICC = 0.73), 因此我们认为气管 CT 值在 S5 与 S6 两组的差异的主要原因可能是测量时受到了气管壁和分泌物的影响而并非扫描剂量所导致。这与朱明等^[9]的实验研究也一致, 他们的体模研究表明在固定管电压时改变 CT 剂量指数所得不同 CT 值之间的差异无统计学意义。

本研究中重建算法对气管、血管、肺、椎体和肌肉 CT 值没有影响, 而赵雷等^[7]研究发现不同重建算法对 CT 值有影响。首先赵雷等的研究对象是不同材料制作而成的 CT 值的颗粒, 这无法反映人体的真实情况, 其次在他们的研究中重建算法对 CT 值的影响没有规律, 有些组颗粒在 BONE+ 这个算法下测得最大值, 但其他组却在 SOFT 算法下测得最大值。因此我们认为本研究的结果更能反映人体胸部组织真实 CT 值与重建算法的关系。据我们所知, 目前没有研究发现扫描层厚对组织 CT 值有影响。

CT 值在疾病的影像诊断中有着极其重要的作用。在日常影像科的工作中, 我们遇到的最多肺部疾病就是肺结节, 不同类型的肺结节 (SN、SSN) 检出率以及预后情况有很大差异^[10-12], 因此它们的鉴别尤为重要。既往有学者提出以 CT 值来区分 GGN 和 SN^[13], 但是并没有在临床广泛应用, 可能是因为胸部组织 CT 值本身的稳定性和不同扫描参数对 CT 值的影响均未明确。本文通过在人体研究证明了 CT 值受到扫描、重建参数影响较小, 具有较好的稳定性, 可以作为 GGN 定量分析的参考。其次有研究发现 CT 值还可以用于预测结节生长, Gao 等^[14]发现平均 CT 值有助于预测 GGN 的自然生长。此外, 蒋宇等^[15]发现 SSN 平均 CT 值与肺组织 CT 值的差值可以用于鉴别浸润性腺癌和微浸润腺癌及浸

润前病变。因此保证 CT 值的稳定性是影像诊断的重中之重。

本研究存在的不足。首先,本研究为单中心小样本的研究且仅探究部分扫描参数和重建算法对于胸部组织 CT 值的影响;其次,本研究仅证实一些机器方面的因素对于 CT 值的影响,但没有考虑受试者自身因素,如体型、呼吸、血流等对于 CT 值的影响。但是,本研究进行的在体组织的 CT 值研究,较既往体模研究更能反映真实的临床情况,不完善之处有待进一步拓宽和深入研究。

综上所述,人体胸部组织包括气管、血管、肺、椎体及肌肉的 CT 值受 CT 扫描层厚、重建算法和 CT 剂量的影响较小,具有良好的稳定性。

参考文献

- [1] 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]. *The New England Journal of Medicine*, 2011, 365(5): 395-409.
- [2] HANSELL D M, BANKIER A A, MacMAHON H, et al. Fleischner society: Glossary of terms for thoracic imaging[J]. *Radiology*, 2008, 246(3): 697-722.
- [3] GODOY M C, NAIDICH D P. Subsolid pulmonary nodules and the spectrum of peripheral adenocarcinomas of the lung: Recommended interim guidelines for assessment and management[J]. *Radiology*, 2009, 253(3): 606-622.
- [4] 李琼, 于红, 张丽, 等. 迭代重建技术对低管电压胸部 CT 增强扫描图像质量的影响[J]. *实用放射学杂志*, 2012, 28(10): 1615-1618.
LI Q, YU H, ZHANG L, et al. The effect of iterative reconstruction on image quality of contrast-enhanced chest CT with low tube voltage settings[J]. *Journal of Practical*, 2012, 28(10): 1615-1618. (in Chinese).
- [5] 彭文献, 彭天舟, 夏顺仁, 等. X 线管电压对生物组织 CT 值影响的实验研究[J]. *放射学实践*, 2013, 28(11): 1102-1104.
PENG W X, PENG T Z, XIA S R, et al. The effects of X-ray tube voltage on tissue CT value[J]. *Radiologic Practice*, 2013, 28(11): 1102-1104. (in Chinese).
- [6] 彭文献, 彭天舟, 叶小琴, 等. CT 扫描参数对人体组织 CT 值影响的研究[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2010, 30(1): 79-81.
PENG W X, PENG T Z, YE X Q, et al. Effect of CT scanning parameters on CT number[J]. *Chinese Journal of Radiological Medicine and Protection*, 2010, 30(1): 79-81. (in Chinese).
- [7] 赵雷, 刘波. 重建算法及射束硬化伪影对 CT 值测量的影响[J]. *影像研究与医学应用*, 2019, 3(14): 88-90.
- [8] 韩萍, 于春水, 余永强, 等. 医学影像诊断学[M]. 4 版. 北京: 人民卫生出版社, 2017: 4-5.
- [9] 朱明, 刘贵霞, 李敬玉. CT 扫描参数对 CT 值影响因素的实验研究[J]. *中国中西医结合影像学杂志*, 2017, 15(4): 91-93.
- [10] AOKAGE K, MIYOSHI T, ISHII G, et al. Clinical and pathological staging validation in the eighth edition of the TNM classification for lung cancer: Correlation between solid size on thin-section computed tomography and invasive size in pathological findings in the new T classification[J]. *Journal of Thoracic Oncology*, 2017, 12(9): 1403-1412.
- [11] HENSCHKE C I, YIP R, SMITH J P, et al. CT screening for lung cancer: Part-solid nodules in baseline and annual repeat rounds[J]. *American Journal of Roentgenology*, 2016, 207(6): 1176-1184.
- [12] YANKELEVITZ D F, YIP R, SMITH J P, et al. CT screening for lung cancer: Nonsolid nodules in baseline and annual repeat rounds[J]. *Radiology*, 2015, 277(2): 555-64.
- [13] 张丽, 吴宁, 李蒙, 等. I 期浸润性肺腺癌磨玻璃成分定量分析与附壁样生长的相关性研究[J]. *中华肿瘤杂志*, 2017, 39(4): 269-273.
ZHANG L, WU N, LI M, et al. The correlation study of ground glass opacity and lepidic growth pattern component in stage I lung invasive adenocarcinoma[J]. *Chinese Journal of Oncology*, 2017, 39(4): 269-273. (in Chinese).
- [14] GAO C, LI J, WU L, et al. The natural growth of subsolid nodules predicted by quantitative initial CT features: A systematic review[J]. *Frontiers in Oncology*, 2020: 10318.
- [15] 蒋宇, 贾晓民, 赵杰. 肺亚实性结节 CT 定量分析对肺腺癌病理侵袭性诊断价值[J]. *放射学实践*, 2021, 36(10): 1232-1237.
JIANG Y, JIA X M, ZHAO J. Diagnostic value of quantitative CT analysis of pulmonary subsolid nodules to lung adenocarcinoma[J]. *Radiologic Practice*, 2021, 36(10): 1232-1237. (in Chinese).

In Vivo Study of the Influence of CT Acquisition and Reconstruction Parameters on Chest CT Number

LI Jingjing¹, ZHANG Li^{1✉}, LIU Mengwen¹,
YANG Shouxin², LI Meng¹, JIANG Jiuming¹, YU Weijun¹

1. Departments of Radiology, National Cancer Center/National Clinical Research Center for Cancer/Cancer Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100021, China
2. Department of Radiology, Peking University Cancer Hospital & Institute, Key Laboratory of Carcinogenesis and Translational Research (Ministry of Education), Beijing 100142, China

Abstract: Objective: To explore the influence of different CT acquisition and reconstruction parameters on the CT number of the chest in vivo. Methods: The CT number of the trachea, blood vessels, lungs, vertebral bodies, and muscles of the human chest were measured under different CT scanning parameters. Six groups of different scanning parameters and reconstruction algorithms were set respectively: slice thickness 5 mm, 50% multi-model adaptive statistical iterative reconstruction Veo (ASIR-V) and low-dose for S1; slice thickness 5 mm, filtered back projection (FBP) and standard-dose for S2; slice thickness 1.25 mm, 50% ASIR-V and low-dose for S3; slice thickness 1.25 mm, 50% ASIR-V and standard-dose for S4; slice thickness 1.25 mm, FBP, low-dose for S5; slice thickness 1.25 mm, FBP, standard-dose for S6. The radiation dose of the scan was controlled using two noise indexes (NI), including low-dose (NI = 40) and standard-dose (NI = 10). Differences in CT number between two groups were compared using t-test or rank-sum test. Results: Significant differences of CT number of the trachea were detected between low-dose and standard-dose, but no significant differences of CT number of other tissues were detected between low-dose and standard-dose. No significant differences of CT number of chest tissues were detected between either 5 mm thickness and 1.25 mm thickness or 50% ASIR-V and FBP. Conclusion: The CT number of human chest tissues showed well stability which was scarcely influenced by slices thickness, reconstruction algorithm and scan dose.

Keywords: CT scan parameters; reconstruction algorithms; CT number; scan dose



作者简介: 李晶晶, 女, 中国医学科学院肿瘤医院影像诊断科初级技师, 主要从事肿瘤放射成像, E-mail: 402978478@qq.com; 张丽[✉], 女, 中国医学科学院肿瘤医院影像诊断科副主任医师、硕士生导师, 中华医学会放射学分会心胸学组 Youth Club 委员, 主要从事胸部疾病影像诊断研究, E-mail: zhangli_cicams@163.com。