

过剩是导致机体氧化应激损伤的病理基础,抗氧化酶(SOD、CAT)对维持体内 ROS 动态平衡发挥着重要的作用^[13]。当抗氧化酶活性降低时将导致 ROS 过剩而导致机体过氧化损伤,所以氧化酶活性和过氧化终产物(丙二醛、MDA)含量能够反映机体氧化应激损伤程度。

综上所述,本实验通过制备急性心肌梗死大鼠模型并给予重组胎盘生长因子(rPIGF)进行研究发现,经 rPIGF 治疗能有效降低急性心肌梗死大鼠舒张末期左心室内径(LVIDd)和收缩末期左心室内径(LVIDs),LVIDd 和 LVIDs,提高短轴缩短率(FS)、射血分数(EF)、每搏排出量(SV);降低急性心肌梗死大鼠心肌组织梗死面积,改善心肌组织细胞凋亡状况,调节凋亡相关基因蛋白表达(上调 bcl-2 表达、下调 Bax 表达、提高 bcl-2/Bax 比值、下调 caspase-3 蛋白表达);改善抗氧化酶(SOD、CAT)活性并降低 MDA 含量,下调 NF- κ B 蛋白表达,提示 rPIGF 具有抑制大鼠急性心肌梗死后细胞凋亡的作用,其机制可能与 rPIGF 改善心功能、调节凋亡相关基因蛋白表达以及抑制氧化应激损伤有关。

参考文献

- 1 Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, *et al.* Third universal definition of myocardial infarction[J]. Circulation, 2012, 126: 2020-2035
- 2 高晓津, 杨进刚, 杨跃进, 等. 中国急性心肌梗死患者心血管危险因素分析[J]. 中国循环杂志, 2015, 30(3): 206-210
- 3 Yang G, Wang Y, Zeng Y, *et al.* Rapid health transition in China, 1990-2010: findings from the global burden of disease study 2010[J]. The Lancet, 2013, 381(9882): 1987-2015
- 4 Xu T, Li W, Teo K, *et al.* Association of psychological risk factors

- and acute myocardial infarction in China; the INTER-HEART China study[J]. Chin Med J, 2011, 124: 2083-2088
- 5 罗礼云, 陈柏荣, 黄茵, 等. 胎盘生长因子对急性心肌梗死大鼠血管新生的影响及心肌保护作用[J]. 中山大学学报:医学科学, 2016, 37(2): 222-227
 - 6 Nagy JA, Dvorak AM, Dvorak HF. VEGF-A(164/165) and PlGF: roles in angiogenesis and arteriogenesis[J]. Trends Cardiovasc Med, 2003, 13(5): 169-175
 - 7 徐叔云, 卞如濂, 陈修. 药理实验方法学[M]. 3 版. 北京:人民卫生出版社, 2002: 45
 - 8 Zhao YJ, Wang YL, Du LJ, *et al.* Effect of spermine preconditioning on myocardial ischemia/reperfusion injury and cardiomyocyte apoptosis in isolated perfused rat heart[J]. Chin Pharmacol Bull, 2012, 28(8): 1135-1140
 - 9 Ogura T, Tanaka Y, Tamaki H, *et al.* Docetaxel induces Bcl-2- and pro-apoptosis caspase-independent death of human prostate cancer DU145 cells[J]. Int J Oncol, 2016, 48(6): 2330-2338
 - 10 Farhadi F, Jahanpour S, Hazem K, *et al.* Garlic (Allium sativum) fresh juice induces apoptosis in human oral squamous cell carcinoma: the involvement of caspase-3, bax and bcl-2[J]. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects, 2015, 9(4): 267-273
 - 11 Saeedi Borujeni MJ, Hami J, Haghir H, *et al.* Evaluation of bax and bcl-2 proteins expression in the rat hippocampus due to childhood febrile seizure[J]. Iran J Child Neurol, 2016, 10(1): 53-60
 - 12 Renault TT, Dejean LM, Manon S, *et al.* A brewing understanding of the regulation of Bax function by Bcl-xL and Bcl-2[J]. Mech Ageing Dev, 2016, S0047-6374(16): 30049-30045
 - 13 Lartigue A, Burlat B, Coutard B, *et al.* The megavirus chilensis Cu, Zn-superoxide dismutase: the first viral structure of a typical CCS-independent hyperstable dimeric enzyme[J]. J Virol, 2014, 2588(14): 254-261

(收稿日期:2016-08-21)

(修回日期:2016-09-28)

对比剂不同注射方案对冠状动脉 CTA 图像质量的影响

陈伟彬 冯 莉 张伟杰 宫凤玲 王星稳 张惠英

摘 要 **目的** 分析冠状动脉 CTA 扫描时对比剂的不同注射方案对其图像影响,寻求最佳注射方案。**方法** 选取 240 例体重相近患者随机平均分成 A、B、C 3 组行冠状动脉 CTA 扫描。A 组应用双期注射方案,首次注入 70ml 对比剂,随后追加 20ml 生理盐水;B 组应用双期注射方案,首次注入 50ml 对比剂,随后追加 20ml 混合剂(盐水:对比剂为 1:1),C 组应用 3 期注射方案,首次注入 50ml 对比剂,第 2 期注入 20ml 混合剂(盐水:对比剂为 1:1),随后追加生理盐水 20ml。评价 3 组 CTA 图像升主动脉

基金项目:河北省科技计划项目(162777140);河北省唐山市科学技术研究与发展计划(14130270B)

作者单位:063000 唐山,华北理工大学附属医院 CT 室(陈伟彬、张伟杰、宫凤玲、王星稳、张惠英);华北理工大学基础医学院病理教研室(冯莉)

(AO)及冠状动脉三大分支 CT 值比较,差异有无统计学意义,比较 3 组间上腔静脉、右心室硬化伪影及室间隔显示情况。结果与 A 组比较,B、C 两组在减少 10ml 对比剂情况下,3 组间 AO 及冠状动脉三大分支 CT 值比较,差异无统计学意义($P>0.05$),B 组上腔静脉、右心室硬化伪影高于 A、C 两组($P<0.05$),C 组室间隔显示率高于 A、B 两组($P<0.05$)。结论 应用第 3 时相对比剂注射方案,既能有效减少造影剂用量,又能保证图像质量,较好地显示室间隔,对冠状动脉疾病的诊断具有一定意义。

关键词 冠状动脉 对比剂 注射方法 图像质量

中图分类号 R8 **文献标识码** A **DOI** 10.11969/j.issn.1673-548X.2017.05.042

Effect of different contrast medium injection solution on image quality of CT coronary artery imaging Chen Weibin, Feng Li, Zhang Weijie, et al. The CT Department of North China University of Science and Technology Affiliated Hospital, Hebei 063000, China

Abstract Objective To analyse coronary CTA scan, contrast medium injection solution on its effect to the image, find the optimum injection solution. **Methods** Selected 240 cases of similar weight average patients and randomly divided into A, B, C in to three groups of coronary CTA scanning. Application of group A double injection scheme, for the first time into 70ml of contrast agent, then an additional 20ml saline. Group B used double injection scheme, for the first time into 50ml contrast agent, then an additional 20ml mixture (1:1 brine - contrast medium), And group C application of the third phase of injection scheme, for the first time into 50ml contrast agent, the second phase of the injected 20ml mixture (1:1 brine - contrast agent), then add 20ml saline. Performed evaluation of three groups of CTA images of the ascending aorta (AO) and coronary artery three branches which CT values have statistically calculated, Did comparison between those three groups of superior vena cava, right ventricular hardening, rate of incidence of artifacts and inter - ventricular septum. **Results** Compared with group A, B and C in the two groups in reducing 10ml of contrast agent, AO between three groups of three branches and coronary artery CT value is no statistical significance ($P>0.05$), group B superior vena cava, right ventricular hardening artifacts than A and C in the two groups ($P<0.05$), ventricular septal show rate is higher than group C A, B in two groups ($P<0.05$). **Conclusion** Application of three contrast agent injection scheme can effectively reduce the dosage of contrast agent and can ensure the quality of the image. Better showed ventricular septal and has certain important significance for the diagnosis of coronary artery disease.

Key words Coronary artery; Contrast agent; Injection method; Image quality

随着螺旋 CT 及扫描技术的不断发展,冠状动脉 CTA (coronary computed tomography angiography, CCTA) 逐渐成为可疑冠状动脉疾病患者检查的首选方法之一^[1,2]。当前国内外关于冠状动脉 CTA 图像质量影响因素的研究较多,但是鉴于对比剂肾病的发生,研究者们也在不断寻求优化的扫描技术、成像方法,在保证图像质量的前提下,有效减少对比剂用量。故本研究旨在尝试在不影响冠状动脉 CTA 图像质量的同时,通过改变对比剂注射方案,有效地减少对比剂剂量。

材料与方法

1. 一般材料:收集 240 例 2015 年 7 月~2016 年 8 月之间因冠状动脉病变于笔者医院行冠状动脉 CTA 检查患者,随机分为 A、B、C 3 组,每组患者 80 例,其中男性 143 例,女性 97 例,患者年龄 38~76 岁,平均年龄 55.6 ± 15.0 岁。所有患者心率平稳,无严重心率不齐,无碘对比剂过敏史、心功能不全、肝肾衰竭等禁忌证。

2. 检查方法:飞利浦 256 层螺旋 CT 进行扫描,采用回顾性心电门控技术行冠状动脉 CTA 检查。扫描

前所有患者行碘对比剂过敏试验,观察 30min 后均无过敏反应。检查前患者于右肘静脉置入套管针,行仰卧位,足先进。扫描范围:自气管分叉处至心脏下缘约 1cm 处。碘对比剂(碘普罗胺)浓度 370mgI/ml,注入速度设为 5ml/s。采用具有双流技术的双筒高压注射器。A 组应用双期注射方案,首次注入 70ml 对比剂,随后追加 20ml 生理盐水;B 组应用双期注射方案,首次注入 50ml 对比剂,随后追加 20ml 混合剂(盐水:对比剂为 1:1),C 组应用 3 期注射方案,首次注入 50ml 对比剂,第 2 期注入 20ml 混合剂(盐水:对比剂为 1:1),随后追加生理盐水 20ml。扫描参数:管球旋转 0.27s/r,探测器宽度 128 层 $\times 0.625\text{mm}$,螺距 0.18,管电压 120kV,管电流 800~1000mAs。采用自动激发技术,于气管分叉处行监控层面扫描,并于降主动脉内设置兴趣区,触发阈值 120HU,达到阈值后延迟 5s 扫描。

3. 数据测量与图像分析:(1)数据测量:所有原始数据传输至 EBW4.0 工作站行后处理,于横断位图像测量升主动脉(AO)、右冠状动脉(RCA)、左冠状动脉(LAD)及左旋支(LCX)近段 CT 值,兴趣区

5mm²,每处至少测量 3 次,取其平均值。记录有效辐射剂量:ED 为 DLP 与转换系数 K 的乘积(0.014mSv/mGyXcm)。(2)图像分析:1)上腔静脉、右心室硬化伪影评级标准^[3]。0 级:上腔静脉、右心室无对比剂充盈,无硬化伪影产生;1 级:上腔静脉、右心室内充盈较少对比剂,充盈不均匀导致少量硬化伪影产生,但对冠状动脉图像评价产生影响;2 级:上腔静脉、右心室内充盈大量对比剂,产生较多硬化伪影,无法对冠状动脉图像进行评价。2)室间隔评级标准^[4]:①3 分:室间隔显示清晰,左右心室对比良好;②2 分:室间隔显示较好,左右心室对比尚可;③1 分:室间隔显示差,左右心室对比较差。

表 1 3 组血管增强 CT 值及有效辐射剂量(ED)比较

组别	AO(HU)	RCA(HU)	LAD(HU)	LCX(HU)	ED(mSv/mGyXcm)
A 组	395.15 ± 62.82	411.93 ± 55.24	389.02 ± 50.74	397.42 ± 66.58	15.11 ± 2.00
B 组	382.84 ± 61.87	404.77 ± 53.57	404.91 ± 53.76	402.77 ± 67.40	15.20 ± 1.33
C 组	390.65 ± 55.07	399.53 ± 50.25	395.07 ± 49.33	400.62 ± 55.43	14.98 ± 1.41
F	12.66	28.77	33.51	25.63	11.49

2. 上腔静脉、右心室硬化伪影比较:A、C 组硬化伪影较少,均低于 B 组硬化伪影的产生,3 组间比较差异有统计学意义($P < 0.05$,表 2)。

表 2 上腔静脉及右心室伪影

组别	0 级	1 级	2 级
A 组	72	8	0
B 组	12	68	0
C 组	65	15	0

$\chi^2 = 114.31, P = 0.000$

3.3 组室间隔显示评分比较:A 组注射方案右心室较少有对比剂进入,故室间隔显示较差(图 1),B 组采用混合液追加注射方案,右心室虽有对比剂进入,但大部分患者混合不均匀(图 2),产生大量硬化伪影,导致部分室间隔显示受影响,C 组在 B 组注射方案的基础上追加生理盐水,右心室对比剂充盈均匀,产生较少硬化伪影(图 3),室间隔显示优于 A、B 两组,差异有统计学意义($P < 0.05$,表 3)。

讨 论

目前 CT 冠状动脉成像鉴于其高效、无创性等优势,逐渐成为临床冠状动脉疾病诊断及筛查的重要手段之一。但准确的诊断需要清晰高质量的冠状动脉图像,其中扫描技术、对比剂剂量、对比剂注射方案等

4. 统计学方法:所有数据由 SPSS 17.0 软件进行统计分析,计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用单因素方差分析和 χ^2 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 主动脉与冠状动脉三大分支 CT 值及有效辐射剂量(ED)组间比较:不同注射方案所得冠状动脉图像清晰,均可满足诊断需求,B、C 组对比剂减少 10ml 基础上,3 组间升主动脉(AO)及冠状动脉 CT 值比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。3 组间有效辐射剂量比较,差异无统计学意义($P > 0.05$,表 1)。

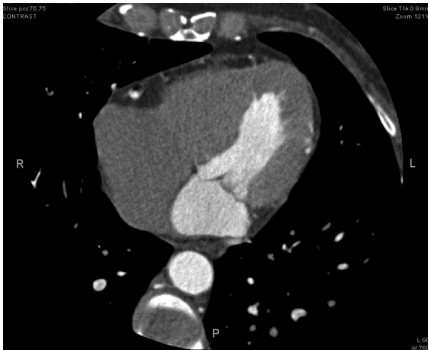


图 1 采用双时相注射方法,右心室无对比剂充盈,与室间隔分界不清

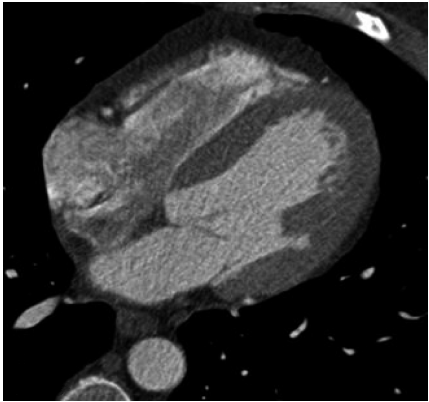


图 2 采用双时相注射方法,追加混合剂,右心房有对比剂充盈,但充盈不均,局部与室间隔分界欠清

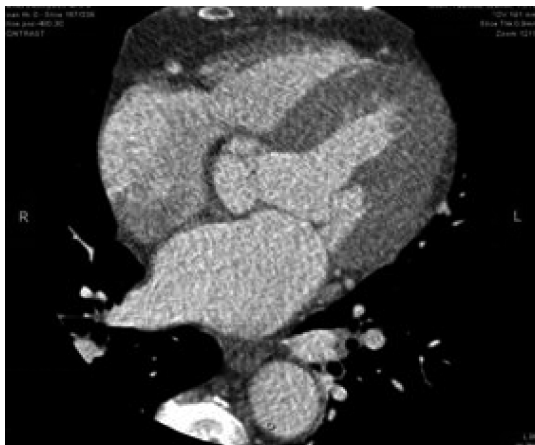


图3 采用3时相注射方法,右心室有对比剂充盈均匀,与室间隔分界清楚,能够很好地显示左心室壁

表3 3组室间隔显示质量评分

组别	3分	2分	1分
A组	0	6	74
B组	13	43	24
C组	55	22	3

$\chi^2 = 181.04, P = 0.000$

诸多因素都可对其造成影响,较为直接因素为冠状动脉血管增强水平,故此对比剂的用量及用法成为诸多研究者关注的焦点之一^[5~7]。众所周知,单位时间内高剂量对比剂注入冠状动脉血管内,管腔内外形成较高的对比,管腔内CT值增高,两者之间存在正相关,对于冠状动脉细小分支内的微小病变的检出率提高。但与此同时,对于冠状动脉存在的微小钙化,由于较大剂量对比剂注入管腔内,导致其不能清晰辨认,以至于导致假阴性率的提高,容易造成误诊。同时也由于大剂量对比剂的摄入,增加肾脏排泄负担,对比剂肾病(CIN)发生率随之提高,对患者特别是基础代谢较低的老年患者造成不同程度身体伤害^[8~10]。因此研究者致力于在保证图像的同时,通过改变对比剂的注射方案,从而达到减少对比剂用量目的,寻求最佳的扫描方法。

与传统单筒高压注射器比较,双筒高压注射器可以采用分时相对比剂注射方案,于前期对比剂注射后追加单纯生理盐水或生理盐水-对比剂混合液,在保持冠状动脉管腔内对比剂持续高浓度的同时,有效的降低对比剂的用量。另外在评价冠状动脉血管同时,需要对心脏形态、室间隔及心室壁等形态方面进行评估,特别是对室间隔的显示,以期更好的界定左心室壁,评估心室壁梗死大致范围。故此冠状动脉CTA

检查时,左右心室对比剂需充盈均匀,最大程度减少上腔静脉、右心室硬化伪影的产生^[11]。目前国内相关文献报道显示,冠状动脉各主要分支管腔内对比剂浓度达到380HU以上时,冠状动脉图像可满足临床诊断需求^[12~15]。

本研究显示3组冠状动脉管腔内CT值比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),即使在B、C两组对比剂减少10ml基础上,其CT值均超过380HU以上,与相关文献报道相符,由此可见同时改变对比剂注射方案可见达到减少对比剂用量的要求。此外双筒高压注射器具备双流技术,扫描者进行操作时可以根据需求对对比剂与生理盐水的比例进行随意调配,以提供不同对比剂注射方案,达到合理利用对比剂的同时,保持较高的图像质量,本研究中B、C两组在减少10ml对比剂情况下,通过改变注射方案,即先期注入原浓度对比剂,随后追加混合液,第3时相注入生理盐水,以达到左右心室同时对对比剂充盈,更好地显示室间隔及心室形态,但研究中发现B组在不追加生理盐水情况下,由于右心室对比剂混合不均匀,产生较多的硬化伪影,一定程度上影响了室间隔的显示,C组通过第3时相追加生理盐水,使右心室内对比剂充盈均匀,硬化伪影大幅度减少,右心室及室间隔显示良好,完整地勾勒出左心室壁特别是室间隔处心室壁地范围,更好地界定左右心室范围,直观观察心脏形态^[16]。

由此可见通过本研究数据分析显示C组应用三时相注射方案,再减少了对比剂用量的同时,降低了硬化伪影的产生,同时保证了高质量的冠状动脉图像,最为关键的是由于对比剂剂量的降低,减少了对比剂肾病的发生概率。当然本研究不可避免存在诸多欠缺之处,国内相关研究认为冠状动脉管腔内CT值达到300~350HU,即可满足冠状动脉疾病诊断,而本研究中3组管腔内CT值均达到350HU以上,故就本研究而言对比剂用量存在进一步降低的可能。

综上所述,选用第3时相注射方案既能有效地减少对比剂用量,且能提高高质量的冠状动脉图像,满足临床诊断需求,同时能更好地显示室间隔及心脏形态,对临床相关疾病的诊断提供影像基础。

参考文献

1 Paech DC, Weston AR. A systematic review of the clinical effectiveness of 64-slice or higher computed tomography angiography as an alternative to invasive coronary angiography in the investigation of suspected coronary artery disease[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2011, 11: 32

传统和文化心理背景;②我国死亡教育缺乏广泛社会支持;③死亡教育切实操作在我国举步维艰;④死亡教育误导;⑤以医学生、医务工作者为对象所进行的更深层次死亡教育属于专业性死亡教育^[4]。死亡教育学科本身目前也存在诸多不足之处:生命教育的诸多理论问题尚待达成共识;在课程设置上尚没有理顺渗透式生命教育课程和单一生命教育课程的关系;死亡教育研究不足^[19]。此外,缺少具有专业水平师资力量,课程设置难以统一,缺乏专门针对医学生设置的课程内容,没有脱离伦理学、心理学成为独立学科等问题也需要在死亡教育实施及推广过程中逐一解决。

近年来,针对医学生开展死亡教育研究虽然取得了一定进展,但是,这些研究大多数以理论探讨为主,所述内容缺乏依据且多是陈旧之言,在具体施教过程可借鉴性较低。从对死亡教育需求来看,这一领域有很大发展空间,希望在今后研究中,更注重研究的科学性和实用性,着眼于实践尝试,为死亡教育在医学生群体中更好的开展积累经验。

参考文献

- 郭巧红. 医学生死亡教育教程编制和实施效果研究[D]. 长沙:中南大学, 2010
- 林楠, 陈嘉熙, 李春梅, 等. 医学生生死观调查研究[J]. 医学与哲学(A), 2013, 34(10): 80-83
- 王志宝, 孙铁山, 李国平. 近 20 年来中国人口老龄化的区域差异及其演化[J]. 人口研究, 2013, 1: 60-75
- 郭巧红, 任小红, 刘琳. 我国医学教育亟需死亡教育补课[J]. 医学

与哲学:人文社会医学版, 2009, 30(7): 69-70

- 李正关. 医学生和谐医患关系意识培养实践研究[J]. 中国卫生事业理论, 2010, 10: 700-701
- 郑晓江. 生死哲学与人文医学——关于医患关系紧张的一种解释与解决途径[J]. 赣南医学院学报, 2009, 29(5): 655-658
- 杜治政. 医学伦理学辞典[M]. 郑州: 郑州大学出版社, 2003
- 沈峰平. 护士死亡教育培训知识体系的构建[D]. 上海: 第二军医大学, 2011
- 岳长红, 柏宁, 任守双, 等. 在医学生中开展死亡教育的意义及方式[J]. 医学与社会, 2010, 9(9): 1-3
- 李群伟. 医学院校应开设生死学课程进行生命教育[J]. 教育教学论坛, 2014, 14: 2-4
- 贺兰英. 医学生生命教育途径探微[J]. 广东医学院学报, 2013, 31(6): 720-723
- 王薇, 樊菁菁. 第 155 医院在护理继续教育中开展死亡教育的实践[J]. 实用医药杂志, 2013, 30(12): 1147-1148
- 陈秋余. 医学生生命教育实施路径探究[J]. 广东医学院学报, 2013, 31(6): 730-733
- 黄林瑶, 潘妮妮, 刘葵, 等. 论医学生生命教育的实施方法与途径[J]. 出国与就业: 就业版, 2011, 12(9): 110
- 李世荣, 马延龙, 马莉. 医学生生命价值观的调查与生命教育探析[J]. 价值工程, 2011, 30: 289
- 刘凌霄. 医学院校生命教育课程体系引论[J]. 包头医学院学报, 2014, 30(1): 115-117
- 叶华松. 生命哲学视野下的大学生生命教育研究[J]. 中国高教研究, 2011, 26(5): 71-73
- 王云岭, 曹永福, 杨同卫. 在高等医学院校开设生死教育课程的尝试[J]. 医学与哲学: 人文社会医学版, 2007, 28(6): 55-56
- 张全雷. 浅议当前生命教育研究中存在的问题[J]. 职业时空, 2011, 7(11): 63-64

(收稿日期: 2016-12-21)

(修回日期: 2017-01-04)

(接第 174 页)

- 杨磊, 温延国, 孙小丽, 等. 适当低浓度对比剂在冠状动脉 CTA 成像中的应用价值[J]. 临床放射学杂志, 2015, 34(3): 454-458
- 黎雪琴, 罗红亮, 刘文婷, 等. 64 排螺旋 CT 冠状动脉成像时不同对比剂注射方案的特点[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2012, 10(2): 125-128
- Cao L, Du X, Li P, *et al.* Multiphase contrast-saline mixture Injection with dual-flow in 64-row MDCT coronary CTA[J]. Eur Radiol, 2009, 19: 496-499
- Hassan A, Nazir SA, Alkadh H. Technical challenges of coronary CT angiography: today and tomorrow[J]. Eur Radiol, 2011, 21: 161-171
- 马春梅, 宫凤玲, 陈伟彬, 等. 自动跟踪与手动触发技术在 256 层 CT 冠状动脉成像中的应用[J]. 实用放射学杂志, 2013, 29(11): 1844-1846
- Deek H, Newton P, Sheerin N, *et al.* Contrast media induced nephropathy: a literature review of the available evidence and recommendations for practice[J]. Aust Crit Care, 2014, 27(4): 166-171
- Vogl TJ, Abolmaali ND, Diebold T, *et al.* Techniques for the detection of coronary atherosclerosis: multi-detector row CT coronary angiography[J]. Radiology, 2002, 233: 212-220
- 王妍姝, 吴国庚, 谭晔, 等. 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像中优化对

比剂注射技术对图像质量的影响[J]. 医学影像学杂志, 2010, 20(6): 823-826

- 尹璇. 256 层螺旋 CT 冠状动脉成像的个性化造影剂注射法及其在心肌桥诊断中的应用[D]. 上海: 复旦大学, 2010: 1-67
- 赵春龙, 殷少龙, 冯庆韬, 等. 不同浓度及不同渗透压对比剂对 64 排螺旋 CT 冠状动脉血管造影图像影响的研究[J]. 河北医药, 2009, 31(17): 2258-2260
- 黄伟, 王峻, 暴杰, 等. 稀释对比剂注射法在 64 层螺旋 CT 在冠状动脉成像中的应用研究[J]. 实用医学影像杂志, 2011, 12(3): 149-151
- 霍福涛, 徐卫玲, 李建, 等. 64 层螺旋 CT 心脏检查对比剂注射方案的优化[J]. 放射学实践, 2009, 24(1): 23-28
- 曹丽珍, 李坤成, 杜祥颖, 等. 多期双流速注射对比剂-盐水混合物在 64 层螺旋 CT 冠状动脉造影中的应用[J]. 临床放射学杂志, 2007, 26(1): 67-69
- 张晓东, 唐秉航, 李芳云, 等. 256 层螺旋 CT 低剂量冠状动脉成像研究[J]. 中华放射学杂志, 2011, 45: 835-840
- Leschka S, Kim C H, Baummueller S, *et al.* Scan length adjustment of CT coronary angiography using the calcium scoring scan: effect on radiation dose[J]. AJR, 2010, 194(3): 272-277

(收稿日期: 2016-09-14)

(修回日期: 2016-09-27)