

· 论著 ·

人工智能技术结合低剂量方案在胸部CT成像中的应用研究探讨

孔海涛* 郭子祺 刘婷婷

新乡市第一人民医院CT室(河南 新乡 453000)

【摘要】目的 研究人工智能(AI)技术结合低剂量方案在胸部CT成像中的应用效果, 以期为临床胸部CT成像的更好应用提供指导依据。**方法** 选取从2022年1月至2023年12月于医院接受胸部CT检查的128例患者开展研究。将其以电脑编号奇偶数字法随机分作AI技术组($n=64$)及常规组($n=64$)。两组均开展常规低剂量胸部CT检查, 常规组图像算法选用滤波反投影, AI技术组图像算法选用AI图像优化算法。对比两组肺窗与纵隔窗图像质量主观评分, 胸主动脉与肺主动脉的信噪比(SNR)、对比噪声比(CNR), 辐射剂量, 分析AI技术组体质量指数(BMI)值不同患者辐射剂量的差异。**结果** AI技术组肺窗与纵隔窗图像质量主观评分均高于常规组(均 $P<0.05$)。AI技术组胸主动脉、肺主动脉的SNR、CNR均高于常规组(均 $P<0.05$)。AI技术组各项辐射剂量指标水平均低于常规组(均 $P<0.05$)。AI技术组BMI值 $\geq 28\text{kg/m}^2$ 患者CTDIvol、DLP、ED均高于BMI值 $< 28\text{kg/m}^2$ 患者(均 $P<0.05$)。**结论** AI技术结合低剂量方案在胸部CT成像中的应用效果较佳, 可明显提升图像质量, 同时可减少辐射剂量, 其中BMI值可能会对胸部CT成像辐射剂量产生直接影响, 应予以重点关注。

【关键词】 胸部CT成像; 人工智能技术; 低剂量; 辐射剂量; 图像质量

【中图分类号】 R56

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2024.12.030

Study on the Application of Artificial Intelligence Technology Combined with Low Dose Regimen in Chest CT Imaging

KONG Hai-tao*, GUO Zi-qi, LIU Ting-ting.

CT Room, Xinxiang First People's Hospital, Xinxiang 453000, Henan Province, China

Abstract: Objective To study the application effect of artificial intelligence (AI) technology combined with low-dose regimen in chest CT imaging, in order to provide guidance for better application of clinical chest CT imaging. **Methods** A total of 128 patients who received chest CT examination in hospital from January 2022 to December 2023 were selected for this study. They were randomly divided into AI technical group ($n=64$) and conventional group ($n=64$) by computer numbered odd-even number method. Conventional low-dose chest CT examination was carried out in both groups. Filtered back projection was selected as the image algorithm in the conventional group, and AI image optimization algorithm was selected as the image algorithm in the AI technology group. The subjective score of pulmonary window and mediastinal window image quality, signal-to-noise ratio (SNR), contrast-to-noise ratio (CNR) and radiation dose of thoracic aorta and pulmonary aorta were compared between the two groups, and the difference of radiation dose of patients with different body mass index (BMI) values of AI technology group was analyzed. **Results** The subjective scores of lung window and mediastinal window in AI group were higher than those in conventional group (all $P < 0.05$). SNR and CNR of thoracic aorta and pulmonary aorta in AI technology group were higher than those in conventional group ($P < 0.05$). The levels of radiation dose indexes in AI technology group were lower than those in conventional group (all $P < 0.05$). CTDIvol, DLP and ED of patients with BMI $\geq 28\text{kg/m}^2$ in AI technology group were higher than those with BMI $< 28\text{kg/m}^2$ (all $P < 0.05$). **Conclusion** The application of AI technology combined with low-dose regimen in chest CT imaging has a good effect, which can significantly improve the image quality and reduce the radiation dose at the same time. BMI value may have a direct impact on the radiation dose of chest CT imaging, and should be paid attention to.

Keywords: Chest CT imaging; Artificial Intelligence Technology; Low Dose; Radiation Dose; Image Quality

随着近年来影像学技术的飞速发展以及CT设备的逐渐完善, CT检查已在临床上得到广泛应用, 相较于X线片而言, CT检查可提供更多的影像学信息, 从而为疾病诊治提供可靠依据^[1-2]。然而, CT检查过程中可能存在明显的电离辐射, 相关研究发现, CT辐射剂量的大小会直接影响扫描图像的质量, 甚至会影响患者患癌风险^[3]。由此可见, 如何在获取理想的图像质量同时, 最大程度降低辐射剂量意义重大, 可有效提高患者CT检查安全性, 已成为影像学研究的热点之一。人工智能(artificial intelligence, AI)重建技术主要是在随机森林等机器学习基础上获得的优化重建算法, 可在一定程度上减少图像噪声, 进而实现对图像信噪比效果的改善, 有利于图像质量的提升^[4-5]。鉴于此, 本文通过研究AI技术结合低剂量方案在胸部CT成像中的应用效果。希望为胸部CT成像的临床应用提供新的思路, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取从2022年1月至2023年12月于医院接受胸部CT检查的128例患者开展研究。将其以电脑编号奇偶数字法随机分作AI技术组($n=64$)及常规组($n=64$)。AI技术组男37例, 女27例; 年龄25~59岁, 平均 (39.75 ± 6.21) 岁; 体质量指数(body

mass index, BMI) $17 \sim 32\text{kg/m}^2$, 平均 $(23.41 \pm 2.09)\text{kg/m}^2$; 文化水平: 初中及以下19例, 高中或中专28例, 大专及以上17例。常规组男39例, 女21例; 年龄24~58岁, 平均 (39.91 ± 6.24) 岁; BMI $17 \sim 32\text{kg/m}^2$, 平均 $(23.55 \pm 2.13)\text{kg/m}^2$; 文化水平: 初中及以下21例, 高中或中专29例, 大专及以上14例。两组上述资料差异较小($P>0.05$), 有可比性。

纳入标准: 受试者均有胸部CT检查指征; 年龄18~59岁; 临床资料完善。排除标准: 心、肝、肾等脏器发生重大病变; 神志异常; 因故无法完成相关检查/研究; 有碘过敏史; 合并血液系统疾病或恶性肿瘤; 同期正参与其他研究。受试者已签同意书, 该研究经医院医学伦理委员会批准。

1.2 方法 (1)常规低剂量胸部CT检查: 仪器选用PHILIPS iCT(256层)螺旋CT机。检查前指导受检者取仰卧位, 并将头颈部的金属异物进行摘除。开启LDCT低剂量扫描模式, 扫描参数: 管电压80kV, 管电流100-300mA, 螺距0.915, 转速0.75s/r, 噪声指数23~25, 层厚取2.0mm, 层间距取1.0mm, 层间距取0.625mm。沿着胸廓入口开始扫描, 直至肺底部。肺窗: 窗宽取1200Hu, 窗位取600Hu; 纵隔窗: 窗宽取350Hu, 窗位取45Hu。(2)图像算法: 常规组图像算法选用滤波反投影。AI技术

【第一作者】 孔海涛, 男, 主管技师, 主要研究方向: CT技术方向。E-mail: 15637391367@163.com

【通讯作者】 孔海涛

组图像算法选用AI图像优化算法：即将CT图像传输至PHILIPS EBW V4.5CT工作站，对扫描参数及受检者基本信息予以屏蔽处理，选用迭代算法ClearView+(50%)对图像进行处理优化重建。

1.3 评价标准 (1)图像质量：主要涵盖主观与客观评价两个方面。前者即对肺窗与纵隔窗显示情况进行评价，有关标准如下：①4分：图像质量理想，目标区域的纹理以及血管、气管、心脏等结构均清晰可见；②3分：图像质量良好，目标区域的纹理以及血管、气管、心脏结构欠清晰，存在轻微伪影；③2分：图像质量一般，目标区域的纹理以及血管、气管、心脏结构均模糊不清，存在中度伪影；④1分：图像质量较差，目标区域的纹理以及血管、气管、心脏结构均无法显示，存在严重伪影，无法诊断。上述评估工作均由医院2名工作年限≥10年的放射科医师以双盲法完成，若二者评分不一致，则通过讨论的方式最终确定^[6]：后者评估指标涵盖信噪比(signal-to-noise ratio, SNR)与对比信噪比(compare the signal-to-noise ratio, CNR)^[7]。首先对胸主动脉、肺主动脉及竖脊肌CT值与标准差(standard deviation, SD)进行准确测量，之后根据有关公式计算上述指标结果。SNR=血管CT值/血管SD，CNR=(血管CT值-竖脊肌CT值)/

竖脊肌SD。(2)辐射剂量：观察指标涵盖下述3项：①容积CT剂量指数(volume CT dose index, CTDIvol)；②剂量长度乘积(dose-length product, DLP)；③有效剂量(effective dose, ED)。(3)分析AI技术组BMI值不同患者辐射剂量的差异。

1.4 统计学方法 本研究涉及数据的分析处理借助SPSS 24.0软件实现。计量/计数数据表示为($\bar{x} \pm s$)/[n(%)]，行 t/χ^2 检验。 $P<0.05$ 即差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组肺窗与纵隔窗图像质量主观评分对比 AI技术组肺窗与纵隔窗图像质量主观评分均高于常规组(均 $P<0.05$)。见表1。

2.2 两组胸主动脉与肺主动脉的SNR、CNR对比 AI技术组胸主动脉、肺主动脉的SNR、CNR均高于常规组(均 $P<0.05$)。见表2。

2.3 两组辐射剂量对比 AI技术组CTDIvol、DLP、ED均低于常规组(均 $P<0.05$)。见表3。

2.4 AI技术组BMI值不同患者辐射剂量对比 AI技术组BMI值≥28kg/m²患者CTDIvol、DLP、ED均高于BMI值<28kg/m²患者(均 $P<0.05$)。见表4。

表1 两组肺窗与纵隔窗图像质量主观评分对比

组别	例数	肺窗	纵隔窗
AI技术组	64	3.66±0.34	3.71±0.29
常规组	64	3.10±0.28	3.16±0.25
t值	-	10.171	11.492
P值	-	<0.001	<0.001

表2 两组胸主动脉与肺主动脉的SNR、CNR对比

组别	例数	胸主动脉		肺主动脉	
		SNR	CNR	SNR	CNR
AI技术组	64	4.97±0.46	3.01±0.55	5.73±0.49	2.96±0.52
常规组	64	2.85±0.37	1.28±0.31	3.88±0.41	1.34±0.43
t值	-	28.729	21.921	23.165	19.207
P值	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表3 两组辐射剂量对比

组别	例数	CTDIvol(mGy)	DLP(mGy·cm)	ED(mSv)
AI技术组	64	1.24±0.33	34.59±5.77	0.74±0.12
常规组	64	2.45±0.56	60.02±7.36	1.31±0.38
t值	-	14.892	21.753	11.443
P值	-	<0.001	<0.001	<0.001

表4 AI技术组BMI值不同患者辐射剂量对比

BMI值	例数	CTDIvol(mGy)	DLP(mGy·cm)	ED(mSv)
<28kg/m ²	52	1.14±0.27	33.16±5.09	0.69±0.08
≥28kg/m ²	12	1.68±0.45	40.78±6.25	0.95±0.16
t值	-	5.445	4.477	8.198
P值	-	<0.001	<0.001	<0.001

3 讨 论

随着近年来低剂量CT成像技术在胸部疾病检查中的应用逐渐广泛，不少研究学者发现低剂量CT成像虽然可有效降低辐射剂量，但可能难以保证图像质量^[8-9]，故而图像重建是提升CT成像质量的重中之重。滤波反投影重建算法属于传统重建方式，主要是通过降低管电压或管电流的方式减少辐射剂量，但会导致成像噪音增加，进而无法确保CT图像质量^[10-11]。随着AI技术的飞速发展，该技术已被广泛应用于医疗领域中，尤其是在疾病诊断、预后评估中获得较为理想的效果。AI技术应用于胸部CT成像中，主要是通过训练图像噪声实施优化，借助神经网络分离噪声-图像后重建获取全新图像，实现了对高噪声图像的进一步优化，可能对图像质量的提升以及辐射剂量的减少具有明显效果^[12-13]。

本文结果显示：AI技术组肺窗与纵隔窗图像质量主观评分均高于常规组。与此同时，AI技术组胸主动脉、肺主动脉的SNR、CNR均高于常规组。这与曹建新^[14]等人的研究报道相吻合，提示了AI技术结合低剂量方案在胸部CT成像中的应用效果较佳，可明显提升图像质量。考虑原因，滤波反投影重建算法在提升图像质量方面效果有限，过度提升重建算法权重可能会导致图像分辨率降低，甚至引起图像细节的丢失，进一步降低图像质量，可能导致小细节病变被漏诊。AI图像优化技术主要是借助卷积神经网络

学习低剂量CT图像噪声模型，从而实现噪声和图像的分离，最大限度上避免了上述过程中图像细节的丢失，进一步达到在减少辐射剂量的同时，获取较为理想的图像质量^[15]。此外，AI技术组CTDIvol、DLP、ED均低于常规组。这在李翔^[16]等人的研究报道中获得佐证，反映了AI技术结合低剂量方案可显著降低胸部CT成像中的辐射剂量。推测原因，AI技术通过对CT扫描图像数据集实施标准图像化处理并形成图像数据，之后获取相关模型训练数值下自动生成的CNN值，随后以此为基础通过数据过滤形成CT辐射剂量数据集，从而为CT扫描仪扫描参数实施调整，生成自动扫描方案，最终达到降低CT辐射剂量的目的^[17]。另外，AI技术组BMI值≥28kg/m²患者CTDIvol、DLP、ED均高于BMI值<28kg/m²患者。这与既往相关研究报道相似^[18]，说明了肥胖患者胸部CT检查过程中的辐射剂量远超正常体重患者。考虑原因，肥胖患者皮下存在明显增厚的软组织，从而导致大量光子衰减，进一步影响图像噪声，且肥胖患者的血液分布异于正常人群，可能引起达峰时间血管乳花差，从而使得血管内对比剂显影较差。为了获取良好的图像质量，患者往往需要通过增加管电压或管电流等方式，最终促使其辐射剂量增加。值得注意的是，AI技术结合低剂量方案

(下转第102页)

性较高,但本研究仍存在一定不足,如研究病例数较小、样本来源单一、观察指标少等,可能对研究结论准确性造成影响,后期仍需开展大规模、多中心的临床试验,进一步论证、分析坤泰胶囊联合雌孕激素在卵巢囊肿剥除术患者术后中的应用效果。

综上所述,坤泰胶囊联合雌孕激素可改善卵巢囊肿剥除术患者术后性激素水平,提高其卵巢储备功能,降低术后月经异常发生率,且不增加不良反应,安全性良好。

参考文献

[1] 姚依勃, 龚亚斌, 陆雁, 等. 卵巢囊肿的病理生理变化及治疗进展[J]. 医学综述, 2018, 24(10): 2053-2056, 2063.

[2] 马煜磊. 探讨多层螺旋CT多平面重建技术在诊断卵巢囊肿蒂扭转中的应用价值[J]. 罕少疾病杂志, 2023, 30(4): 62, 74.

[3] 池保绘, 杨金妹, 庞岚. 腹腔镜下卵巢囊肿剥除术治疗卵巢囊肿的效果及对残留卵巢储备功能、自然妊娠结局的影响[J]. 临床误诊误治, 2023, 36(2): 94-97.

[4] 梁博. 腹腔镜下卵巢囊肿剥除术对卵巢囊肿的治疗效果观察与评定[J]. 罕少疾病杂志, 2018, 25(2): 41-43.

[5] 时建荣, 张瑞琪, 穆艳丽. 坤泰胶囊联合克罗米芬治疗排卵障碍性不孕症疗效观察[J]. 新乡医学院学报, 2018, 35(4): 336-339.

[6] 中国医师协会妇产科医师分会妇科肿瘤学组. 卵巢囊肿诊治中国专家共识(2022年版)[J]. 中国实用妇科与产科杂志, 2022, 38(8): 814-819.

[7] 程金花, 张毅. 针刺全息胚下腹穴联合活血化瘀方保留灌肠对卵巢囊肿患者卵巢储备功能及雌激素水平的影响[J]. 四川中医, 2022, 40(2): 203-206.

[8] 吴莉, 闫丽娟. 3项指标检测评价腹腔镜下卵巢囊肿剥除术前后卵巢的储备能力[J]. 检验医学与临床, 2018, 15(6): 890-892, 896.

[9] 黄育斌, 唐雪珍, 李鸿恩, 等. 先天性卵巢囊肿多层螺旋CT表现与临床[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(5): 130-132.

[10] 金志春, 黄晓桃, 杨雅琴, 等. 补肾活血方联合雌孕激素治疗卵巢早衰的临床研究[J]. 中国中西医结合杂志, 2013, 33(5): 586-589.

[11] 何永娜. MRI诊断卵巢囊肿蒂扭转的影像特征分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(3): 132-134.

[12] 李艳莹, 范立磊, 吴玲玲, 等. 坤泰胶囊对围绝经期大鼠血管内皮损伤及卵巢组织中血管内皮生长因子和胰岛素样生长因子-1表达的影响[J]. 安徽医药, 2023, 27(6): 1088-1093, 后插3.

[13] 蔡健, 李雪. 坤泰胶囊联合激素替代疗法对卵巢早衰患者临床症状和性激素水平的影响[J]. 现代中西医结合杂志, 2019, 28(35): 3933-3936.

[14] 阿茹娜, 罗云瑶, 李思聪, 等. 坤泰胶囊治疗早发性卵巢功能不全有效性和安全性的Meta分析[J]. 中国循证医学杂志, 2019, 19(8): 953-959.

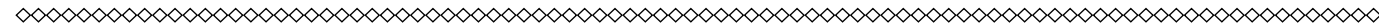
[15] 杨屹, 康瑛, 罗金维. 腹腔镜下卵巢囊肿剥除术对不同程度卵巢囊肿患者卵巢储备功能的影响[J]. 中国性科学, 2019, 28(4): 68-72.

[16] 吕莹莹, 于皓. 悬吊式腹腔镜下卵巢囊肿剥除术对患者卵巢功能和炎症细胞因子的影响[J]. 中国妇幼保健, 2021, 36(16): 3764-3767.

[17] 成彩云. 坤泰胶囊用于腹腔镜下卵巢囊肿剥除术后对卵巢功能恢复及炎症因子的影响[J]. 临床研究, 2023, 31(6): 106-108, 111.

[18] 易娜, 邱胜凤, 刘群, 等. 坤泰胶囊在卵巢囊肿术后保护卵巢功能的应用[J]. 右江医学, 2022, 50(10): 746-749.

(收稿日期: 2024-06-25)
(校对编辑: 翁佳鸿)



(上接第76页)

在胸部CT成像中的应用仍存在一定问题,如尚无统一标准、训练数据质量参差不齐以及科学的系统临床验证有所欠缺等,仍需未来进一步研究进行完善。

综上所述, AI技术结合低剂量方案应用于胸部CT成像中可获得较为理想的效果,可在提升图像质量的同时,最大限度上减少辐射剂量,提高了检查的安全性。此外,为获取理想的图像质量,肥胖患者往往会增加辐射剂量,应重点关注。

参考文献

[1] Remy-Jardin M, Hutt A, Flohr T, et al. Ultra-high-resolution photon-counting CT imaging of the chest: a new era for morphology and function[J]. Invest Radiol, 2023, 58(7): 482-487.

[2] 刘思萌, 刘新顶, 武鹏, 等. 80kV低电压联合iDose4迭代重建技术在儿童胸部CT检查中的应用研究[J]. 哈尔滨医科大学学报, 2023, 57(5): 571-574, 579.

[3] 徐亚运, 胡政杨, 吕品, 等. 双层探测器光谱CT虚拟平扫应用于肺结节人工智能诊断的可行性研究[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2023, 43(10): 827-832.

[4] 赵世龙, 燕晶晶, 胡冰, 等. 人工智能辅助诊断技术在低剂量胸部CT检查阅片中的应用效果[J]. 中国民康医学, 2021, 33(21): 125-126.

[5] 刘江萍, 李烨, 刘文华, 等. 基于人工智能的轻型输入性新型冠状病毒肺炎患者胸部CT的影像学分析[J]. 中国中西医结合急救杂志, 2020, 27(3): 275-278.

[6] 王鸿, 曾勇明, 刘强, 等. CT扫描剂量和迭代重建算法对胸部不同区域纯磨玻璃结节成像质量及检出能力的影响: 体模研究[J]. 检验医学与临床, 2023, 20(1): 72-75, 80.

[7] 王厚军, 陈瑶, 万洪晓. 探讨不同成像参数在胸部计算机断层扫描图像质量及有效辐射剂量中的应用价值[J]. 现代医用影像学, 2023, 32(9): 1605-1608.

[8] 周悦, 侯平, 查开继, 等. 宝石能谱计算机自动智能辅助技术联合低剂量个性化扫描用于双期胸部CT增强检查的图像质量评价[J]. 郑州大学学报(医学版), 2020, 55(2): 262-266.

[9] Gaillandre Y, Duhamel A, Flohr T, et al. Ultra-high resolution CT imaging of interstitial lung disease: impact of photon-counting CT in 112

patients[J]. Eur Radiol, 2023, 33(8): 5528-5539.

[10] 李海梅, 刘康, 隋岩, 等. 不同CT扫描条件对胸部模体实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.

[11] 尹伟, 王敏杰, 徐瑞敏, 等. 基于人工智能的辅助运动校正算法对CCTA图像质量的影响[J]. 放射学实践, 2022, 37(8): 1035-1041.

[12] 杨彦鸿, 雷健东, 甘清鑫, 等. 基于高分辨率胸部CT及人工智能中西医结合与西医治疗COVID-19肺内病变体积占比分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(4): 39-40, 57.

[13] 陈国飞, 刘远健. 基于人工智能的胸部CT智能辅助诊断系统在LDCT数据集上的应用研究[J]. 现代医用影像学, 2020, 29(1): 72-73.

[14] 曹建新, 朱卓, 许炜, 等. 人工智能模型迭代重建对低剂量腹部增强CT图像质量的影响[J]. 暨南大学学报(自然科学与医学版), 2023, 44(5): 547-555.

[15] 梁付奎, 傅晓琴, 李彩琴, 等. 人工智能AI联合低剂量肺部CT扫描在肺结节诊断中的应用价值分析[J]. 影像研究与医学应用, 2023, 7(15): 28-30.

[16] 李翔, 张树桐, 王翔, 等. 人工智能联合肺部低剂量CT在新型冠状病毒肺炎诊断中的应用评价[J]. 中国医学装备, 2021, 18(4): 180-183.

[17] 祁冬, 姚传顺, 胡淑敏, 等. 人工智能在冠状动脉CT血管成像图像后处理和冠状动脉狭窄诊断中的应用[J]. 江苏大学学报(医学版), 2023, 33(4): 323-327, 332.

[18] 暴云锋, 蔡萌, 赵明娟, 等. 冠状动脉CT血管成像人工与人工智能后处理工作效率和图像质量的对比[J]. 实用放射学杂志, 2020, 36(8): 1322-1325.

(收稿日期: 2024-04-08)
(校对编辑: 江丽华)