



· 论 著 ·

迭代重建算法在胸部低剂量 CT 扫描中对肺结节检出率及图像质量影响的研究

韩秋丽* 王 甜 廖 立 梁 国 (柳州市人民医院放射科 广西柳州 545006)

中图分类号: R734.2 文献标识码: A 文章编号: 1009-5187 (2019) 11-010-02

基金项目: 广西壮族自治区卫生和计划生育委员会自筹经费科研课题 (项目编号: Z 20170658)

胸部螺旋 CT 检查是胸部病变最优秀的影像学检查手段。近年来, 低剂量 CT 扫描技术在肺部疾病诊断及鉴别诊断方面的优势日益凸显, 低剂量扫描是目前肺部筛查的热点^[1]。目前美国国家肺筛查试验 (NLST) 随机对照试验经过十年的随访筛查, 证实了低剂量螺旋 CT (LDSCT) 肺癌筛查能降低病死率 20% 以上^[2]。降低管电流是目前降低辐射剂量的主要方式。Picozzi^[3] 等认为, 30-50mAs 是最合适的低剂量, 当剂量降低到 20mAs 时肺尖出现伪影的可能性增加, 降低结节检出率。临床上多采用常规滤波反投影法进行图像重建, 其在保证图像质量的前提下降低辐射剂量的幅度有限, 辐射剂量降低后图像噪声水平提高, 图像质量下降而影响诊断。然而, 采用迭代重建算法 (advanced iterative reconstruction, AIR) 可有效降低图像噪声, 进而降低受检者的辐射剂量^[4]。本研究采用 64 排 128 层 iCT 进行低管电流胸部 CT 扫描并采用迭代重建算法重建, 与常规剂量滤波反投影法重建肺结节检出率及图像质量进行比较, 评价迭代重建技术用于胸部低管电流扫描的可行性。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取 2018 年 8 月-2019 年 4 月在我院行胸部 CT 扫描身体质量指数 (body mass index, BMI) 18.5-24.9Kg/m² 之间的健康体检者 240 名, 随机分为 4 个组, 每组 60 例, 各组扫描管电压统一固定为 100KV; 其中 A 组为对照组, 常规扫描管电流为 100mAs, 用传统的滤波反投影法重建, 其余各组扫描管电流分别为 60mAs、30mAs、15mAs, 之后利用 iDose⁴ 迭代重建技术平台对 B、C、D 组受检者图像进行重建分析。本实验经医院伦理委员会批准并在其监督下进行, 所有患者均签署知情同意书。但有以下情况之一者除外: ①血流动力学不稳定; ②心、肝、肾功能不全者; ③无法配合呼吸者; ④ BMI ≥ 25Kg/m² 和 BMI < 18.5Kg/m² 者。

1.2 仪器与方法

采用 Philips Brilliant iCT SP 128 层螺旋 CT。各组扫描管电压统一固定为 100KV; 其中 A 组为对照组, 常规扫描管电流为 100mAs, 用传统的滤波反投影法 (filtered back projection, FBP) 重建, 其余 B、C、D 组扫描管电流分别为 60mAs、30mAs、15mAs, 之后利用 iDose⁴ 迭代重建技术平台对 B、C、D 组受检者图像进行重建分析; 其他扫描条件相同, 均为探测器准直 64×0.625mm, 球管旋转 0.4s/r, 螺距 1.171, 矩阵 512×512。扫描体位及范围: 受检者取仰卧位, 头先进, 身体置于检查床正中面, 双上肢交叉放于头上。扫描范围自肺尖到肺底。

1.3 图像重建

扫描数据经薄层重建 (重建层厚 0.9mm, 重建增量 0.45mm) 后导入后飞利浦星云后处理工作站, 横断面结合多平面重建 (multi-planar reconstruction, MPR), 最大密度投影 (maximum intensity projection, MIP) 和容积再现 (volume rendering, VR) 等后处理技术进行肺部病变分析。

1.4 图像分析

1.4.1 主观评价

由 2 名副主任医师及以上的影像诊断医师采用双盲法阅片, 共同分析并达成一致意见。肺内结构的观测采用肺窗窗位-600Hu, 窗宽为 1200Hu, 纵隔窗采用窗位 40Hu、窗宽 400Hu, 观察肺血管、胸壁骨及肌肉、支气管、叶间裂的锐利程度来评估。评分标准为 5 个等级: 5 分为边缘清晰, 无伪影; 4 分为边缘略模糊, 无伪影; 3 分为边缘略模糊, 有少量线条状伪影; 2 分为边缘模糊, 中等量条带状伪影; 1 分为大量错层伪影, 正常结构中断、显示不清。评分为 2 分及以下为不能满足诊断要求。

1.4.2 客观评价

对 5 组受检者的图像, 分别在相同平面 (胸骨角)、相同位置 (主动脉弓内侧) 标注感兴趣区 ROI (面积 99-102mm²), 测量其 CT 均值及标准差 (SD), 以 SD 作为图像噪声。

辐射剂量的计算 记录受检者的 CT 剂量容积指数 (CTDIvol)、扫描长度 (L), 并根据公式 (1)、(2) 计算剂量长度乘积 (DLP) 及有效剂量 (ED)。

$$DLP (mGy/cm) = CTDIvol (mGy) \times L (cm); \quad (1)$$

$$ED (mSv) = DLP (mGy/cm) \times K; \quad (2)$$

式中转换系数 K 与受检者身体的不同部位有关, 参考最新欧盟委员会 CT 质量标准指南, 胸部扫描时 $K=0.014 mSv \cdot mGy^{-1} \cdot cm^{-1}$ 。

1.5 统计学分析

对数据采用 SPSS24.0 软件进行分析。计量资料以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 计数资料采用率表示。4 组间比较方差齐时采用 ANOVA 单因素方差分析, 组内两两比较采用 LSD 法, 方差不齐时使用非参数检验 (Kruskal-Wallis 检验)。主观图像质量评分比较采用秩和检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 各组受检者胸部 CT 检查肺结节检出率差异无统计学意义 (表 1)。

表 1: 各组受检者胸部 CT 检查肺结节检出率

胸部 CT 检查	A 组	B 组	C 组	D 组
阳性	42	41	41	43
阴性	18	19	19	17

$$\chi^2=0.221 \quad P=0.994 \quad P>0.05, \text{ 没有统计学意义}$$

* 通讯作者: 韩秋丽 (1983-), 女, 广西柳州人, 硕士研究生, 副主任医师。研究方向: 胸部影像学诊断。



2.2 各组受检者相同层面 CT 均值及标准差差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 各组辐射剂量 ED 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 2。有效辐射剂量 ED (mSv) = DLP (mGy/cm) $\times K$ ($K=0.014 \text{ mSv} \cdot \text{mGy}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$), 因此, 有效辐射剂量与 DLP 成正关系。

表 2: 各组受检者 DLP 及相同层面 CT 均值及标准差

组别	例数	DLP	SI _{vessel} (Hu)
A 组	60	163.75 $\pm$ 2.51	-868.51 $\pm$ 33.43
B 组	60	94.89 $\pm$ 2.31	-866.90 $\pm$ 37.47
C 组	60	43.47 $\pm$ 1.52	-861.01 $\pm$ 34.35
D 组	60	26.25 $\pm$ 1.48	-863.23 $\pm$ 33.95
F 值		67.57	1.071
P 值		0.00	0.371

2.3 图像质量主观评价: 4 组的图像主观评价均在 3 分及以上, 均能满足临床诊断。各组主观评分 D 组于各组存在差异, 差异有统计学意义, 而 A、B、C 组各组间差异无统计学意义, 见表 3。

表 3: 各组主观图像质量评分

	A 组	B 组	C 组	D 组
例数	60	60	60	60
$\bar{x} \pm s$	4.71 $\pm$ 0.27*	4.67 $\pm$ 0.12*	4.42 $\pm$ 0.31*	4.08 $\pm$ 0.52
F 值	46.71	P 值	0.00	

注: *代表与 D 组差异有统计学意义; 主观图像评分随着扫描扫描管电流的降低, 相应降低, E 组与各组有差异, 差异有统计学意义, 而 A、B、C、D 组各组差异无统计学意义。

3 讨论

国际放射防护委员会 (International Commission on Radiological Protection, ICRP) 提出 X 线活动三原则, 即实践正当化、辐射防护最优化及个人剂量限制值, 并且呼吁在放射学检查中遵循辐射的合理及最低化 (as low as reasonably achievable, ALARA) 原则。近年来, 国内外针对低剂量的研究逐步在低剂量扫描的基础上改变重建算法以期改善图像质量, 各设备厂家亦推出了各自的 AIR 技术。飞利浦推出的 128 层 ICT 采用的第 4 代迭代重建技术 (iDose⁴) 技术, 在保证图像质量的前提下, 能更有效地降低受检者的辐射剂量, 在胸部 CT 低剂量扫描中具有较大的应用潜力^[5-6]。

3.1 辐射剂量: 本研究中 A、B、C、D 各组平均辐射剂量 (ED) 分别为 2.29mSv、1.33mSv、0.61mSv、0.37mSv, 相对于对照组 A 组, B、C、D 各组减少的辐射剂量分别为 41.9%、73.4%、83.8%。当扫描管电压固定时, 辐射剂量随着管电流的减低, 辐射剂量逐渐减低。

3.2 肺结节检出率: 本研究中各组肺结节检出率差异无统计学意义。固定管电压, 减低管电流, 同时结合迭代重建技术,

对于肺结节的检出率没有差别。

3.2 根据图像质量主观评价, D 组与各组间差异有统计学意义, 虽然评分都能达到诊断要求, 但是不能排除有漏诊的可能。

结合迭代重建技术, 对于健康体检者, 胸部 CT 扫描最佳方案为, 扫描管电压为 100KV、管电流为 30mAs, 在保证影像诊断质量的同时, 将辐射剂量降低到尽可能低水平 (as low as reasonably achievable, ALARA), 值得推广应用。

本研究采用的是固定管电压和螺距的方法, 因此所获得的最佳扫描方案也就局限于该管电压及该螺距。不同管电压、不同螺距的最优低剂量扫描方案, 需要重新进行纵向对照研究。

综上所述, 对于体检人群的肺癌筛查, iCT 的 iDose⁴ 迭代重建算法在降低辐射剂量大于 70% 的同时, 能够提供接近常规剂量的胸部图像质量, 与文献报道一致^[7]。在对辐射日益敏感的今天, 这将是很好的社会效益, 相信随着设备的普及和研究的深入应用将会越发普遍。

参考文献

- [1] 刘士远, 于红. 积极推进胸部低剂量扫描的临床应用 [J]. 中华放射学杂志, 2010, 44:6-7.
- [2] National Lung Screening Trial Research Team, Aberle DR, Berg CD, et al. The National Lung Screening Trial: overview and study design. Radiology, 2011, 258:243-253.
- [3] Picozzi G, Paci E, Lopez Pegna A, et al. Screening of lung cancer with low dose spiral CT: results of a three year pilot study and design of the randomised control trial "Italung-CT". Radiol Med, 2005, 109:17-26.
- [4] Prakash P, Kalra MK, Digumarthy SR, et al. Radiation dose reduction with chest computed tomography using adaptive statistical iterative reconstruction technique: initial experience. Comput Assist Tomogr, 2010, 34:40-45.
- [5] Kordolaimi SD, Argentos S, Stathis G, et al. Radiation dose and image noise evaluation in coronary computed tomography angiography (CCTA) using an iterative reconstruction algorithm [J]. J Cardiol, 2014, 55(3):184-190.
- [6] Zowall H, Brewer C, Deutsch A. modeling of risks and benefits of lung cancer screening strategies using low-dose helical CT (Ldct) technology in Canada [J]. Value Health, 2015, 18(7):372-373.
- [7] Alshamari M, Geijer M, Norrman E, et al. Low-dose computed tomography of the lumbar spine: a phantom study on imaging parameters and image quality [J]. Acta Radiol, 2014, 55(7):824-832.

(上接第 9 页)

体产生能力下降, 且常有基础疾病存在, 故易发生肺部感染^[1]。老年肺部感染之所以诊断不足, 其主要原因是大部分患者都低估或忽略了他们的病情, 以及就诊后早期诊断上的疏漏或延误。本组资料对比分析认为, 老年人肺炎有以下特征: (1) 起病隐匿, 临床表现不典型^[2]; 老年肺炎起病最常见的表现为健康状况恶化, 如食欲减退、精神萎靡、意识模糊, 或为基础疾病的加重或恢复缓慢。(2) 治愈率低, 死亡率高: 本次实验选择 82 例老年肺炎患者和 78 例中青年肺炎患者进行

比较分析, 分析比较两组患者的肺炎特点以及相关临床指标, 实验发现中青年肺炎患者的临床治疗效果良好, 治愈率高, 老年肺炎患者死亡率较高。因此应重视老年人肺炎的早期诊断和及时治疗, 以利改善其预后, 降低死亡率。

参考文献

- [1] 齐淑春, 付磊. 67 例老年人肺部感染临床分析 [J]. 中国医学工程, 2005, 13(1): 93-95.
- [2] 吴健敏, 杜乃东. 149 例老年肺炎临床分析及药物治疗 [J]. 天津医药, 2001, 13(4): 321.