

自动管电流调制技术结合迭代重建算法在低剂量 CT 肺动脉成像中的应用

何长久 胡仕北 许国辉 李海烈 刘舫 冯斌 周鹏

610041 成都, 四川省肿瘤医院·研究所 四川省癌症防治中心 电子科技大学医学院

通信作者: 周鹏, Email: penghyzhou@126.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2016.11.012

【摘要】 目的 探讨自动管电流调制技术结合 idose4 迭代重建算法在低剂量 CT 肺动脉成像 (CTPA) 中的应用价值。方法 连续收集行 CTPA 的受检者 80 例, 采用随机数字表法将其分为对照组和实验组, 每组 40 例。两组管电压均采用 80 kV。对照组固定管电流为 180 mAs, 采用滤波反投影法重建, 获得 A 组图像; 实验组采用自动管电流调制技术, 分别采用滤波反投影法和 idose4 迭代重建算法重建, 获得 B 组和 C 组图像。统计分析 A、B 和 C 3 组的图像质量主观评分、肺动脉平均 CT 值、图像噪声值、肺动脉的信噪比 (SNR) 和对比噪声比 (CNR)。比较实验组和对照组的有效剂量 (E)。结果 实验组、对照组的 E 分别为 (1.2 ± 0.2) 和 (1.9 ± 0.3) mSv, 实验组的 ED 较对照组明显降低了 36.8% ($t = -3.998, P < 0.05$)。3 组图像质量主观评分均 ≥ 3 , 满足临床诊断要求, 且差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。3 组 SNR、CNR 和噪声值组间比较, 差异有统计学意义 ($F = 10.411, 7.630, 13.021, P < 0.05$); 而肺动脉平均 CT 值差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。结论 自动管电流调制技术结合 idose4 迭代重建算法在低剂量 CTPA 检查中, 在获得良好图像质量的同时, 可进一步降低辐射剂量。

【关键词】 CT 肺动脉成像; 辐射剂量; 迭代重建; 自动管电流调制技术

基金项目: 四川省科技计划项目 (2014JY0240)

Application of automatic tube current modulation combined with iterative reconstruction algorithm in low-dose CT pulmonary angiography

He Changju, Hu Shibei, Xu Guohui, Li Hailie,

Liu Fang, Feng Bin, Zhou Peng

Sichuan Cancer Hospital & Institute, Sichuan Cancer Center, School of Medicine, University of Electronic

Science and Technology of China, Chengdu 610041, China

Corresponding author: Zhou Peng, Email: penghyzhou@126.com

【Abstract】 **Objective** To explore the application value of automatic tube current modulation combined with iterative reconstruction algorithm (idose4) in low-dose computed tomography pulmonary angiography (CTPA). **Methods** A total of 80 patients with CTPA collected continuously were randomly divided into control group ($n = 40, 80 \text{ kV}, 180 \text{ mAs}$) and experimental group ($n = 40, 80 \text{ kV}$, automatic tube current modulation). The data sets of control group were reconstructed with filtered-back-projection algorithm (group A), and the data sets of experimental group were reconstructed with filtered-back-projection algorithm (group B) and iterative reconstruction algorithm (group C). Subjective score, mean CT values of pulmonary artery, image noise, signal-to-noise ratio (SNR) and contrast-to-noise ratio (CNR) were recorded. Effective dose (E) was compared. **Results** The E of experimental group was decreased by 36.8% compared to control group ($t = -3.998, P < 0.05$). The subjective scores of 3 groups were more than 3 which could meet the requirements of clinical diagnosis, and there was no statistically significant difference ($P > 0.05$). There was statistically significant difference for the SNR, CNR and image noise of 3 groups ($F = 10.411, 7.630, 13.021, P < 0.05$), but no statistically significant difference for the mean CT value of pulmonary artery ($P > 0.05$). **Conclusions** Using automatic tube current modulation combined with iterative reconstruction algorithm in low-dose CTPA could meet the requirements of image quality, and reduce the radiation dose to a certain extent.

【Key words】 Computed tomography pulmonary angiography; Radiation dose; Iterative reconstruction; Automatic tube current modulation

Fund program: Science and Technology Project of Sichuan Province (2014JY0240)

随着医学影像技术的飞速发展,多层螺旋 CT 已广泛应用于 CT 肺动脉成像(CTPA)^[1-3],如何在保证影像质量的前提下尽可能降低受检者的辐射剂量成为当前的研究热点。目前,已有学者采用 80 kV 管电压进行了低剂量 CTPA 的研究,并取得了一定的效果,但常固定管电流,且管电流范围多在 150~300 mAs 之间^[4,6]。很少有研究在 80 kV 的基础上采用自动管电流调制技术。研究显示,迭代重建算法可在低剂量冠状动脉、肾动脉、胸主动脉等血管成像中,明显降低受检者的辐射剂量,提高图像质量^[7-9]。因此,本研究主要探讨在 80 kV 的基础上采用自动管电流调制技术结合 idose4 迭代重建算法在低剂量 CTPA 检查中的应用价值。

资料与方法

1. 一般临床资料:连续收集四川省肿瘤医院 2015 年 9 月—2016 年 2 月期间临床怀疑肺动脉栓塞行 CTPA 检查的 80 例受检者。其中,男 44 例,女 36 例,年龄 30~76 岁,平均(54.5±9.1)岁,体质指数(BMI)17.4~29.1 kg/m²,平均(23.1±2.7) kg/m²,CTPA 扫描范围 140.4~266.5 mm,平均(197.6±30.7)mm。按随机数字表法将受检者分为对照组和实验组,各 40 例。排除标准:受检者患有严重肝肾功能不全或心功能不全;受检者对碘对比剂过敏;受检者无法配合完成检查;孕妇及哺乳期女性;排除 BMI≥30 kg/m² 的重度肥胖者。本研究经过四川省肿瘤医院伦理委员会批准,所有参加研究的受检者均签署知情同意书。

2. 扫描设备及方法:采用荷兰 Philips 公司 Brilliance iCT 256 层螺旋 CT 进行 CTPA 扫描,患者采用仰卧位,足先进,双手举过头顶,平静呼吸下屏气后扫描,扫描方向从头侧向足侧,扫描范围从主动脉弓上 1 cm 至肺底。患者右侧肘正中静脉预置 18 G 套管针。使用德国 MEDTRON 公司 Accutron CT-D 双筒高压注射器以 5 ml/s 的流率注射非离子型对比剂(碘普罗胺 370 mgI/ml)30 ml,随后以相同流率注入 30 ml 生理盐水。采用对比剂追踪技术(bolus tracking),感兴趣区(ROI)定在胸锁关节水平层面注射侧头臂静脉,ROI 大小略小于头臂静脉,注射对比剂 3 s 后进行 CT 值监测,管电压 80 kV,管电流 30 mAs,扫描间隔 1 s,触发阈值 60 HU,触发后延迟时间为 4.7 s。对照组:管电压 80 kV,固定管电流为 180 mAs,采用滤波反投影法重建获得 A 组图

像^[5];实验组:管电压 80 kV,采用自动管电流调制技术(DoseRight: Z-DOM),扫描时管电流为 66~171 mAs,分别采用滤波反投影法和 idose4 迭代重建算法(Level 4)重建获得 B 组和 C 组图像。其余参数保持一致,螺距 0.993,准直器宽度 128×0.625 mm,转速 0.5 s/转,矩阵 512×512,显示视野(FOV)35 cm×35 cm,重建层厚 0.9 mm,重建间隔 0.45 mm。

3. 图像质量分析

(1) 主观评分:所有患者的原始数据传输至荷兰 Philips 公司 Extend Brilliance Workspace 4.5 后处理工作站,由 2 名有经验的放射科医师综合采用容积再现(VR)、多平面重组(MPR)、最大密度投影(MIP)等后处理技术显示肺动脉及分支。采用盲法进行分析,用 5 分法目测评价图像质量,评分标准为^[10]:5 分,清晰显示第 6 级肺动脉分支;4 分,清晰显示第 5 级肺动脉分支;3 分,清晰显示第 4 级(亚段)肺动脉;2 分,清晰显示第 3 级(段)肺动脉分支;1 分,显示叶动脉、左右肺动脉干及肺动脉主干。3 分及以上为合格,能满足临床诊断要求。

(2) 客观评价:分别测量肺动脉主干、左右肺动脉干、左右上叶肺动脉、左右下叶肺动脉、右肺中叶肺动脉、左肺舌叶肺动脉的 CT 值,测量时选择血管的中间部分,并避开有栓子的管腔,ROI 范围尽可能接近血管管腔面积,取其平均值为肺动脉平均 CT 值^[10]。在下肺静脉层面,胸前空气区左、中、右 3 个区域取 3 个直径约为 1 cm 的 ROI,分别测量标准差,取其平均值为背景噪声;分别测量双侧脊柱旁肌的 CT 值,取其平均值为脊柱旁肌平均 CT 值^[4,10]。由 2 名医师独立测量,测量结果取其平均值。计算肺动脉的信噪比(SNR)和对比噪声比(CNR),其中,SNR=肺动脉平均 CT 值/背景噪声,CNR=(肺动脉平均 CT 值-脊柱旁肌平均 CT 值)/背景噪声。

4. 辐射剂量:记录每位受检者的有效管电流、容积 CT 剂量指数(CTDI_{vol})和剂量长度乘积(DLP),计算有效剂量(E)。E=k×DLP,式中,k=0.017 mSv·mGy⁻¹·cm⁻¹^[11]。本研究仅统计 CTPA 扫描的辐射剂量,不包括定位像和 CT 值监测的辐射剂量。

5. 统计学处理:数据用 $\bar{x} \pm s$ 表示。采用 SPSS 17.0 软件进行分析,实验组和对照组的年龄、BMI、有效管电流、扫描范围、E 间的差异采用 t 检验比

表 1 两组患者一般资料、辐射剂量的比较($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of general data and radiation dose between two groups($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	年龄 (岁)	BMI (kg/m ²)	扫描范围 (mm)	有效管电流 (mAs)	CTDI _{vol} (mGy)	DLP (mGy·cm)	E (mSv)
实验组	40	56.2 ± 9.5	23.1 ± 2.9	194.9 ± 33.1	118.6 ± 22.1	2.3 ± 0.4	77.2 ± 14.6	1.2 ± 0.2
对照组	40	54.2 ± 7.3	22.5 ± 2.3	190.1 ± 29.0	180.0 ± 0.0	3.6 ± 0.2	111.4 ± 16.3	1.9 ± 0.3
t 值		0.573	0.063	-0.551	-6.204	-6.118	-3.998	-3.998
P 值		0.19	0.72	0.56	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

注: BMI. 体质量指数; CTDI_{vol}. 容积 CT 剂量指数; DLP. 剂量长度乘积; E. 有效剂量

较。采用单因素方差分析比较 A、B、C 3 组的肺动脉平均 CT 值、噪声值、SNR、CNR 间的差异,如差异有统计学意义,则结合 Least Significant Difference 法进行组内两两比较。采用 Kruskal-Wallis H 检验比较 3 组的主观评分间的差异,如差异有统计学意义,则结合 Mann-whitney U 检验进行组内两两比较,组间性别的差异采用 χ^2 检验比较。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 辐射剂量的比较: 实验组和对照组的一般资料、辐射剂量结果列于表 1。由表 1 可知, 两组患者性别、年龄、BMI、扫描范围差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。实验组的有效管电流、CTDI_{vol}、DLP、E 较对照组分别降低了 34.1%、36.1%、30.7%、36.8% ($t = -6.204$ 、 -6.118 、 -3.998 、 -3.998 , $P < 0.05$)。

2. 图像质量的比较: 3 组图像质量主观评分和客观评价结果列于表 2 和表 3。由表 2 可知, 3 组图像质量主观评分均 ≥ 3 分, 满足临床诊断要求, 且差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。由表 3 可知, 3 组 SNR、CNR 和噪声值组间比较, 结果差异有统计学意义 ($F = 10.411$ 、 7.630 、 13.021 , $P < 0.05$); 而肺动脉平均 CT 值差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。与 A 组相比, B 组的噪声值增高了 26.5% ($t = -3.855$, $P < 0.05$), B 组的 SNR 和 CNR 分别降低了 19.3%、23.4% ($t = 4.029$ 、 1.762 , $P < 0.05$), C 组的噪声值降低了 23.3% ($t = 0.549$, $P < 0.05$), C 组的 SNR、CNR 分别增高了 33.8%、28.1% ($t = -0.736$ 、 -4.641 , $P < 0.05$)。与 B 组相比, C 组的噪声值降低了 39.4% ($t = 2.300$, $P < 0.05$), C 组的 SNR、CNR 分别增高了 65.8%、67.3% ($t = -3.353$ 、 -2.958 , $P < 0.05$)。

讨 论

自动管电流调制技术(DoseRight: Z-DOM)是系

表 2 3 组图像质量主观评分结果

Table 2 The evaluation results of subjective image

quality in 3 groups

组别	5 分	4 分	3 分	2 分	1 分
A 组	8	24	8	0	0
B 组	6	22	12	0	0
C 组	9	25	6	0	0

注: A 组. 采用 180 mAs, 滤波反投影法重建; B 组. 采用自动管电流调制技术结合滤波反投影法重建; C 组. 采用自动管电流调制技术结合 idose4 迭代重建算法重建

表 3 各组间客观图像质量的比较($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison of objective image quality

between the groups($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	SNR	CNR	肺动脉 CT 值 (HU)	噪声值 (HU)
A 组	40	14.5 ± 1.3	12.8 ± 1.2	331.1 ± 36.0	22.3 ± 2.1
B 组	40	11.7 ± 1.1 ^a	9.8 ± 0.9 ^a	327.3 ± 30.2	28.2 ± 2.5 ^a
C 组	40	19.4 ± 1.6 ^{ab}	16.4 ± 1.4 ^{ab}	329.4 ± 28.4	17.1 ± 1.6 ^{ab}
F 值		10.411	7.630	36.304	13.021
P 值		<0.05	<0.05	0.10	<0.05

注: A 组. 采用 180 mAs, 滤波反投影法重建; B 组. 采用自动管电流调制技术结合滤波反投影法重建; C 组. 采用自动管电流调制技术结合 idose4 迭代重建算法重建; SNR. 信噪比; CNR. 对比噪声比。^a与 A 组比较, $t = 4.029$ 、 -0.736 、 1.762 、 -4.641 、 -3.855 、 0.549 , $P < 0.05$; ^b与 B 组比较, $t = -3.353$ 、 -2.958 、 2.300 , $P < 0.05$

统根据人体在 z 轴上的厚度以及不同组织的 X 射线衰减系数, 智能调节 mAs, 从而获得各层相同的图像质量。目前, 降低辐射剂量的主要方法之一是降低管电压, 因为辐射剂量与管电压的平方呈正比。多项研究证实, 采用 80 kV 管电压, 固定管电流(范围多在 150 ~ 300 mAs 之间)的方法可在保证图像质量的同时, 明显降低 CTPA 检查的辐射剂量^[4-6]。本研究的创新之处在于采用 80 kV 管电压结合自动管电流调制技术行低剂量 CTPA, 结果显示, 在获得良好图像质量的同时, 实验组的有效剂量较对照组明显降低了 36.8% ($P < 0.05$)。以往有关低剂量 CTPA 的研究中, 葛全序等^[4]采用 80 kV 结合 300 mAs, 平均有效剂量为 2.5 mSv; 郑生喜等^[5]采用 80 kV 结合 180 mAs, 平均有效剂量为 1.6 mSv;

McLaughlin 等^[12]采用 100 kV 结合自动管电流调制技术,平均有效剂量为 2.56 mSv; Szucs-Farkas 等^[6]采用 80 kV 结合 150 mAs, 平均有效剂量为 2.25 mSv。本研究实验组平均有效剂量为 1.2 mSv, 与之相比^[4-6, 12], 有效剂量均得到了进一步降低, 这可能与本研究使用了 80 kV 结合自动管电流调制技术有关, 辐射剂量的降低对于受检者的防护具有重要意义。

本研究显示, 当使用滤波反投影法重建时, B 组的噪声值较 A 组明显增加, B 组的 SNR 和 CNR 较 A 组均明显降低。这可能与实验组的有效管电流明显低于对照组有关, 管电流越低, 达到探测器的光子数量越少, 从而导致图像噪声增加, SNR 和 CNR 下降。但当使用 idose4 迭代重建算法重建时, C 组噪声值较 A 组、B 组均明显降低, C 组的 SNR、CNR 较 A 组、B 组均明显增高。提示采用 idose4 迭代重建算法或许在低剂量 CTPA 中可一定程度上降低图像噪声值, 提高肺动脉的 SNR、CNR。这可能是由于飞利浦 256 层螺旋 CT 提供的 idose4 迭代重建算法, 其特点是双空间、多噪声模型和解剖模型, 在对噪声予以细致处理的同时, 再去解剖模型加速重建过程, 提高图像分辨率, 消除蜡像状伪影, 能明显降低图像噪声, 提高 SNR^[13]。以往研究显示, 应用迭代重建算法可在低剂量冠状动脉、肺动脉、下肢动脉等血管成像中, 明显降低图像噪声值, 提高 SNR、CNR^[13-15], 其结果与本研究类似。此外, 本研究中 3 组图像质量评分均 ≥ 3 分, 满足临床诊断要求, 3 组图像质量主观评分差异无统计学意义, 这可能是因为本研究中图像质量主观评分以血管显示为主, 而噪声对软组织影响较大, 但对血管影响较小。而 3 组肺动脉平均 CT 值差异无统计学意义, 则可能与实验组和对照组的管电压、对比剂浓度、对比剂用量、注射流率等因素相同有关。

本文的局限性: 样本量偏少, 且未纳入 BMI $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ 的重度肥胖者进行研究; 本研究采用 idose4 迭代重建算法第 4 级 (Level 4) 进行重建, 其他重建级别能否进一步降低图像噪声, 提高 SNR、CNR 尚不清楚; 仅对图像质量进行分析, 未评估肺动脉栓塞的检出率及诊断能力。

综上所述, 自动管电流调制技术结合 idose4 迭代重建算法在低剂量 CTPA 检查中, 在获得良好图像质量的同时, 可进一步降低辐射剂量。

利益冲突 本研究同时由成都市科技惠民项目 (2014-HM01-00189-SF) 资助, 署名作者按以下贡献声明独立开展, 未接受有关公司的任何赞助, 不涉及各相关方的利益冲突

作者贡献声明 何长久负责构思、采集数据、论文撰写、对结果进行统计和分析; 胡仕北、许国辉、周鹏设计实验、指导论文的撰写和修改; 李海烈、刘舫、冯斌负责采集数据

参 考 文 献

- [1] Zamboni GA, Guariglia S, Bonfante A, et al. Low voltage CTPA for patients with suspected pulmonary embolism [J]. *Eur J Radiol*, 2012, 81 (4): 580-584. DOI: 10.1016/j.ejrad.2011.06.051.
- [2] Szucs-Farkas Z, Megyeri B, Christie A, et al. Prospective randomized 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 (8): 1868-1877. DOI: 10.1007/s00330-014-3208-8.
- [3] Henes FO, Groth M, Begemann PG, 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 (2): 113-120. DOI: 10.1097/RTI.0b013e31820b8696.
- [4] 葛全序, 毕可森, 丛培霞, 等. 80 kV 64 排多层螺旋 CT 低辐射肺动脉成像 [J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2009, 29 (5): 535-539. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2009.05.025.
Ge QX, Bi KS, Cong PX, et al. Minimizing radiation dose of pulmonary angiography with 80 kV 64-row multi-detector CT [J]. *Chin J Radiol Med Prot*, 2009, 29 (5): 535-539. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2009.05.025.
- [5] 郑生喜, 黄宝生, 杨晶晶, 等. “双低”技术在 CT 肺动脉成像滤波反投影算法中可行性研究 [J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2015, 35 (9): 717-720. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2015.09.020.
Zheng SX, Huang BS, Yang JJ, et al. Feasibility study of low tube voltage technique and low concentration of contrast in CT pulmonary angiography by filtered back projection reconstruction [J]. *Chin J Radiol Med Prot*, 2015, 35 (9): 717-720. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2015.09.020.
- [6] Szucs-Farkas Z, Christie A, Megyeri B, et al. Diagnostic accuracy of computed tomography pulmonary angiography with reduced radiation and contrast material dose: a prospective randomized clinical trial [J]. *Invest Radiol*, 2014, 49 (4): 201-208. DOI: 10.1097/RLI.000000000000016.
- [7] 潘宇宁, 李爱静, 陈晓敏, 等. 低浓度等渗对比剂联合低管电压在肥胖患者冠状动脉成像中的应用 [J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2016, 36 (1): 67-73. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2016.01.013.
Pan YN, Li AJ, Chen XM, et al. Coronary computed tomography angiography at low concentration of contrast media and low tube voltage in obese patients [J]. *Chin J Radiol Med Prot*, 2016, 36 (1): 67-73. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2016.

01. 013.
- [8] 邓春兰, 许顺良, 肖圣祥, 等. 迭代重建技术在低剂量肾动脉 CT 血管造影检查中的应用[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2014, 34(3): 228-230. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098. 2014.03.018.
- Deng CL, Xu SL, Xiao SX, et al. The use of iterative reconstruction technique in low-dose CT angiography of renal artery [J]. Chin J Radiol Med Prot, 2014, 34(3): 228-230. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098. 2014.03.018.
- [9] Rajiah P, Schoenhagen P, Mehta D, et al. Low-dose, wide-detector array thoracic aortic CT angiography using an iterative reconstruction technique results in improved image quality with lower noise and fewer artifacts[J]. J Cardiovasc Comput Tomogr, 2012, 6(3): 205-216. DOI: 10.1016/j.jcct.2012.04.009.
- [10] 胡学梅, 马丽雅, 张进华, 等. 低剂量、等渗低浓度对比剂 CT 肺血管成像技术在诊断肺动脉栓塞中的应用研究[J]. 中华放射学杂志, 2014, 48(10): 811-815. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2014.10.006.
- Hu XM, Ma LY, Zhang JH, et al. Study of CT pulmonary angiography technique in pulmonary embolism-low dose and low concentration [J]. Chin J Radiol, 2014, 48(10): 811-815. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2014.10.006.
- [11] Dong L, Wang J, Yarnykh VL, et al. Efficient flow suppressed MRI improves inter-scan reproducibility of carotid atherosclerosis plaque burden measurements[J]. J Magn Reson Imaging, 2010, 32(2): 452-458. DOI: 10.1002/jmri.22274.
- [12] McLaughlin PD, Liang T, Homiedan M, et al. High pitch, low voltage dual source CT pulmonary angiography: assessment of image quality and diagnostic acceptability with hybrid iterative reconstruction [J]. Emerg Radiol, 2015, 22(2): 117-123. DOI: 10.1007/s10140-014-1230-4.
- [13] 侯阳, 于兵, 郭启勇, 等. 迭代重建对前置门控冠状动脉 CT 图像质量及辐射剂量的影响[J]. 中华放射学杂志, 2013, 47(4): 305-309. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2013.04.004.
- Hou Y, Yu B, Guo QY, et al. Application of iterative reconstruction in prospective electrocardiography-triggered CT coronary angiography [J]. Chin J Radiol, 2013, 47(4): 305-309. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2013.04.004.
- [14] 李爱静, 宋爱琴, 潘宇宁, 等. 低 kV 结合迭代重建在下肢动脉 CT 血管造影中的应用[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2016, 36(6): 465-469. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2016.06.014.
- Li AJ, Song AQ, Pan YN, et al. Application of low-tube-voltage combined with adaptive iterative reconstruction in lower extremity computed tomography angiography [J]. Chin J Radiol Med Prot, 2016, 36(6): 465-469. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2016.06.014.
- [15] 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(10): 1962-1969. DOI: 10.1016/j.ejrad.2014.06.016.

(收稿日期:2016-07-20)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

本刊关于正文的有关规范

1. 临床试验研究应说明试验程序是否经所在单位或地区伦理学相关机构的批准, 研究对象或其亲属是否知情同意并签署知情同意书, 标明临床试验注册号。基础试验研究应说明试验程序是否经所在单位或地区动物伦理委员会的批准。

2. 观察对象为患者时, 需注明病例和对照者来源、选择标准及一般情况等, 必要时还应说明剔除标准。临床随机对照研究应交待干预方法的设计(随机方法)和所采用的盲法。研究对象为实验动物时, 需注明动物的名称、种系、等级、数量、来源、性别、年龄、体重、饲养条件和健康状况等。

3. 药品及化学试剂必须使用通用名称, 并注明剂量、单位、纯度、批号、生产单位和生产时间。确需使用商品名时, 例如新药的临床试验研究, 应在其通用名称后的括号内注明商品名及生产厂家。以药材研究为主题的论文, 应注明药材的拉丁学名、鉴定人姓名及其工作单位。仪器、设备应注明名称、型号、规格、生产单位、精密度或误差范围, 无需描述工作原理。

4. 明确描述研究设计的名称和主要做法。调查设计应阐明是前瞻性、回顾性还是横断面调查研究; 实验设计应描述具体的设计类型, 如属于自身配对设计、成组设计、交叉设计、析因设计或正交设计等; 临床试验设计应说明属于第几期临床试验、采用了何种盲法措施、受试对象的纳入和剔除标准等。应阐明如何控制重要的非试验因素的干扰和影响。描述统计学方法及其选择依据, 并说明所使用的统计学软件。

5. 结果的叙述不应与讨论内容相混淆。若文稿有图表, 正文不需复述全部数据, 只需简述主要发现或数据。一般应对所得数据进行统计学处理, 并给出具体的统计值。例如: $t = 2.85, P < 0.05$ 。

6. 着重讨论研究结果创新及从中得出的结论, 包括理论意义、实际应用价值、局限性及其对进一步研究的启示。如果不能得出结论, 也可通过讨论提出建议、设想、改进意见或待解决的问题等。应将本研究结果与其他有关的研究相比较, 并将本研究结论与目的联系起来讨论。不必重述已在前言和结果部分叙述过的数据或资料, 不要过多罗列文献, 避免做不成熟的主观推断, 讨论部分一般不应列图表。

(本刊编辑部)