

体质量指数结合迭代重建算法在螺旋 CT 冠状动脉成像中的应用

张微晗

【摘要】 目的 探讨 BMI 结合迭代重建算法在 64 排 128 层螺旋 CT 中降低冠状动脉 CT 成像辐射剂量的可行性。**方法** 选取 2013 年 12 月—2014 年 8 月山东省聊城市东昌府人民医院 90 例 CT 冠状动脉成像 (CTCA) 资料进行前瞻性研究,受检者均由临床医生拟诊为冠心病,且均无碘对比剂过敏史及其他不适合做 CTCA 检查的疾病。根据不同 BMI 将其分为 3 组,每组 30 例。A 组, $28 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} \leq 31 \text{ kg/m}^2$; B 组, $24 \text{ kg/m}^2 < \text{BMI} < 28 \text{ kg/m}^2$; C 组, $21 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} \leq 24 \text{ kg/m}^2$ 。扫描参数:管电压均为 120 kV,管电流 A、B、C 3 组分别设为 800、600、400 mAs;应用回顾性心电门控技术进行扫描,之后采用标准滤波反投影 (FBP)、迭代重建算法 $i\text{Dose}^4\text{-3}$ 、 $i\text{Dose}^4\text{-5}$ 及 $i\text{Dose}^4\text{-7}$ 分别对各组图像进行重建,从客观噪声及主观图像质量两方面进行评估。主观图像质量由 2 名具有 10 年以上诊断经验的医师采用冠状动脉 15 分段法进行评价,评价血管直径 $> 1.5 \text{ mm}$ 的节段。评分采用 4 分制方法。客观噪声方面,3 组重建图像中于升主动脉前方脂肪密度区域选择感兴趣区 (面积约 14.5 mm^2),测量其标准差值作为噪声值,比较噪声大小。扫描长度及辐射剂量指数由机器自动给出。**结果** 主观评价方面,在 A、B、C 3 组中均表现为:3 分值以上等级者以 $i\text{Dose}^4\text{-3}$ 、 $i\text{Dose}^4\text{-5}$ 重建组血管节段数最多,2 分值以下等级者以 FBP 与 $i\text{Dose}^4\text{-7}$ 重建组血管节段数最多;FBP 和 $i\text{Dose}^4\text{-7}$ 分别与 $i\text{Dose}^4\text{-3}$ 、 $i\text{Dose}^4\text{-5}$ 重建方式差异有统计学意义 (P 值均 < 0.05), $i\text{Dose}^4\text{-3}$ 与 $i\text{Dose}^4\text{-5}$ 、FBP 与 $i\text{Dose}^4\text{-7}$ 差异均无统计学意义 (P 值均 > 0.05)。客观评价方面,与 FBP 相比, $i\text{Dose}^4\text{-3}$ 、 $i\text{Dose}^4\text{-5}$ 、 $i\text{Dose}^4\text{-7}$ 各重建组平均客观噪声分别降低 29.96%、51.56%、69.76%。各组患者不同重建图像噪声值差异均有统计学意义 (P 值均 < 0.05),相同重建方式之间噪声差异均无统计学意义 (P 值均 > 0.05)。与 A 组比较,B 组、C 组有效辐射剂量分别降低了 25.83%、49.89%。**结论** 迭代重建算法与 BMI 结合能有效降低辐射剂量,提高图像质量。

【关键词】 冠状血管; 心脏成像技术; 图像处理,计算机辅助; 辐射剂量; 图像质量

Application of iterative reconstruction technique on dose reduction at body mass index-based CT coronary angiography Zhang Weihan. CT Room, Dongchangfu People's Hospital, Liaocheng 252000, China

Corresponding author: Zhang Weihan, Email: zhangweihan_@126.com

【Abstract】 Objective To explore the feasibility of iterative reconstruction technique on dose reduction at body mass index (BMI)-based CT coronary angiography (CTCA) with retrospective gating in 128 slice spiral CT. **Methods** From December 2013 to August 2014, 90 patients in Dongchangfu People's Hospital who were suspected coronary artery disease were selected. All subjects were diagnosed as coronary heart disease. The selected patients had no history of allergy to iodine contrast agent and the other disease that is not suitable for CTCA test. According to the different BMI of CTCA subjects, the subjects were divided into 3 groups: group A, $28 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} \leq 31 \text{ kg/m}^2$; group B, $24 \text{ kg/m}^2 < \text{BMI} < 28 \text{ kg/m}^2$; group C, $21 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} \leq 24 \text{ kg/m}^2$. The number of patients in each group was 30. The tube current was set as 800 mAs, 600 mAs, and 400 mAs for group A, B and C, respectively. The tube voltages of three groups are all 120 kV. Four series of images were reconstructed with filtered back project (FBP), $i\text{Dose}^4\text{-3}$, $i\text{Dose}^4\text{-5}$, $i\text{Dose}^4\text{-7}$ for each subject after used retrospectively ECG-gated CTCA technology to scan. The objective noise and subjective image quality were assessed. Two doctors who have 10 years experience in diagnosis assessed subjective image quality (the vascular diameter $> 1.5 \text{ mm}$) using 15 sections method and the four point method to evaluate coronary artery. The region of interest of three group's reconstructive images chosen from the fat density area in front of the ascending aorta which covers an area of about 14.5 mm^2 was measured as noise value and compared between them. Scan length and radiation dose index

were given by the machine automatically. **Results** All the groups were shown that the maximum number of segments over 3 scores level was in the iDose⁴-3 and iDose⁴-5 reconstructive image groups, and the maximum number of segments under 2 score level was in the FBP and iDose⁴-5 reconstructive image groups. The difference was statistical significance between the group FBP or iDose⁴-7 and the group iDose⁴-3 or iDose⁴-5 (all *P* values < 0.05), and there was no statistical difference between neither group iDose⁴-3 and iDose⁴-5 nor group FBP and iDose⁴-7 (all *P* values > 0.05). Compared with the group FBP, the average objective noise of the group iDose⁴-3, iDose⁴-5, and iDose⁴-7 reduced 29.96%, 51.56% and 69.76%, respectively. The difference of noise value was all statistical significance between the groups of different patients reconstruction image (all *P* values < 0.05). And all of the difference was no statistical significance between the same reconstruction images (all *P* values > 0.05). Compared with group A, the effective radiation dose of group B and group C was reduced by 25.83% and 25.83%, respectively. **Conclusions** The iterative reconstruction algorithm can effectively reduce the noise, combined with a body mass index can effectively reduce the radiation dose, improve the quality of image.

【Key words】 Coronary vessels; Cardiac imaging techniques; Image processing, computer-assisted; Radiation dosage; Image quality

冠状动脉粥样硬化性心脏病(冠心病)严重威胁着人类的健康,对其早期进行诊断和治疗有着重要意义。随着 64 排 128 层螺旋 CT 的普及,冠心病多层螺旋 CT 冠状动脉成像(multislice spiral computed tomography coronary angiography, MSCTCA)的临床应用日趋广泛,但 CT 检查的辐射危害日益引起人们的担忧。Lee 等^[1]报道称 CT 检查已成为医学检查辐射的主要来源。过高的辐射剂量是人体恶性肿瘤的可能诱发因素^[2]。常规回顾性心电门控技术冠状动脉成像相对于前瞻性心电门控辐射量较高,严重制约着此技术的应用。本研究根据冠心病患者不同 BMI 设计不同的扫描参数,探讨 BMI 结合迭代重建算法(iDose⁴技术)在 64 排 128 层螺旋 CT 回顾性扫描中的可行性。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究属于前瞻性研究,经医院伦理委员会批准(批准号:2013 伦审批第 003 号)。选取 2013 年 12 月—2014 年 8 月在山东省聊城市东昌府人民医院 CT 室接受 64 排 128 层 MSCTCA 检查的患者 90 例。病例纳入标准:患者临床拟诊为冠心病,并且均无碘对比剂过敏史,无急性心功能衰竭、严重心律失常及严重肾功能损害病史;检查前平静心率 < 65 次/min 或经口服药物能将心率控制在 65 次/min 以下者。排除标准:摒弃冠状动脉搭桥术后、支架术后及置有心脏起搏器的患者。根据 BMI 将患者分为 3 组,每组 30 例。A 组: $28 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} \leq 31 \text{ kg/m}^2$, 平均 30.11 kg/m^2 ; 男 20 例, 女 10 例; 年龄 52 ~ 79 岁, 平均年龄 63 岁。B 组: $24 \text{ kg/m}^2 < \text{BMI} < 28 \text{ kg/m}^2$, 平均 25.31 kg/m^2 ; 男 13 例, 女 17 例; 年龄 58 ~ 77 岁, 平均年龄 64 岁。C 组: $21 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} \leq 24 \text{ kg/m}^2$, 平均 25.31 kg/m^2 ; 男 16 例, 女 14 例; 年龄 48 ~ 80 岁, 平均年龄 62 岁。患

者检查前均签署知情同意书。

1.2 检查方法

受检者均采用荷兰 Philips Ingenuity 微平板 64 排 128 层 CT 扫描机扫描。扫描参数:管电压 120 kV,机架转速 0.40 s/rot,准直器宽度 40 mm (0.625 mm × 64),FOV 250 mm × 250 mm,矩阵 512 × 512,管电流 A、B、C 3 组分别为 800、600、400 mAs。采用双筒高压注射器以 5.0 mL/s 的流率经肘静脉注入非离子型碘对比剂碘海醇(含碘 350 mg/mL)60 mL,之后以相同的流率注射生理盐水 40 mL,采用团注追踪程序自动触发技术在主动脉根层面选择感兴趣区监测 CT 值,触发阈值设置在 110 HU。心率 > 65 次/min 的患者扫描前 30 min 给予倍他洛克 12.5 ~ 25.0 mg 含服。每例患者扫描前均进行严格的呼吸训练,测试合格后取仰卧位头先进姿势进床。扫描范围为气管分叉下 10 mm 至心脏隔面。于患者吸气相完成扫描。

1.3 图像后处理

选取受检者原始图像中的最佳时相分别进行标准滤波反投影(filtered back projection, FBP)、iDose⁴-3、iDose⁴-5 及 iDose⁴-7 进行轴位图像重建,将重建后的图像传至 Philips 星云太空工作站后应用最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)、曲面重建(curve planar reconstruction, CPR)、VR 技术进行图像后处理。

1.4 辐射剂量

由 CT 机自动记录每例患者的扫描长度(length, L;单位:cm)、容积 CT 剂量指数(CT dose index volume, CTDIvol;单位:mGy)及剂量长度乘积(dose length product, DLP; $\text{DLP} = L \times \text{CTDIvol}$),分别计算有效剂量(effective dose, ED;单位:mSv); $\text{ED} = k \times \text{DLP}$, *k* 取 0.014^[3]。为方便比较,减小误差,扫描长度统一取标准值 12 cm,并计算标准化 DLP,得到标准化 ED 值。

1.5 图像质量评估

1.5.1 主观评估 将各组图像传输至工作站,隐藏全部信息,由 2 名具有 10 年以上诊断经验的医师采用冠状动脉 15 分段法进行评价,评价血管直径 > 1.5 mm 的节段^[4]。采用 4 分制评分方法:4 分为优,冠状动脉轮廓清晰,无噪声及伪影影响;3 分为良,冠状动脉轮廓尚清晰,有少量噪声或伪影,能满足诊断要求;2 分为一般,冠状动脉轮廓略模糊,有一定噪声或伪影,能基本满足诊断要求;1 分为差,冠状动脉轮廓模糊,有大量噪声或伪影,不能满足诊断要求。

1.5.2 客观评估 分别自 3 组重建图像中的左冠状动脉起始部水平选出一幅图像,并于升主动脉前方脂肪密度区域选择感兴趣区 (region of interest, ROI),面积约 14.5 mm²,测量其 CT 值标准差,以标准差值比较噪声大小。

1.6 统计学方法

应用 SPSS 16.0 软件对数据进行统计学分析。近似服从正态分布的计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,多组采用方差分析及 SNK-*q* 检验;采用等级资料的秩和检验分别对 3 组频数组内各重建方式之间进行两两比较;图像主观评分结果的一致性采用 Kappa 检验, *K* 值 ≥ 0.75 为较好,0.40 ~ 0.74 为中等, < 0.40 为较差。以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 图像主观评价

90 例患者均顺利完成 MSCTCA 检查 (图 1)。

其中有 80 例患者选择 R-R 间期 75% 时相进行重建,另有 10 例患者选择 85% 时相重建。2 位医师的观察结果具有较好的一致性 (*K* = 0.807)。3 组可评估的冠状动脉共 1 190 段,组间不同重建方式间比较显示,FBP 和 iDose⁴-7 与 iDose⁴-3、iDose⁴-5 图像主观评分差异均有统计学意义 (*P* 值均 < 0.05), iDose⁴-3 与 iDose⁴-5 差异、FBP 与 iDose⁴-7 差异均无统计学意义 (*P* 值均 > 0.05),见表 1。

2.2 图像噪声评价

3 组患者各重建图像噪声值比较见表 2。与 3 组 FBP 平均客观噪声值 31.42 相比, iDose⁴-3 (22.32)、iDose⁴-5 (15.22)、iDose⁴-7 (9.50) 重建方式平均客观噪声分别降低 28.96%、51.56%、69.76%。方差分析及 SNK-*q* 检验显示,各组内患者不同重建图像噪声值差异均有统计学意义 (*P* 值均 < 0.05),各组图像相同重建方式之间噪声差异均无统计学意义 (*P* 值均 > 0.05)。

2.3 辐射剂量

A、B、C 组患者的扫描长度分别为 (13.21 ± 0.12) cm、(13.41 ± 1.34) cm、(13.39 ± 0.91) cm,差异均无统计学意义 (*F* = 0.390, *P* > 0.05)。扫描 3 组 CTDI_{vol} 值、DLP 值、ED 值见表 3,与 A 组比较, B 组、C 组有效辐射剂量分别降低了 25.83%、49.89%。

3 讨论

目前,MSCTCA 存在两种扫描方式,即前瞻性心

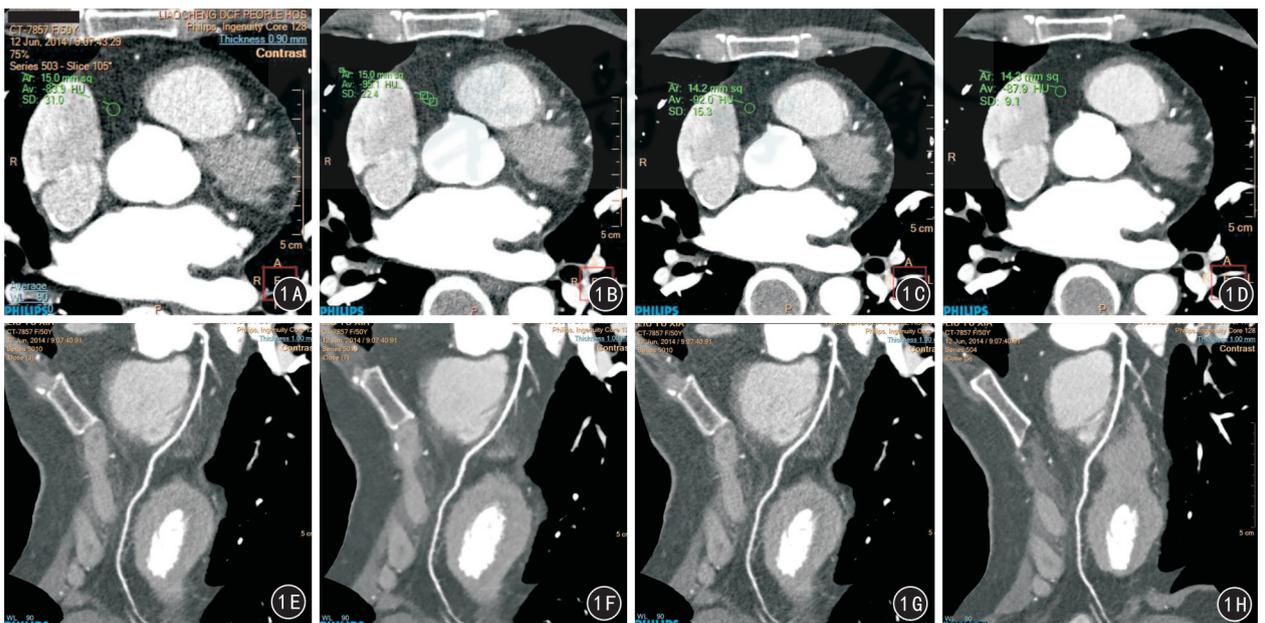


图 1 患者女,50 岁,临床拟诊为冠心病,体质量指数 30 kg/m² 1A~1D 分别为同一层面的滤波反投影、iDose⁴-3、iDose⁴-5、iDose⁴-7 的轴位 CT 图像,噪声值分别为 31、22.4、15.3、9.1 1E~1H 分别为左冠状动脉前降支的滤波反投影、iDose⁴-3、iDose⁴-5、iDose⁴-7 的重建图像,主观评分均为 4 分

表 1 3 组患者冠状动脉 CT 图像 4 种方式重建图像的主观评分比较(段)

组别	主观评分				P 值		
	4 分	3 分	2 分	1 分	iDose ⁴ -3	iDose ⁴ -5	iDose ⁴ -7
A 组(392 段)							
FBP	309	42	36	5	<0.05	<0.05	>0.05
iDose ⁴ -3	330	50	7	5	-	>0.05	<0.01
iDose ⁴ -5	327	52	8	5	-	-	<0.01
iDose ⁴ -7	300	46	36	10	-	-	-
B 组(400 段)							
FBP	310	33	51	6	<0.05	<0.01	>0.05
iDose ⁴ -3	333	52	9	6	-	>0.05	<0.05
iDose ⁴ -5	335	51	8	6	-	-	<0.05
iDose ⁴ -7	312	32	45	11	-	-	-
C 组(398 段)							
FBP	312	36	40	10	<0.05	<0.05	>0.05
iDose ⁴ -3	332	45	13	8	-	>0.05	<0.05
iDose ⁴ -5	334	50	5	9	-	-	<0.05
iDose ⁴ -7	311	33	39	15	-	-	-

注:A 组:28 kg/m² ≤ BMI ≤ 31 kg/m²; B 组:24 kg/m² < BMI < 28 kg/m²; C 组 21 kg/m² ≤ BMI ≤ 24; FBP: 滤波反投影

表 2 3 组患者各重建图像噪声值比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	FBP	iDose ⁴ -3	iDose ⁴ -5	iDose ⁴ -7	F 值	P 值
A 组	30	31.21 ± 3.32	22.60 ± 3.23	15.00 ± 4.11	9.70 ± 6.45	131.562	<0.01
B 组	30	31.37 ± 2.98	22.17 ± 6.23	15.55 ± 3.56	9.70 ± 5.33	116.929	<0.01
C 组	30	31.69 ± 1.52	22.19 ± 2.23	15.10 ± 2.61	9.11 ± 2.72	528.209	<0.01
平均值	-	31.42	22.32	15.22	9.50	-	-
F 值	-	2.598	1.280	2.820	1.792	-	-
P 值	-	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	-	-

注:A 组:28 kg/m² ≤ BMI ≤ 31 kg/m²; B 组:24 kg/m² < BMI < 28 kg/m²; C 组 21 kg/m² ≤ BMI ≤ 24; FBP: 滤波反投影

表 3 3 组患者的 CTDIvol 值及标准化后的 DLP 值及 ED 值(扫描长度 = 12 cm)

组别	例数	CTDIvol(mGy)	DLP 标准(mGy)	ED 标准(mSV)
A 组	30	52.30	627.60	8.78
B 组	30	39.30	471.60	6.60
C 组	30	26.20	314.41	4.40

注:A 组:28 kg/m² ≤ BMI ≤ 31 kg/m²; B 组:24 kg/m² < BMI < 28 kg/m²; C 组 21 kg/m² ≤ BMI ≤ 24 kg/m²; CTDIvol: 容积 CT 剂量指数; DLP 标准: 标准化后的剂量长度乘积; ED 标准: 标准化后的有效剂量

电门控序列扫描和回顾性心电门控序列扫描。相对于回顾性心电门控序列扫描,前瞻性心电门控扫描虽然辐射剂量低,但其对患者的心率有较高的要求,一般需控制在 65 次/min 以下,同时对心率的稳定性也有一定的要求,并且只能进行单一时相的数据重建,图像质量不能保证^[5]。回顾性心电门控序列扫描克服了以上缺点,虽然辐射剂量较高,但如果能配合迭代技术,就能在很大程度上降低辐射剂量。

iDose⁴ 技术是 Philips 公司推出的第 4 代迭代重建技术,2011 年应用于临床,该技术在影像空间(域)和原始数据空间(域)进行多频率迭代重建,使噪声功率谱保持恒定,保证了迭代重建影像接近 FBP 影像的噪声质地^[6]。关于迭代技术在冠状动脉成像中的应用,很多学者相继进行了研究。Leipsic

等^[7]通过研究发现,GE 公司的自适应统计迭代重建技术较 FBP 辐射量减低 27%,两种重建算法在冠状动脉狭窄的可评价性方面差异无统计学意义。Park 等^[8]通过研究不但发现迭代重建可以使辐射剂量降低 40% ~ 51%,而且还发现迭代重建组能降低噪声提高信噪比。Hosch 等^[6]通过研究进一步发现,iDose⁴ 技术联合 BMI 剂量调节可明显降低辐射剂量,同时还能提高图像质量。

本研究与以上研究结果基本一致。观察图像主观评分可以发现,A 组中 3 分以上节段数量以 iDose⁴-3、iDose⁴-5 重建组中最多,具体体现在 4 分值中 iDose⁴-3 组节段数比 FBP 组多 21 段、比 iDose⁴-7 多 30 段,iDose⁴-5 组节段数比 FBP 组多 18 段、比 iDose⁴-7 多 27 段,这种现象也同样出现在 B 组和 C 组。结合各组噪声及辐射剂量比较,笔者认为迭代重建算法能够在降低噪声的同时提升图像质量;但对比 idose⁴-7 组血管节段数可以看出,噪声及辐射剂量虽然进一步降低了,4 分值节段数却减少了,不能满足诊断需求的 1 分值节段数增加了。究其原因,笔者认为可能是迭代重建次数增加过多使血管边缘过于平滑所致,表明随着噪声及辐射剂量的进一步降低,图像质量并没有同步提高。本研究中发

现,被评为 1 分值的所有血管的管腔直径接近 1.5 mm 的血管,表明降低管电流及增加迭代重建次数首先影响小血管的显示,对大血管影响不大。虽然 iDose⁴-3 组与 iDose⁴-5 组比较无统计学差异,但从血管节段数分布来看,iDose⁴-3 重建组略优,这与钟朝辉^[9]的观点一致。在本研究中,C 组管电压设为 400 mAs,比罗远健^[10]研究中的最低管电压 490 mAs 还要低,并且采用迭代重建算法后,图像质量能够满足诊断要求。在所选 90 例资料中,有 10 例选择的是 R-R 间期的 85% 时相重建,充分显示出回顾性心电门控的优势,即可以随意选择最佳时相重建。本研究根据体质量指数设置不同的管电流,使 B 组、C 组有效辐射剂量比 A 组分别降低了 25.83%、49.89%,更体现了因人而定的灵活检查方式的优势。

本研究存在很多不足:没有对常规条件检查数据进行统计,故不能与常规检查进行比较,无法真正体现出辐射降低程度;另一方面,本研究没有对各组图像的 CT 值进行统计比较,无法说明降低噪声和管电流的同时,CT 值有无受影响;再者,本研究只对血管的轮廓清晰度进行评分,未关注管腔清晰程度。从 3 组病例 4 分值节段数量较多的情况可以推断出,辐射剂量还有下降空间,期待以后的研究在弥补以上不足的同时,探寻更低辐射剂量。

总之,iDose⁴ 技术联合 BMI 剂量调节可提高 CTCA 图像质量,降低辐射剂量,可作为常规 CTCA 低剂量的检查项目。

参 考 文 献

- [1] Lee CI, Haims AH, Monico EP, et al. Diagnostic CT scans: assessment of patient, physician, and radiologist awareness of radiation dose and possible risks[J]. Radiology, 2004, 231(2):

393-398.

- [2] Berrington de González A, Darby S. Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries [J]. Lancet, 2004, 363(9406): 345-351.
- [3] European Study Group of Radiologist and Physicians. European guidelines on quality criteria for computed tomography [J/OL]. [2013-05-01]. http://w3.tue.nl/fileadmin/sbd/Documenten/Leergang/BSM//European_Guidelines_Quality_Criteria_Computed_Tomography_Eur_l6252.pdf.
- [4] Hur G, Hong SW, Kim SY, et al. Uniform image quality achieved by tube current modulation using SD of attenuation in coronary CT angiography[J]. AJR Am J Roentgenol, 2007, 189(1): 188-196.
- [5] 马延贺,于铁链,李东,等. 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像中前瞻性心电门控技术的应用价值[J]. 中国医学影像技术, 2010, 26(3): 492-495.
- [6] Hosch W, Stiller W, Mueller D, et al. Reduction of radiation exposure and improvement of image quality with BMI-adapted prospective cardiac computed tomography and iterative reconstruction[J]. Eur J Radiol, 2012, 81(11): 3568-3576.
- [7] Leipsic J, Labounty TM, Heilbron B, et al. Estimated radiation dose reduction using adaptive statistical iterative reconstruction in coronary CT angiography: the ERASIR study [J]. AJR Am J Roentgenol, 2010, 195(3): 655-660.
- [8] Park EA, Lee W, Kim KW, et al. Iterative reconstruction of dualsource coronary CT angiography: assessment of image quality and radiation dose[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2012, 28(7): 1775-1786.
- [9] 钟朝辉,陈疆红,贺文,等. 体质量指数结合 iDose4 迭代重建算法在低剂量冠状动脉 CT 成像中的应用[J]. 中国介入影像与治疗学, 2013, 10(12): 759-763.
- [10] 罗远健. 低剂量技术在 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像中的效果观察[J]. 中外医学研究, 2013, 11(2): 35-36.

(收稿日期:2014-09-04)

(本文编辑:章新生)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

关于参考文献著录格式的要求

本刊执行 GB/T 7714—2005《文后参考文献著录规则》。依照参考文献在文中出现的先后顺序用阿拉伯数字加方括号标出,并于文献题名后增加标注文献类型标志项目,如期刊文献标注[J]。尽量避免引用摘要作为参考文献。内部刊物、未发表资料、个人通信等请勿作为文献引用,确需引用时,可将其在正文相应处注明。引用文献(包括文字和表达的原意)务请作者与原文核对无误。同一文献作者不超过 3 人全部著录;超过 3 人只著录前 3 人,后依文种加表示“等”的文字。作者姓名一律姓氏在前,名字在后,外国人的名字采用首字母缩写形式,缩写名后不加缩写点;不同作者姓名之间用“,”隔开。外文期刊名称用缩写,以 Index Medicus 中的格式为准;中文期刊名用全称。每条参考文献均须著录起止页。有关参考文献的书写格式请注意参考本刊 2015 年第 1 期所引文献的格式。

本刊编辑部