

呼气末屏气胸部 CT 扫描在体检中的应用价值

赵飞, 李磊, 彭婉琳, 敬茜, 张凯, 刘科伶, 李玉明, 胡斯娴, 徐旭, 李真林

【摘要】 目的:探讨呼气末屏气胸部 CT 扫描在体检中的应用价值。**方法:**纳入 2016、2017 年均在四川大学华西医院体检中心行胸部 CT 扫描的体检者 33 例。2016 年胸部 CT 扫描采用常规深吸气末屏气扫描, 设为 A 组; 2017 年采用深呼气末屏气扫描, 设为 B 组。比较两组图像的信噪比(SNR)、对比噪声比(CNR)、整体图像质量评分、辐射剂量及扫描长度。**结果:**33 例体检者均成功完成 2 次胸部 CT 检查。A 组的整体图像质量评分为 (4.73 ± 0.45) 分, 图像 SNR 为 (-79.02 ± 49.73) , CNR 为 (-84.34 ± 53.13) ; B 组的整体图像质量评分为 (4.67 ± 0.54) 分, 图像 SNR 为 (-91.08 ± 47.39) , CNR 为 (-97.27 ± 50.67) ; A、B 组的图像主、客观评价均无统计学差异(P 均 > 0.05)。A 组和 B 组的肺尖上段、肺底下段额外扫描长度差异均无统计学意义(P 均 > 0.05), 而肺段扫描长度具有统计学差异($P < 0.001$)。B 组的容积 CT 剂量指数(CTDIvol)、剂量长度乘积(DLP)、有效剂量(ED)均较 A 组降低 13.08% (P 均 < 0.001)。**结论:**相对于深吸气末屏气胸部 CT 检查, 深呼气末屏气胸部 CT 检查可获得满足诊断需求的图像, 同时明显降低辐射剂量, 可成为体检胸部 CT 的常规检查方式。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 体格检查; 胸部; 辐射剂量

【中图分类号】 R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2020)02-0238-04

DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.02.022

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The value of chest CT scan at the end of exhalation in reducing radiation dose of physical examination

ZHAO Fei, LI Lei, PENG Wan-lin, et al. Department of Radiology, West China Hospital, Sichuan University, 610041 Chengdu, China

【Abstract】 Objective: To investigate the feasibility and clinical value of chest CT scan at the end of exhalation in reducing radiation dose of physical examination. **Methods:** A total of 33 patients who had chest CT at the medical examination center both in 2016 and 2017 were enrolled. Those patients underwent the scan at the end of inhalation as group A in 2016 and at the end of exhalation as group B in 2017. The signal-to-noise ratio (SNR), contrast-to-noise ratio (CNR), and overall image quality of images in two groups were analyzed and evaluated by two high-grade radiologists using double-blind method. The radiation dose and the scanning length were also recorded. **Results:** All the 33 patients had successfully completed the chest CT scans. Averages of subjective image quality, SNR and CNR were (4.73 ± 0.45) , (-79.02 ± 49.73) , (-84.34 ± 53.13) in group A and (4.67 ± 0.54) , (-91.08 ± 47.39) , (-97.27 ± 50.67) were in group B respectively. There was no statistically significant difference between two groups in subjective and objective image quality ($P > 0.05$). And there were no statistical difference in extra scanning length ($P > 0.05$) between two groups. Compared with group A, the averages of CTDIvol, dose length product (DLP), effective dose (ED) decreased by 13.08% in group B, with statistically significant difference ($P < 0.001$). **Conclusion:** Compared with scanning at the end of inhalation, the scanning at the end of exhalation can decrease radiation dose without reducing the image quality. This technology can therefore be considered as a routine imaging modality for physical examination with chest CT.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Physical examination; Thorax; Radiation dosage

作者单位: 610041 成都, 四川大学华西医院放射科

作者简介: 赵飞(1988—), 男, 河北景县人, 初级技师, 主要从事 CT 低剂量技术工作。

通讯作者: 李真林, E-mail: HX-lizhenlin@126.com

随着公众健康意识的提高, 健康体检年受检量不断上升。胸部 CT 在肺部疾病筛查中具有重要的价值, 其低剂量检查也成为近年来关注的重点^[1-3]。降低

胸部 CT 扫描剂量的主要方法有降低管电压、降低管电流和自动曝光技术等^[1,4,5],但这些方法均可能增加图像噪声。扫描长度控制着受检者受照射的容积,其他扫描参数不变时,扫描长度越大,剂量长度乘积(DLP)值越大,即受检者受到的有效剂量越高^[6]。降低扫描长度是减少辐射剂量的有效方法,且不会增加图像噪声。本研究采用深呼气末屏气进行胸部 CT 扫描,拟探讨该方法在体检中的临床应用价值。

材料与方法

1. 研究对象

纳入 2016、2017 年均四川大学华西医院体检中心行胸部 CT 扫描的体检者 33 例,其中男 16 例,女 17 例;年龄 27~79 岁,平均(56.09±13.35)岁;身高 145~182 cm,平均(161.45±8.80)cm;体重 45~90 kg,平均(59.45±9.49)kg。2016 年胸部 CT 检查采用常规深吸气末屏气扫描,设为 A 组,2017 年胸部 CT 检查行深呼气末屏气扫描,设为 B 组。检查前均去除受检部位金属物,并进行屏气训练。

2. 检查方法

使用 Siemens SOMATOM Definition AS+ 128 层螺旋 CT,受检者仰卧位,头先进,双手上举,扫描范围从肺尖至肺底。扫描参数:准直 128×0.6 mm,层厚 5 mm,层间距 5 mm,球管旋转时间为 0.5 s,Pitch 1.2,重建软组织窗(卷积核 B31f,窗宽 350 HU,窗位 50 HU)、肺窗(卷积核 B60f,窗宽 1200 HU,窗位为-600 HU)及 HRCT(层厚 0.625 mm,层间距 0.625 mm,卷积核 B70f,窗宽 1800 HU,窗位-400 HU)。

3. 图像评价

所有图像均上传至 Syngo MMPW 工作站,由 2 位高年资放射科诊断医师采用双盲法对图像进行评分。整体图像质量的评分标准^[7,8]:5 分,解剖细节显示清楚,能够简单明了地进行评价;4 分,解剖细节较清楚,能够评价;3 分,大部分的解剖结构可用于诊断,少数解剖结构(膈肌、支气管细小分级等)不能进行评价;2 分,基本解剖结构显示不清楚,解剖细节不足以被发现;1 分,解剖结构模糊,不能用于诊断。评分<3 分认为不能满足诊断需求。2 位医师意见出现分歧时,经协商达成一致。客观指标测量方法:选定 3 个层面(胸骨颈静脉切迹、主动脉弓和气管分叉平面),在肺实质区域勾画 1 个兴趣区(ROI),避开钙化及条状伪影等;在背部肌肉放置 1 个 ROI,避开肌间隙;在胸壁正前方 1 cm 处放置 1 个 ROI,避开骨骼伪影、避免容积效应和边缘效应(图 1)。ROI 面积为(2.25±0.61)cm²,记录 ROI 内 CT 值的平均值和标准差,计算图像的

SNR、CNR。SNR=肺实质 CT 值的均值/空气 CT 值的标准差;CNR=(肺实质 CT 值的均值-背部肌肉 CT 值的均值)/背部肌肉 CT 值的标准差。测量肺尖上段及肺底下段额外扫描长度及肺段扫描长度(图 2)。

4. 辐射剂量

记录容积 CT 剂量指数(CTDIvol)和剂量长度乘积(DLP),有效剂量(ED)=DLP×k,其中 k 取常数 0.014 mSv/mGy·cm^[9]。

5. 统计学分析

使用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析。连续性变量的分布特征用 D'Agostino-Pearson 检验分析,符合正态分布的变量以平均值±标准差表示。两组图像的主观图像质量评分采用秩和检验分析;图像 SNR、CNR、CTDIvol、DLP、ED 值及扫描长度的组间差异采用配对 t 检验分析,P<0.05 认为差异有统计学意义。

结 果

1. 图像质量的比较

A 组 5 分 24 例,4 分 9 例;B 组 5 分 21 例,4 分 11 例,3 分 1 例,所有图片均可清晰显示解剖细节,满足诊断需求(图 3、4);两组图像的主观评分无统计学差异(P=0.732,表 1);两组图像的 SNR、CNR 差异均无统计学意义(P 均>0.05,表 1)。

表 1 两组图像质量主、客观评价的比较 (x±s)

	A 组	B 组	t/Z	P
主观评分(分)	4.73±0.45	4.67±0.54	-0.342	0.732
SNR	-79.02±49.73	-91.08±47.39	1.924	0.063
CNR	-84.34±53.13	-97.27±50.67	1.932	0.062

2. 辐射剂量及扫描长度的比较

B 组的 CTDIvol、DLP、ED 较 A 组降低 13.08%,且差异均具有统计学意义(P 均<0.001,表 2);肺尖上段、肺底下段额外扫描长度差异无统计学意义(P 均>0.05),肺段扫描长度差异具有统计学意义(P<0.001,表 2)。

表 2 两组图像辐射剂量及扫描长度的比较 (x±s)

	A 组	B 组	t	P
CTDIvol(mGy)	6.03±1.22	5.24±0.87	5.711	0.004
DLP(mGy·cm)	196.58±39.14	170.86±31.31	4.331	<0.001
ED(mSv)	2.75±0.55	2.39±0.44	4.331	<0.001
肺尖上段(cm)	1.97±0.85	1.81±0.64	1.198	0.24
肺段(cm)	26.85±3.66	24.18±3.62	4.448	<0.001
肺底下段(cm)	2.12±1.75	1.67±1.22	1.494	0.145

讨 论

X 线对人体的危害程度与所受辐射剂量的大小有关。联合国原子辐射影响科学委员会(UNSCEAR)在 2008 年的报告^[10]中指出,X 线诊断的医疗照射作为人

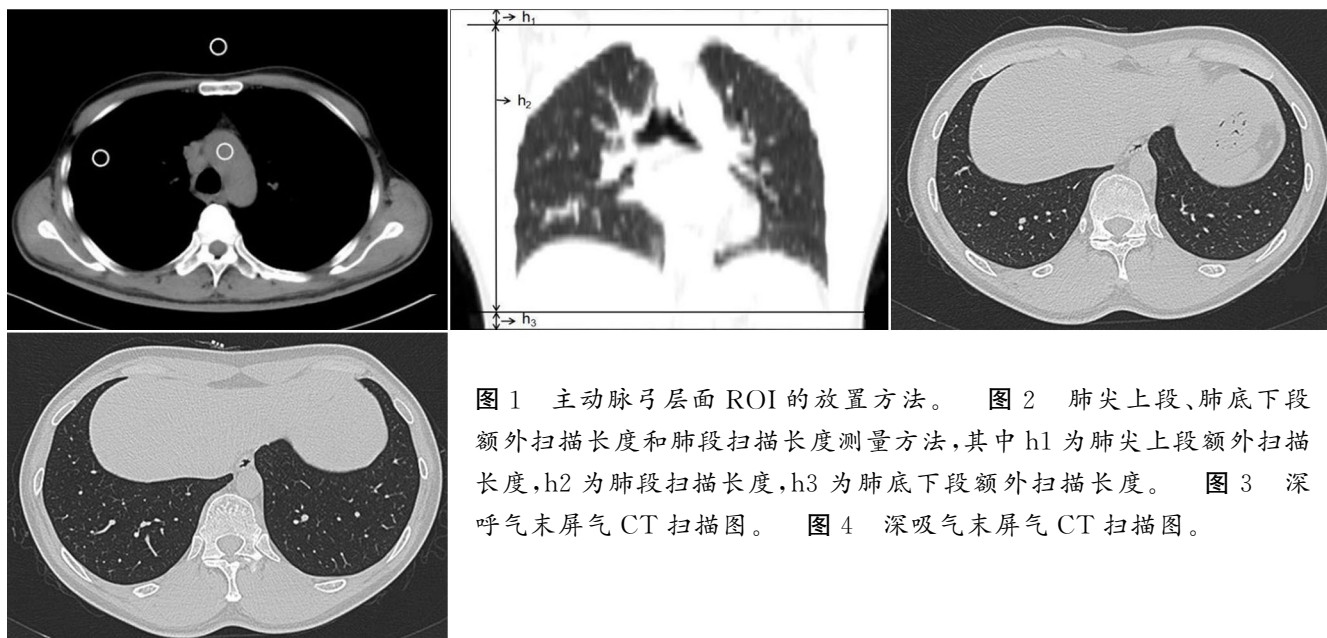


图 1 主动脉弓层面 ROI 的放置方法。图 2 肺尖上段、肺底下段额外扫描长度和肺段扫描长度测量方法,其中 h_1 为肺尖上段额外扫描长度, h_2 为肺段扫描长度, h_3 为肺底下段额外扫描长度。图 3 深呼气末屏气 CT 扫描图。图 4 深吸气末屏气 CT 扫描图。

工电离辐射的最大来源呈不断增加的趋势。CT 对肺部疾病的诊断具有极高的敏感性和特异性,已成为诊断肺部肿瘤的首选影像学方法。在不影响影像诊断的前提下,国内外学者目前主要采用降低管电压、管电流和自动曝光等方法来降低患者所受辐射剂量,通过深呼气末屏气扫描以降低扫描长度的方法在胸部 CT 及其辐射剂量相关性的研究并不多见。

CT 辐射剂量与扫描长度呈正相关,降低扫描长度可降低 CT 辐射剂量且不影响图像质量。国内外已有通过减少扫描长度的方法降低 CT 冠状动脉成像和肺动脉成像的辐射剂量的文献报道^[11,12]。常规胸部 CT 采用深吸气末屏气再采集图像的方法,肺实质处于舒张状态,较本文采用的深呼气末屏气再采集图像的方法,扫描长度更长,患者所受辐射剂量更大。本研究中,两组肺尖上段及肺底下段扫描长度差异无统计学意义,而 B 组(深呼气末屏气)较 A 组(深吸气末屏气)肺段扫描长度降低,且差异具有统计学意义,故辐射剂量降低主要是由于肺段扫描长度降低引起的。不同器官对 X 线的敏感程度不同。胸部 CT 检查中,甲状腺、肝脏、脾脏和胃更容易受到额外 X 线的影响,尤以甲状腺为著。额外的辐射剂量对上述器官可能产生远期的不良影响,增加其患癌的可能性。本研究中, B 组的辐射剂量较 A 组大幅度降低(约 13.08%),且前者肺尖上段及肺底下段的扫描覆盖范围较后者进一步缩小,从而降低了 X 线对这些敏感组织器官可能造成的不良影响。

本研究发现,两组图像 SNR、CNR 均无明显差异;图像整体质量评分均 ≥ 3 分,均满足影像诊断需求,两组间差异亦无统计学意义。随着 CT 设备的不断更新换代,现代 CT 已实现亚毫米级成像(本研究重

建图像层厚为 0.625 mm),而目前影像可识别的肺部小结节均 >1 mm;另外,中国肺癌低剂量螺旋 CT 筛查最新指南提出,将筛查阳性结节最小直径设定为 5 mm,可使检出结节的假阳性率降低 20%^[13]。上述小结节直径均大于本次研究重建图像的层厚,故肺实质在呼气末屏气状态下采集图像不会造成结节病变的漏诊,且呼气相 HRCT 扫描能够清晰的观察到空气滞留的特征表现,对临床小气道病变的早期诊断具有重要意义^[14],可在降低辐射剂量的同时获得满足诊断需求的图像。

本研究的不足之处:①样本量较少;②没有采用组织器官加权因子对肝脏、甲状腺等进行更加精细的计算,可能低估额外 X 线对敏感器官的损伤。

综上所述,相对于深吸气末屏气胸部 CT 检查,深呼气末屏气胸部 CT 检查可获得满足诊断需求图像,同时明显降低辐射剂量,可成为体检胸部 CT 的常规检查方式。

参考文献:

- [1] 唐威,黄遥,吴宁,等.64 层螺旋 CT 肺部低剂量扫描方案优选的多中心研究[J].中华放射学杂志,2011,45(2):142-148.
- [2] 张丽,于红,刘士远,等.迭代重建技术对低剂量肺部平扫 CT 图像质量的影响[J].中华放射学杂志,2013,47(4):316-320.
- [3] 王新风.常规体检中 CT 低剂量薄层胸部扫描与 DR 检查对病变检出率对比分析[J].影像研究与医学应用,2019,3(10):126-127.
- [4] Heyer CM, Mohr PS, Lemburg SP, et al. Image quality and radiation exposure at pulmonary CT angiography with 100- or 120kVp protocol: prospective randomized study[J]. Radiology, 2007, 245(2):577-583.
- [5] 彭芸,马大庆,李剑颖,等.64 层螺旋 CT 自动管电流调节技术在婴幼儿肺部低剂量 CT 扫描中应用的可行性研究[J].中华放射学杂志,2008,42(10):1045-1049.
- [6] 朱卫国,彭建亮,梁婧,等.CT 检查影像质量和辐射剂量影响因素

分析[J].中国职业医学,2015,42(2):102-105.

[7] 钱玉娥,胡红杰,张峭巍,等.新双源 CT 虚拟平扫技术在肝脏检查中的应用[J].中华放射学杂志,2011,45(2):120-123.

[8] Behrendt FF, Schmidt B, Plunhans C, et al. Image fusion in dual energy computed tomography: effect on contrast enhancement, signal-to-noise ratio and image quality in computed tomography angiography[J]. Invest Radiol, 2009, 44(1): 1-6.

[9] Shrimpton PC, Hillier MC, Lewis MA, et al. National survey of doses from CT in the UK: 2003[J]. Br J Radiol, 2006, 79(948): 968-980.

[10] 郑钧正.联合国原子辐射效应科学委员会 2008 年报告书概述[J].辐射防护通讯,2012,32(4):43-47.

[11] Rodrigues JC, Negus IS, Manghat NE, et al. A completed audit cycle of the lateral scan projection radiograph in CT pulmonary angiography (CTPA): the impact on scan length and radiation dose[J]. Clin Radiol, 2013, 68(6): 574-579.

[12] 付维东,龚建平,宦坚,等.钙化积分扫描缩短冠脉 CTA 扫描范围及降低辐射量的作用[J].放射学实践,2012,27(3):305-308.

[13] 李小雪,蒲洪,尹芳艳,等.肺部结节的诊疗新进展[J].放射学实践,2019,34(5):578-582.

[14] 刘淑芳,张若曦,王立强,等.胸部 CT 扫描吸气相和呼气相与肺小气道病变的相关性研究[J].河北医药,2016,38(16):2432-2439.

(收稿日期:2019-05-06 修回日期:2019-07-30)

本刊可直接使用的医学缩略语

医学论文中正确、合理使用专业名词可以精简文字,节省篇幅,使文章精炼易懂。现将放射学专业领域为大家所熟知的专业名词缩略语公布如下(按照英文首字母顺序排列),以后本刊在论文中将对这一类缩略语不再注释其英文全称和中文。

ADC (apparent diffusion coefficient):表观扩散系数
ALT:丙氨酸转氨酶;AST:天冬氨酸转氨酶
BF (blood flow):血流量
BOLD (blood oxygenation level dependent):血氧水平依赖
BV (blood volume):血容量
b:扩散梯度因子
CAG (coronary angiography):冠状动脉造影
CPR (curve planar reformation):曲面重组
CR(computed radiography):计算机 X 线摄影术
CT (computed tomography):计算机体层成像
CTA (computed tomography angiography):CT 血管成像
CTPI(CT perfusion imaging):CT 灌注成像
DICOM (digital imaging and communication in medicine):医学数字成像和传输
DR(digital radiography):数字化 X 线摄影术
DSA (digital subtraction angiography):数字减影血管造影
DWI (diffusion weighted imaging):扩散加权成像
DTI (diffusion tensor imaging):扩散张量成像
ECG (electrocardiography):心电图
EPI (echo planar imaging):回波平面成像
ERCP(endoscopic retrograde cholangiopancreatography):经内镜逆行胰胆管造影术
ETL (echo train length):回波链长度
FLAIR (fluid attenuation inversion recovery):液体衰减反转恢复
FLASH (fast low angel shot):快速小角度激发
FOV (field of view):视野
FSE (fast spin echo):快速自旋回波
fMRI (functional magnetic resonance imaging):功能磁共振成像
IR (inversion recovery):反转恢复
Gd-DTPA:钆喷替酸葡甲胺
GRE (gradient echo):梯度回波
HE 染色:苏木素-伊红染色
HRCT(high resolution CT):高分辨率 CT

MPR (multi-planar reformation):多平面重组
MIP (maximum intensity projection):最大密(强)度投影
MinIP (minimum intensity projection):最小密(强)度投影
MRA (magnetic resonance angiography):磁共振血管成像
MRI (magnetic resonance imaging):磁共振成像
MRS (magnetic resonance spectroscopy):磁共振波谱学
MRCP(magnetic resonance cholangiopancreatography):磁共振胰胆管成像
MSCT (multi-slice spiral CT):多层螺旋 CT
MTT (mean transit time):平均通过时间
NEX (number of excitation):激励次数
PACS (picture archiving and communication system):图像存储与传输系统
PC (phase contrast):相位对比法
PET (positron emission tomography):正电子发射计算机体层成像
PS (surface permeability):表面通透性
ROC 曲线(receiver operating characteristic curve):受试者操作特征曲线
SPECT (single photon emission computed tomography):单光子发射计算机体层摄影术
PWI (perfusion weighted imaging):灌注加权成像
ROI (region of interest):兴趣区
SE (spin echo):自旋回波
STIR(short time inversion recovery):短时反转恢复
TACE(transcatheter arterial chemoembolization):经导管动脉化疗栓塞术
T₁ WI (T₁ weighted image):T₁ 加权像
T₂ WI (T₂ weighted image):T₂ 加权像
TE (time of echo):回波时间
TI (time of inversion):反转时间
TR (time of repetition):重复时间
TOF (time of flight):时间飞跃法
TSE (turbo spin echo):快速自旋回波
VR (volume rendering):容积再现
WHO (World Health Organization):世界卫生组织
NAA(N-acetylaspartate):N-乙酰天门冬氨酸
Cho(choline):胆碱
Cr(creatine):肌酸

(本刊编辑部)