

者认为该疗法为腰椎间盘突出症减压内固定手术后症状复发提供了一种临床可行的治疗方法。腰腿疼痛症状明显,经严格综合保守治疗症状无缓解,且临床症状与影像学检查相符,不违背适应证的前提下,可考虑应用低温等离子髓核消融术治疗。

参考文献

- 1 卢朝阳. 腰椎间盘突出症脊柱微创手术治疗临床观察[J]. 临床医学研究与实践, 2017, 2(26):74–76
- 2 张文武, 姚晓光, 申勇. 腰椎间盘突出症二次手术原因和处理的研究进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2014, 22(5):430–433
- 3 Park JS, Choi SE, Cho TK, et al. Recurrence rate after herniotomy only versus discectomy in lumbar disc herniation[J]. Korean J Spine, 2013, 10(4): 227–231
- 4 张洪连, 叶壮益, 王洁. 腰椎间盘突出症术后腰椎再手术的疗效及影响因素探析[J]. 中国民族民间医药, 2016, 25(5):111–112
- 5 赵福江, 陈仲强, 李危石, 等. 腰椎间盘突出症术后腰椎再手术的疗效及其影响因素分析[J]. 中国脊柱脊髓杂, 2012, 22(7):594–599
- 6 赵兵, 崔易坤, 宋晋刚, 等. 腰椎间盘突出症再手术原因分析与手术方式选择[J]. 成都医学院学报, 2016, 11(5):592–596
- 7 储建军, 张之栋, 刘铁龙. 腰椎间盘突出症再手术原因分析及对策[J]. 颈腰痛杂志, 2013, 34(5):405–409
- 8 吕海军. 腰椎间盘突出症术后腰椎再手术的疗效及其影响因素分析[J]. 河南医学研究, 2017, 26(1):114–115
- 9 Epstein NE, Schwall G. Thoracic spinal stenosis: diagnostic and treatment challenges[J]. Clin Spine Surg, 1994, 7(3): 259–269
- 10 Takahashi K, Kitahara H, Yamagata M, et al. Long-term results of anterior interbody fusion for treatment of degenerative spondylolisthesis [J]. Spine, 1990, 15(11): 1211–1215
- 11 胡有谷. 腰椎间盘突出症[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1995: 1–2
- 12 Lee J K, Amorosa L, Cho S K, et al. Recurrent lumbar disk herniation[J]. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2010, 18(6): 327–337
- 13 张伟, 陈德玉, 杨立利, 等. 复发性腰椎间盘突出症两种术式的选择及疗效分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2013, 21(9):883–886
- 14 吴辉, 胡凌云, 林宏. 复发性腰椎间盘突出症的微创手术治疗[J]. 重庆医学, 2014, 27:3556–3558
- 15 Atlas SJ, Keller RB, Chang YC, et al. Surgical and nonsurgical management of sciatica secondary to a lumbar disc herniation: five-year outcomes from the Maine Lumbar Spine Study[J]. Spine, 2001, 26(10): 1179–1187
- 16 Yorimitsu E, Chiba K, Toyama Y, et al. Long-term outcomes of standard discectomy for lumbar disc herniation: a follow-up study of more than 10 years[J]. Spine, 2001, 26(6): 652–657
- 17 Amirdelfan K, Webster L, Poree L, et al. Treatment options for failed back surgery syndrome patients with refractory chronic pain: an evidence based approach[J]. Spine, 2017, 42: S41–S52
- 18 李忠海, 马辉, 赵杰等. 腰椎椎间盘突出症再手术治疗的临床分析[J]. 脊柱外科杂志, 2010, 8(1):15–19
- 19 Burton CV, Kirkaldy-Willis WH, Yong-Hing K, et al. Causes of failure of surgery on the lumbar spine[J]. Clin Orthopaedi Relat Res, 1981, 157: 191–199
- 20 Gavin TM, Patwardhan AG, Lin R. Biomechanics of the spine and of spinal orthoses[J]. Atlas, 2017, 23: 61
- 21 Parker SL, Grahovac G, Vukas D, et al. Effect of an annular closure device (Barricaid) on same-level recurrent disk herniation and disk height loss after primary lumbar discectomy: two-year results of a multicenter prospective cohort study[J]. Clin Spine Surg, 2016, 29(10): 454–460

(收稿日期: 2017-10-29)

(修回日期: 2017-11-27)

320-DVCT 双低技术在肺动脉栓塞 诊断中的可行性研究

付小娇 刘芳 高超 马琳莹 李小路 只晓会 张同

摘要 目的 应用 320 排动态容积 CT 探究低辐射剂量、低对比剂联合 AIDR3D 迭代重建技术在呼气末对肺动脉栓塞诊断的可行性。**方法** 将 64 例疑似肺动脉栓塞患者随机分为 A、B 两组进行肺动脉 CT 血管成像 (CT pulmonary angiography, CT-PA)。A 组 ($n=32$) 注射对比剂: 剂量为 36.53 ± 3.19 ml, 浓度为 370 mgI/ml, 流速为 4.55 ± 0.38 ml/s; 管电压: 100 kVp。B 组 ($n=32$) 注射对比剂: 剂量为 20 ml, 浓度为 320 mgI/ml, 流速为 4.0 ml/s; 管电压: 80 kVp。采用自动管电流调制 (automatic tube current modulation, ATCM) 技术联合自适应迭代重建 3D (adaptive iterative dose reduction 3D iterative reconstruction, AIDR 3D IR) 技术在呼

作者单位: 150001 哈尔滨医科大学附属第四医院放射科

通讯作者: 张同, 教授, 主任医师, 硕士生导师, 电子信箱: zhangt0415@163.com

气末对所有患者进行 CTPA。扫描结束后,记录患者的对比剂剂量、碘量、CT 容积剂量指数($CTDI_{vol}$)、计量长度乘积(DLP)、有效剂量(ED)并对图像进行主及客观评价。在轴位图像上测量肺动脉主干及其各级分支的平均 CT 值。**结果** 比较两组的背景噪声、信噪比(SNR)、对比噪声比(CNR)及主观评价各级肺动脉的平均 CT 值,差异无统计学意义($P > 0.05$)。当管电压从 100kVp(A 组)下降到 80kVp(B 组)时,B 组的对比剂剂量、注射速率、碘量及 $CTDI_{vol}$ 、DLP、ED 等参数分别较 A 组下降了 45.25%、12.09%、52.66%、49.12%、49.25% 和 49.01%,差异有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** 在呼气末进行低管电压、低对比剂——“双低”联合 AIDR 3D 迭代重建的 CTPA 扫描方案能够在准确诊断 PE 的同时,有效降低辐射剂量。

关键词 肺动脉 CT 血管成像 X 线计算机体层摄影(CT) 辐射剂量 肺动脉栓塞 对比剂

中图分类号 R814.4; R543.2

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2018.10.037

320 – Row Dynamic Volume CT Using “Double Low” Technique in the Diagnosis of Pulmonary Embolism: A Preliminary Study. Fu Xiaojiao, Liu Fang, Gao Chao, et al. Department of Radiology, The Fourth Affiliated Hospital, Harbin Medical University, Heilongjiang 150001, China

Abstract Objective To evaluate the feasibility of low dose radiation and iodine CT pulmonary Angiography (CTPA) using a 320 – row dynamic volume CT(320 – DVCT). **Methods** Sixty – four suspected PE patients were randomly divided into two groups. Patients in group A ($n = 32$) were injected 36.53 ± 3.19 ml contrast medium (370mgI/ml) with injection rate 4.55 ± 0.38 ml/s, and performed CTPA using 100kVp tube voltage. In group B ($n = 32$), patients were received 20ml contrast medium (320mgI/ml) with rate 4.0ml/s and scanned using 80kVp tube voltage. All patients were performed CTPA on 320 – row volume CT with automatic tube current modulation (ATCM) and AIDR 3D iterative reconstruction algorithm(AIDR 3D IR). The following parameters were recorded: subjective image quality score, contrast dose and CT dose volume index ($CTDI_{vol}$), dose length product (DLP), effective dose (ED) and iodine content. In axial view, mean CT values of pulmonary arteries were measured. **Results** There were no significant differences in background noise, signal noise ratio (SNR), carrier – to – noise ratio (CNR), subjective evaluation and mean CT values of pulmonary arteries between two groups ($P > 0.05$). Contrast medium, injection rate, iodine content, $CTDI_{vol}$, DLP and ED in group B were declined from group A by 45.25%, 12.09%, 52.66%, 49.12%, 49.25% and 49.01% by reducing tube voltage from 100kVp to 80kVp. All differences were statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion** CTPA protocol by reducing tube voltage as well as contrast agent during a single inspiratory breath – hold is feasible and radiation dose exposure can be easily reduced.

Key words Pulmonary CTA; X – ray computed tomography (CT); Radiation dose; Pulmonary embolism; Contrast medium

肺栓塞(pulmonary embolism,PE)急诊科常见的、潜在的致命疾病之一。由于其在最初几个小时内病死率极高,因此,对疑似 PE 患者进行准确诊断和及时有效治疗是至关重要^[1]。多层螺旋 CT 具有高空间分辨率和时间分辨率的优点,因此,CTPA 已成为临床排除 PE 的首选辅助检查方法^[2]。近年来随着患者 CT 检查数量不断增加,辐射暴露问题引起了人们的广泛关注^[3]。此外,由于 CTPA 检查使用的碘对比剂(CM)可能会导致对比剂肾病(CIN)的发生,而引起人们对 CTPA 检查安全性的担心。因此,如何实现“辐射防护最优化”(ALARA)原则已成为当前 CTPA 的研究焦点。低管电压扫描方案能够降低疑似 PE 患者 CTPA 的辐射剂量及对比剂摄入量^[4,5]。而降低管电压会增加图像噪声,从而影响图像质量^[6]。AIDR 3D 迭代重建技术可以改善因噪声增加对图像质量的影响。研究表明,低电压结合迭代重建的 CTPA 扫描方案的图像质量能够满足 PE 诊断^[7]。本研究旨在探讨 320 – DVCT 对低辐射剂量、低对比剂联合 AIDR 3D 迭代重建技术在呼气末对 PE 诊断的可

行性。

对象与方法

1. 对象:选取 2017 年 1 月 ~ 2017 年 9 月期间,因胸痛、气促、胸闷、呼吸困难在笔者医院行 CTPA 检查的 64 例疑似 PE 患者。其中,男性 30 例,女性 34 例,患者平均年龄 61.69 ± 13.07 岁。将 64 例患者随机分为 A、B 组,每组 32 例。排除标准:严重心律失常者、碘对比剂过敏者、年龄 < 18 岁者、孕妇、甲亢、肾功能不全者(血肌酐 > 1.5 mg/L)及体重 > 80 kg 者。本研究经笔者医院机构审查委员会批准,所有患者在检查前签署知情同意书,并告知其注意事项。

2. 扫描方案:采用日本东芝公司 320 排动态容积 CT(日本 Aquilion Vision Toshiba 公司)。扫描参数:探测器准直 320×0.5 mm;机架旋转时间 0.275 s;扫描层厚 0.5 mm;间隔 0.5 mm;自动管电流调制技术(ATCM);管电压 A 组(100kVp)、B 组(80kVp);采用自适应迭代重建 3D(AIDR 3D)技术重建。A 组对比剂注射方案:用碘流率计算对比剂的注射速率以及

总的碘摄入量。碘流率公式: $\text{mgI}/\text{s} = 17.5 \text{M} + 525$, M 为体重, 单位 kg, 对比剂持续注射时间: 8s。对比剂注射速率 = 碘流率 ÷ 对比剂浓度。对比剂剂量 = 对比剂注射速率 × 8s。A 组: 对比剂剂量 $36.53 \pm 3.19 \text{ml}$, 浓度 370mgI/ml , 流速 $4.55 \pm 0.38 \text{ml/s}$; B 组: 对比剂剂量 20ml , 浓度 320mgI/ml , 流速 4ml/s ; 两组患者在注射对比剂后以 4ml/s 的流速注生理盐水 10ml 。扫描前对患者进行呼气末屏训练; 患者取仰卧位; 扫描范围以监测层面气管分叉为中心 16cm ; 感兴趣区(ROI)设置在肺动脉主干; 采用 CM 实时监控手动触发扫描。

3. 图像后处理: 将全部重建图像数据传输到 Vitrea FX 3.0 后处理工作站, 进行多平面重建(MPR)、曲面重建(CPR)、容积再现(VR)及最大密度投影(MIP)。

4. 图像分析: (1) 客观图像评价: 由 1 位经验丰富的影像技师在轴位上测量肺动脉主干、左肺动脉、右肺动脉、叶动脉、肺段及亚段肺动脉 CT 值。ROI 大小血管直径 $\geq 2 \text{mm}$, ROI 面积至少为所测血管面积的 $1/2$, 每个 ROI 的 CT 值测量 3 次后取平均值。测量时避开肺动脉栓子、上腔静脉线束硬化伪影。肺动脉主干的平均 CT 值作为信号值, 肺动脉主干层面的肺动脉主干、脂肪、肌肉 CT 值标准差的平均值作为背景噪声, 肺动脉主干层面两侧椎旁肌的平均 CT 值作为对比信号值。信噪比(signal-to-noise ratio, SNR) = 信号值 / 背景噪声。对比噪声比(contrast-to-noise ratio, CNR) = (信号值 - 对比信号值) / 背景噪声。(2) 主观图像评价: 由 2 名诊断经验丰富的影像医师采用 3 分评分法以双盲形式对各级肺动脉的图像进行评价。评分标准: 1 分, 图像质量优, 能够诊断或排除 PE; 2 分, 图像质量中等不如 1 分, 但仍能够满足诊断 PE; 3 分, 图像质量差, 造影剂充盈不良, 无法进行诊断^[8]。当诊断结果不一致时, 二者协商后达成一致。

4. 辐射剂量: CT 容积剂量指数(CTDIvol)及计量长度乘积(DLP)由计算机在扫描结束后自动生成。有效剂量(effective dose, ED) = DLP × K, K 为换算因子, $K = 0.014 \text{mSv}/(\text{mGy} \cdot \text{cm})$ ^[9]。

5. 统计学方法: 采用 SPSS 22.0 统计学软件对数据进行统计分析。连续变量用均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 分类变量用频数和百分比(%)表示。连续变量和分类变量之间用 Pearson 相关系数进行相关性分析, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 一般资料比较: 入组患者共 64 例, 其中男性 30 例, 女性 34 例。A 组 PE 患者 11(34.4%) 例, B 组 PE 患者 13(40.6%) 例。性别、年龄、体重、身高及体重指数等一般资料, 两组间比较差异无统计学意义($P > 0.05$), 详见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较 [$\bar{x} \pm s$, n(%)]

项目	A 组(n=32)	B 组(n=32)	χ^2/t	P
肺动脉栓塞	11(34.40)	13(40.06)	0.267	0.606
男性	19(59.4)	11(34.4)	4.015	0.045
年龄(岁)	62.66 ± 14.91	60.72 ± 11.23	0.587	0.559
体重(kg)	66.09 ± 8.07	62.90 ± 11.06	1.292	0.201
身高(m)	1.67 ± 0.08	1.62 ± 0.08	2.051	0.044
BMI(kg/m^2)	23.89 ± 2.91	23.86 ± 3.76	0.037	0.971

2. 图像质量分析: 各级肺动脉平均 CT 值及主观评分结果, 详见表 2。肺动脉主干(MPA)、左肺动脉干(LPA)、右肺动脉干(RPA)、叶肺动脉、段肺动脉、亚段肺动脉平均 CT 值及主观图像评分在 A、B 两组间比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。

3. 辐射剂量、噪声及对比剂相关参数比较: 辐射剂量(DLP、CTDI_{vol}、ED)、噪声、对比剂相关参数(剂量、注射速率、碘量), 详见表 3。典型病例如图 1、图 2 所示。当管电压从 100 kVp 下降至 80 kVp 联合低剂量对比剂、低碘量、低注射速率结果是辐射剂量的显著下降。两组间 DLP、CTDI_{vol} 及 ED 比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。

表 2 主观图像评分、各段肺动脉平均 CT 值比较

项目	A 组(n=32)	B 组(n=32)	t	P
主观图像评分(分)	1.13 ± 0.34	1.13 ± 0.34	0	1.000
肺动脉主干(HU)	457.98 ± 123.47	417.34 ± 127.91	1.293	0.201
右肺动脉(HU)	437.55 ± 131.97	398.94 ± 116.38	1.241	0.219
左肺动脉(HU)	436.68 ± 137.04	394.49 ± 127.68	1.274	0.207
叶肺动脉(HU)	429.55 ± 135.19	380.34 ± 105.63	1.623	0.110
段肺动脉(HU)	416.09 ± 134.12	365.93 ± 101.20	1.689	0.096
亚段肺动脉(HU)	391.43 ± 134.44	335.15 ± 96.30	1.925	0.059

讨 论

随着多排螺旋 CT 成像技术的飞速发展, 使得 CTPA 已成为目前临床诊断 PE 的首选辅助检查方法^[9]。320 排 CTPA 诊断 PE 准确率接近 100%, 正逐渐取代传统肺动脉造影、肺通气灌注成像等检查方法^[10]。近年来, 随着 CTPA 在 PE 诊断中的广泛应用, 其所导致的辐射暴露问题引起了人们的广泛关注。

表 3 辐射剂量、噪声及对比剂相关参数比较

项目	A 组 ($n=32$)	B 组 ($n=32$)	下降百分比 (%)	t	P
对比剂剂量 (ml)	36.53 ± 3.19	20.00 ± 0.00	45.25	29.291	0.000
注射速率 (ml/s)	4.55 ± 0.38	4.00 ± 0.00	12.09	8.231	0.000
碘量 (g)	13.52 ± 1.18	6.40 ± 0.00	52.66	34.080	0.000
CTDI _{vol} (mGy)	5.70 ± 0.00	2.90 ± 0.00	49.12	999.999	0.000
DLP (mGy · cm)	91.02 ± 0.46	46.19 ± 0.17	49.25	521.584	0.000
ED (mSv)	1.27 ± 0.01	0.65 ± 0.00	49.01	501.732	0.000
SNR	1.59 ± 0.06	1.57 ± 0.06	4.01	1.715	0.091
CNR	0.12 ± 0.02	0.13 ± 0.02	10.71	0.948	0.347

CTDI_{vol}. CT 容积剂量指数; DLP. 计量长度乘积; ED. 有效剂量; SNR. 信噪比; CNR. 对比噪声比

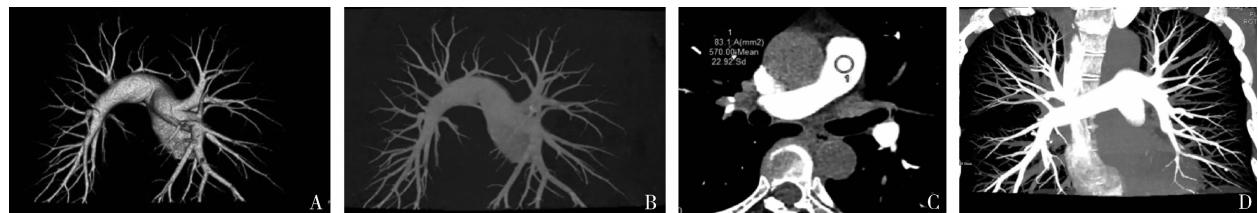


图 1 肺动脉 CTA 图像

患者,女性 54 岁,因胸痛、气促疑似 PE,行 CTPA 检查(B 组扫描方案)。扫描方案:管电压 80kVp, 重建方式 AIDR 3D IR。对比剂:20ml, 320mgI/ml。A 为容积再现(VR), B 为最大密度投影(MIP), C 为肺动脉 CT 增强轴位, D 为多平面重建(MPR)清晰显示肺动脉主干各级分支,无 PE。主观图像评分 1 分。肺动脉主干 CT 值 570HU, ED = 0.65mSv

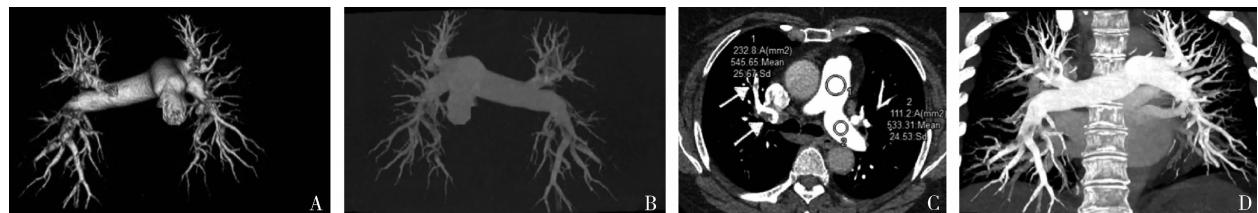


图 2 肺动脉 CTA 图像

患者,女性,72岁,因胸痛、呼吸困难疑似 PE,行 CTPA 检查(A 组扫描方案)。扫描方案:管电压 100 kVp, 重建方式 AIDR 3D IR。对比剂:40ml, 370mgI/ml。A 为容积再现(VR), B 为最大密度投影(MIP), C 为 CT 增强轴位, D 为多平面重建(MPR)清晰显示肺动脉主干各级分支多发充盈缺损,诊断为 PE。主观图像评分 1 分。肺动脉主干 CT 值 545.65HU, ED = 1.27mSv

注。美国健康保护系统一项近来的研究表明,CT 检查数量从 1996~2010 年以 3 倍的速度在增长,随之而来的是人均有效辐射剂量增加了 1 倍(1.2~2.3mSv)。此外,高的年辐射暴露(>20mSv)患者的比例增加了 1 倍^[11]。在保证图像诊断质量的前提下,尽可能多地降低患者的辐射剂量,是 CTPA 一直以来的研究方向^[12~21]。

降低辐射剂量的方法主要有降低管电压、降低管电流、提高螺距、降低扫描层厚、缩短扫描时间及扫描范围。降低管电压是最常用的一种降低辐射剂量的手段。低管电压(100kVp)联合迭代重建的扫描方案现已被广泛地应用于临床^[4,7,9~21]。管电压 100kVp 联合 AIDR 3D 迭代重建的 A 组扫描方案 ED ≤

1.28mSv 明显低于管电压 >100kVp 扫描方案。与管电压 100kVp 组相比,管电压 80kVp 组的 CTDI_{vol}、DLP 及 ED 分别下降了 49.12%、49.25%、49.01%,差异有统计学意义(P 均 = 0.000)。因此,管电压 80kVp 组患者辐射剂量明显降低。图 1、图 2 为本研究 CTPA 扫描方案的 2 个典型病例。

对比剂浓度、剂量及注射速度能够影响图像质量。据报道,在相同的注射速率和对比剂容积下,高浓度对比剂能提高总碘含量,可获得较好的图像质量。但是,增加对比剂浓度,能够增加患心脑血管系统疾病的风脸,同时还可诱发对比剂肾病(CIN)。因此,降低对比剂浓度能够降低总碘量还能降低 CIN 发生的风险^[22~25]。与管电压 100kVp 组 ($36.53 \pm$

3.19ml、 $4.55 \pm 0.38\text{ml/s}$ 、 $13.52 \pm 1.18\text{g}$) 比较, 管电压 80kVp 组 (20ml 、 4.0ml/s 、 2.9g) 对比剂剂量、注射速率、总碘量分别下降了 45.25%, 12.09%, 52.66% ($P = 0.000$)。因此, 管电压 80kVp 组 (B 组) 更有益于减轻肾脏代谢负担及降低 CIN 的发生率。然而, 在常规 CT 扫描中, 低浓度造影剂可能会降低碘含量, 从而降低肺动脉的 CT 值。因此, 本研究通过低管电压 (80kVp) 来弥补因碘对比剂浓度降低带来的 X 线衰减, 从而补偿肺动脉 CT 值的降低。降低管电压会增加图像噪声, 因此本研究采用迭代重建算法进行图像重建。与传统重建技术相比, AIDR 3D 迭代重建算法能够有效降低由于 X 线光子数而引起的图像噪声, 提高图像质量, 满足临床诊断要求。

据报道, 如果肺动脉增强后 CT 值 $\geq 250\text{HU}$, 图像即可达到临床诊断要求。本研究的 A、B 两组扫描方案, 肺动脉主干 (MPA)、右肺动脉 (RPA), 左肺动脉 (LPA) 及叶、段、亚段肺动脉的平均 CT 值均超过 250HU , 图像能满足临床诊断 PE 要求。扫描过程中要求患者呼气后屏住呼吸以肺的体积, 从而缩小扫描范围, 达到降低受检者辐射暴露的目的。此外, 为了避免扩大扫描范围和过度成像, 本研究采用 16cm Z 轴覆盖宽探测器的非螺旋容积扫描方式。目前还没有关于使用 320 排宽容积扫描方案进行肺动脉 CTA 的相关报道。在低管电压、低对比剂联合 AIDR 3D 迭代重建条件下, 宽容积扫描可以迅速覆盖肺动脉, 从而获得满意的诊断图像。

本研究不足之处, 首先, 分析的案例数量相对较少, 应该扩大样本量。其次, 虽然 BMI 的纳入标准已达到上限 31.62kg/m^2 , 但患者的 BMI 仍相对较低, 因此, 低管压联合低对比剂技术在肥胖患者中的应用价值尚需进一步研究。

综上所述, 低管电压及低对比剂联合 AIDR 3D 迭代重建技术, 在呼气末对疑似 PE 进行容积扫描的方案能够在有合理低患者的辐射剂量及对比剂摄入量的同时获得满足诊断需要的图像, 具有可行性。

参考文献

- Hecker M, Sommer N, Hecker A, et al. Pulmonary embolism [J]. *Anaesthesia*, 2017, 66:211–226.
- Remy-jardin M, Pistolesi M, Goodman L R, et al. Management of suspected acute pulmonary embolism in the era of CT angiography: a statement from the Fleischner Society [J]. *Radiology*, 2007, 245:315–315.
- Mayo J, Thakur Y. Pulmonary CT angiography as first-line imaging for PE: image quality and radiation dose considerations [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2013, 200:522–528.
- Lu G M, Luo S, Meinel F G, et al. High-pitch computed tomography pulmonary angiography with iterative reconstruction at 80 kVp and 20 mL contrast agent volume [J]. *Eur Radiol*, 2014, 24:3260–3268.
- Szucs – Farkas Z, Schibler F, Cullmann J, et al. Diagnostic accuracy of pulmonary CT angiography at low tube voltage: intraindividual comparison of a normal-dose protocol at 120 kVp and a low-dose protocol at 80 kVp using reduced amount of contrast medium in a simulation study [J]. *Am J Roentgenol*, 2011, 197:852–859.
- Henes F O, Groth M, Begemann P G, et al. Impact of tube current-time and tube voltage reduction in 64-detector-row computed tomography pulmonary angiography for pulmonary embolism in a porcine model [J]. *J Thorac Imaging*, 2012, 27:113–120.
- Laqmani A, Regier M, Veldhoen S, et al. Improved image quality and low radiation dose with hybrid iterative reconstruction with 80 kV CT pulmonary angiography [J]. *Eur J Radiol*, 2014, 83:1962.
- Hunsaker A R, Oliva I B, Cai T, et al. Contrast opacification using a reduced volume of iodinated contrast material and low peak kilovoltage in pulmonary CT angiography: Objective and subjective evaluation [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2010, 195:118–124.
- Yuan R, Shuman W P, Earls J P, et al. Reduced iodine load at CT pulmonary angiography with dual-energy monochromatic imaging: comparison with standard CT pulmonary angiography – a prospective randomized trial [J]. *Radiology*, 2012, 262:290–297.
- Wittram C, Kalra M K, Maher M M, et al. Acute and chronic pulmonary emboli: angiography–CT correlation [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2006, 186:S421.
- Smithbindman R, Miglioretti D L, Johnson E, et al. Use of diagnostic imaging studies and associated radiation exposure for patients enrolled in large integrated healthcare systems, 1996–2010 [J]. *JAMA*, 2012, 307:2400–2409.
- Mccollough C H, Primak A N, Braun N, et al. Strategies for reducing radiation dose in CT [J]. *Radiol Clin North Am*, 2009, 47:27–40.
- Nyman U, Björkdahl P, Olsson M L, et al. Low-dose radiation with 80-kVp computed tomography to diagnose pulmonary embolism: a feasibility study [J]. *Acta Radiol*, 2012, 53:1004–1013.
- Sodickson A. Strategies for reducing radiation exposure in multi-detector row CT [J]. *Radiol Clin North Am*, 2012, 50:1–14.
- Viteriramirez G, Garcíalallana A, Simónarza I, et al. Low radiation and low-contrast dose pulmonary CT angiography: Comparison of 80kVp/60ml and 100kVp/80ml protocols [J]. *Clin Radiol*, 2012, 67:833–839.
- Pontana F, Pagniez J, Duhamel A, et al. Reduced-dose low-voltage chest CT angiography with Sinogram-affirmed iterative reconstruction versus standard-dose filtered back projection [J]. *Radiology*, 2013, 267:609–618.
- Hunsaker AR, Oliva IB, Cai T, et al. Contrast opacification using a reduced volume of iodinated contrast material and low peak kilovoltage in pulmonary CT angiography: Objective and subjective evaluation [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2010, 195:118–124.

(下转第 153 页)

NAFLD 患者中脂联素水平下降,致胰岛素和胰岛素生长因子 1 (insulin growth factor - 1, IGF - 1) 增加,胰岛素与 IGF - 1 受体结合,促进细胞增殖,抑制细胞凋亡^[15]。脂联素亦能抑制肿瘤坏死因子 α 和血管内皮生长因子的表达,在结直肠息肉的生长及恶变中起重要作用。脂联素水平下降可在一定程度上预示结直肠肿瘤复发^[16,17]。慢性炎症存在于结直肠肿瘤形成的早期阶段,而大部分结直肠癌由息肉,尤其是腺瘤性息肉转化而来。ROS、TNF - α、IL - 6、PAI - 1 等细胞因子在促进肠黏膜细胞增殖、血管生成及抑制细胞凋亡过程中起重要作用^[18,19]。

总之,本研究显示结直肠息肉,尤其是腺瘤性息肉患者,NAFLD 的发生率增加,进一步研究结直肠息肉与 NAFLD 发生、发展相关性的具体机制,为深入、探寻有效的预防方法提供更多依据。结直肠息肉患者需要加强腹部 B 超检查随访,对及时发现 NAFLD,预防肝硬化、肝癌的发生具有重要作用。

参考文献

- 1 Rex DK, Ahnen DJ, Baron JA, et al. Serrated lesions of the colorectum: review and recommendations from an expert panel [J]. Am J Gastroenterol, 2012;107(9): 1315 - 1329
- 2 Haque TR, Bradshaw PT, Crockett SD. Risk factors for serrated polyps of the colorectum [J]. Digest Dis Sci, 2014(12), 59: 2874 - 2889
- 3 Rinella ME. Nonalcoholic fatty liver disease: a systematic review [J]. J Am Medical Association, 2015, 313(22): 2263 - 2273
- 4 Ahmed M. Non - alcoholic fatty liver disease in 2015 [J]. World J Hepatol, 2015, 7(11): 1450 - 1459
- 5 Mendonca FM, de Sousa FR, Barbosa AL, et al. Metabolic syndrome and risk of cancer: which link? Metabolism [J]. Clin Exp, 2015; 64 (2): 182 - 189
- 6 Mahmud M, Tarik Y, Omar AE, et al. Association between fatty liver disease and hyperplastic colonic polyp [J]. IMAJ, 2017, 19 (2): 105 - 108
- 7 Hwang ST, Cho YK, Park JH, et al. Relationship of non - alcoholic fatty liver disease to colorectal adenomatous polyps [J]. Gastroenterol Hepatol, 2010, 25(3): 562 - 567
- 8 Bhatt BD, Lukose T, Siegel AB, et al. Increased risk of colorectal polyps in patients with non - alcoholic fatty liver disease undergoing liver transplant evaluation [J]. J Gastrointest Oncol, 2015, 6 (5): 459 - 468
- 9 Touzin NT, Bush KN, Williams CD, et al. Prevalence of colonic adenomas in patients with nonalcoholic fatty liver disease [J]. Therapeutic Adv Gastroenterol, 2011, 4 (3): 169 - 176
- 10 Hassan B, Marwah Z, Adeyinka OL, et al. Gastric Helicobacter pylori infection associates with an increased risk of colorectal polyps in African Americans [J]. BMC Cancer, 2014, 14 (1): 296 - 303
- 11 Taweesak T, Soraya K, Nathawut K, et al. Helicobacter pylori associated gastritis increases risk of colorectal polyps: a hospital based - cross - sectional study in Nakhon Ratchasima province, Northeastern Thailand [J]. Asian Pac J Cancer Prev, 2016, 17 (1): 341 - 345
- 12 Kumor A, Daniel P, Pietruczuk M, et al. Serum leptin, adiponectin, and resistin concentration in colorectal adenoma and carcinoma patients [J]. Int J Colorectal Dis, 2009, 24(3): 275 - 281
- 13 Erarslan E, Turkay C, Koktener A, et al. Association of visceral fat accumulation and adiponectin levels with colorectal neoplasia [J]. Dig Dis Sci, 2009, 54(4): 862 - 868
- 14 Ayyildiz T, Dolar E, Ugras N, et al. Association of adiponectin receptor (Adipo - R1/-R2) expression and colorectal cancer [J]. Asian Pac J Cancer Prev 2014, 15(21): 9385 - 9390
- 15 Mutoh M, Teraoka N, Takasu S, et al. Loss of adiponectin promotes intestinal carcinogenesis in Min and wild - type mice [J]. Gastroenterology, 2011, 6(7): 2000 - 2008
- 16 Ferroni, P, Palmirotta, R, Spila, A, et al. Prognostic significance of adiponectin levels in non - metastatic colorectal cancer [J]. Anticancer Res, 2007, 27 (1B): 483 - 489
- 17 Oh SW, Park CY, Lee ES, et al. Adipokines, insulin resistance, metabolic syndrome, and breast cancer recurrence: a cohort study [J]. Breast Cancer Res, 2011, 13 (2): article R34
- 18 De Visser KE, Eichten A, Coussens LM. Paradoxical roles of the immune system during cancer development [J]. Nat Rev Cancer, 2006, 6 (1): 24 - 37
- 19 Mutoh M, Niho N, Komiya M, et al. Plasminogen activator inhibitor - 1 blockers suppress intestinal polyp formation in Min mice [J]. Carcinogenesis, 2008, 29 (4): 824 - 829

(收稿日期:2017-12-01)

(修回日期:2017-12-19)

(上接第 149 页)

- 18 Goble E W, Abdulkarim J A. CT pulmonary angiography using a reduced volume of high - concentration iodinated contrast medium and multiphasic injection to achieve dose reduction [J]. Clin Radiol, 2014, 69: 36
- 19 Saade C, Mayat A, El - Merhi F. Exponentially decelerated contrast media injection rate combined with a novel patient - specific contrast formula reduces contrast volume administration and radiation dose during computed tomography pulmonary angiography [J]. J Computer Assisted Tomogr, 2016, 40: 1
- 20 Laqmani A, Kurfürst M, Butscheidt S, et al. CT Pulmonary angiography at reduced radiation exposure and contrast material volume using iterative model reconstruction and iDose4 technique in comparison to FBP [J]. PLoS One, 2016, 11, e0162429
- 21 Szucsarkas Z, Megyeri B, Christe A, et al. Prospective randomised comparison of diagnostic confidence and image quality with normal - dose and low - dose CT pulmonary angiography at various body weights [J]. Eur Radiol, 2014, 24: 1868
- 22 Heyer CM, Mohr PS, Lemburg SP, et al. Image quality and radiation exposure at pulmonary CT angiography with 100 - kVp or 120 - kVp protocol: prospective randomized study [J]. Radiology, 2007, 245: 577
- 23 Liu ZZ, Schmerbach K, Lu Y, et al. Iodinated contrast media cause direct tubular cell damage, leading to oxidative stress, low nitric oxide, and impairment of tubuloglomerular feedback [J]. Am J Physiol Renal Physiol, 2014, 306: 864 - 872
- 24 Zhao Y, Tao Z, Xu Z, et al. Toxic effects of a high dose of non - ionic iodinated contrast media on renal glomerular and aortic endothelial cells in aged rats in vivo [J]. Toxicol Lett, 2011, 202: 253 - 260
- 25 Becker J, Babb J, Serrano M. Glomerular filtration rate in evaluation of the effect of iodinated contrast media on renal function [J]. AJR Am J Roentgenol, 2013, 200: 822

(收稿日期:2018-01-09)

(修回日期:2018-01-10)