

• 腹部影像学 •

碘对比剂相关急性肾损伤及相关危险因素的大样本回顾性研究

马丽娅, 李震, 沈亚琪, 胡道予

【摘要】 目的:探讨增强 CT 后对比剂相关急性肾损伤(PC-AKI)的发生率与对比剂肾病(CIN)各相关危险因素的相关性。**方法:**回顾性分析 3021 例患者在 CT 增强扫描前后内血清肌酐值的变化,比较 CIN 和急性肾损伤(AKI)的发生率以及各危险因素(性别、年龄、糖尿病、高血压、心脏疾病、肾脏疾病、泌尿系结石和/或梗阻性肾、输尿管积水、肾脏肿瘤、先天性肾疾病、肾脏手术、升主动脉或心脏手术、化疗、放疗)在 PC-AKI 与非 PC-AKI 患者两组间的差异。**结果:**CIN 发生率为 7.4%, AKI 发生率为 4.3%。患肾肿瘤($P<0.001$)、需要进行肾脏手术($P<0.001$)、升主动脉或心脏手术($P=0.020$)的患者 CIN 发生率更高,化疗患者的 CIN 发生率降低($P=0.027$)。AKI 与非 AKI 患者进行比较,分布情况与 CIN 类似,但 AKI 患者中男性比例稍高($P<0.001$),平均年龄稍大($P=0.031$)。**结论:**行增强 CT 检查的住院患者 PC-AKI 的发生率较低,PC-AKI 的发生率与肾脏及心血管相关危险因素呈正相关性,与化疗呈负相关性。

【关键词】 对比剂相关急性肾损伤; 对比剂肾病; 碘对比剂; 增强 CT; 体层摄影术, X 线计算机

【中图分类号】 R692.9; R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2018)09-0918-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2018.09.008

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



A large sample retrospective study on iodinated contrast agent-induced acute kidney injury and associated risk factors MA Li-ya, LI Zhen, SHEN Ya-qi, et al. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

【Abstract】 Objective: The purpose of this study was to investigate the incidence of post-contrast acute kidney injury (PC-AKI) of CT scan and its correlation with risk factors associated with contrast-induced nephropathy (CIN). **Methods:** The changes of serum creatinine (SCr) values of 3021 patients before and after enhanced CT scan were analyzed retrospectively. The incidence rate of CIN and AKI were compared. The difference of risk factors (age, gender, diabetes mellitus, hypertension, heart disease, renal disease, urinary stone with or without obstructive hydronephrosis, renal tumor, congenital renal disease, renal surgery, ascending aortic or cardiac surgery, chemotherapy, radiotherapy) was also compared between the two groups with and without PC-AKI. **Results:** The incidence rate of CIN was 7.4% and AKI was 4.3%. Patients with suspected renal tumors ($P<0.001$), renal surgery ($P<0.001$), and ascending aortic or cardiac surgery ($P=0.020$) had more possibility to suffer CIN; however, patients with chemotherapy had less possibility ($P=0.027$). The incidence of AKI was similar compared with Non-AKI, but AKI group had less female patients ($P<0.001$) and slightly higher average age ($P=0.031$). **Conclusion:** The incidence rate of PC-AKI is relatively less in in-patients when undergoing iodinated enhanced CT examinations. It is positively correlated with renal and cardiovascular risk factors, and negatively correlated with chemotherapy.

【Key words】 Post-contrast acute kidney injury; Contrast induced nephropathy; Iodinated contrast agent; Enhanced CT; Tomography, X-ray computed

作者单位: 430030 武汉, 华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科

作者简介: 马丽娅(1987-), 女, 湖北人, 博士研究生, 主治医师, 主要从事腹部影像学研究工作。

通讯作者: 胡道予, E-mail: daoyuhu@hust.edu.cn

基金项目: 同济医院科研基金(2201101680), 国家自然科学基金(81571642, 81701657, 81771801), 中央高校基本科研业务费专项资金资助(NO. 2017KFYXJJ126)

血管内应用碘对比剂所致急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)是医院相关性肾功能不全的第三大原因^[1], 发生率达 11%, 其病死率高达 19.4%^[2]。2007 年美国急性肾损伤专家组(AKIN)提出, AKI 的诊断标准为血清肌酐(serum creatinine, SCr)值升高

0.3 mg/dL 或 50% 以上^[3]。而 2011 年欧洲泌尿生殖放射学会(ESUR)将对比剂相关肾病命名对比剂肾病(contrast induced nephropathy, CIN),进一步定义为排除其它明显原因后在血管内注射碘对比剂后 3 天内造成的肾功能损伤,SCr 值升高 25% 或 44 $\mu\text{mol/L}$ (0.5 mg/dL) 以上^[4]。有文献表明动脉内给药相关的对比剂后对比剂相关急性肾损伤(post-contrast acute kidney injury, PC-AKI)发生率高于静脉内给药^[4],而其他相关危险因素仍在进一步研究。本研究拟采用上述两种诊断标准(AKI 及 CIN),回顾性分析临床真实数据,探讨增强 CT 静脉内注射碘对比剂后 PC-AKI 的发生率及其相关危险因素。

材料与方法

1. 纳入及排除标准

从影像信息系统、电子检验系统及电子病历中检索出患者的影像和血液检查信息,并进行筛选。病例纳入标准:①2015 年 5 月 1 日—2016 年 4 月 30 日在本院住院的成年患者(年龄 ≥ 18 岁),进行了增强 CT 检查,扫描部位包括腹部、盆腔、胸部、头颈或任一肢体;②在行增强 CT 检查前 5 d 内至少进行了一次 SCr 值检验[记为检查前 SCr 值(before-CT SCr, BC-SCr)]^[5,6];③在增强 CT 检查后 3 天内(24~72 h)至少进行了一次 SCr 检验[记为检查后 SCr 值(post-CT SCr, PC-SCr)]。病例排除标准:①不具备完整的上述 SCr 数据;②检查前已存在肾功能不全(临床诊断为急、慢性肾功能衰竭或肾功能不全);③住院期间在有效 CT 扫描与 SCr 检验之间接受了肾移植或进行了透

析;④同一患者在 14 d 内进行了多次不同的 CT 扫描(包括平扫 CT 和增强 CT 检查)或进行了介入操作,此项是为了避免其它有 X 线暴露的检查对本研究结果的影响^[7]。

CIN 定义为排除其它明显原因后,在血管内注射对比剂后 3 天内 SCr 值升高 25% 或 44 $\mu\text{mol/L}$ (0.5 mg/dL) 以上(相对于患者自身基准水平)^[4];而 AKI 定义为 SCr 升高 50% 或 0.3 mg/dL 以上^[3]。

2. 对比剂种类及浓度

本研究中对对比剂的种类及浓度包括:碘克沙醇 270(270 mg I/mL)、碘克沙醇 320(320 mg I/mL)、碘普罗胺 370(370 mg I/mL)、碘海醇 350(350 mg I/mL)及碘美普尔 400(400 mg I/mL)。对比剂剂量为 0.7~1.2 mL/kg(总剂量为 40~100 mL),对比剂注射后常规注射 20~35 mL 生理盐水。

3. 危险因素的筛选

本研究参照相关文献及指南选择了与其关联紧密的因素^[4,8],包括年龄、性别、糖尿病(DM)、高血压、心脏疾病(包括充血性心力衰竭、心衰、心功能 III—IV 级)、肾脏肿瘤、泌尿系结石和/或梗阻性肾、输尿管积水(简称为泌尿系结石)、先天性肾疾病(包括孤独肾、马蹄肾、先天性多囊肾)、肾脏疾病(包含急性肾炎、急性肾小球肾炎、急进性肾小球肾炎、慢性肾炎/肾病、肾萎缩、肾动脉狭窄、高血压肾病、糖尿病肾病或肾损伤、膜性肾病、肾病综合征、痛风性肾病、肝肾综合征、IgG4 相关性肾病、肾小球酸中毒、慢性移植性肾病、IgA 肾病、血管炎性肾损伤、狼疮性肾病、其它类型肾炎、肾脓肿、肾损伤或挫裂伤)、PC-SCr 检验前行肾脏

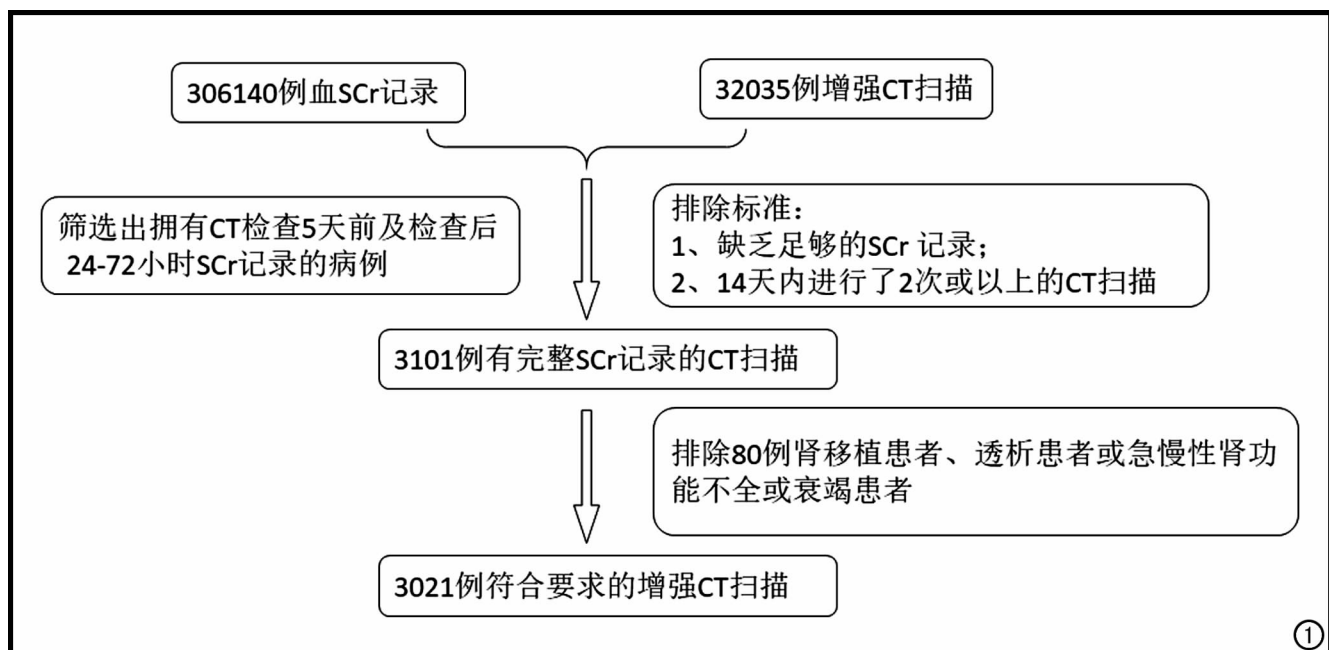


图1 患者筛选流程图。

手术(简称为肾脏手术)、升主动脉或心脏手术(简称为心脏手术)、化疗、放疗等。

4. 统计学分析

采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。二分类变量以例数(百分比)表示,采用卡方检验进行两组间的比较。连续型变量以平均值±标准差(M±SD)表示,采用 *t* 检验进行两组间的比较。有统计学差异($P<0.05$)的危险因素间采用二元 logistic 回归评估各危险因素对 PC-AKI 的相对影响程度。

结 果

本研究共搜索到 306140 例 SCr 检验值和 32035 例增强 CT 检查结果,按上述纳入及排除标准从中筛选出 3021 例患者(图 1)。其中排除了 80 例肾移植、透析、急慢性肾功能不全或衰竭患者。CIN 发生率为 7.4%(224/3021),AKI 发生率为 4.3%(130/3021)。

患肾肿瘤($P<0.001$)、需要进行肾脏手术($P<0.001$)、升主动脉或心脏手术($P=0.020$)的患者,CIN 发生率更高,而进行化疗的患者 CIN 发生率稍低($P=0.027$)。AKI 的分布情况类似,但 AKI 患者中男性比例更高($P<0.001$),平均年龄稍高($P=0.031$)。CIN 与非 CIN 患者两组间的 BC-SCr 差异无统计学意义,但 AKI 患者的 BC-SCr 值较非 AKI 患者高($P<0.001$,表 1)。

1. 危险因素与 PC-AKI

CIN 与非 CIN 患者两组间进行比较,患肾肿瘤[优势比(odds ratio, OR)=4.06,95%CI:1.66,9.95]、需要进行肾脏手术(OR=2.79,95%CI:1.21,6.41)、升主动脉或心脏手术(OR=2.24,95%CI:1.13,4.45)与 CIN 呈正相关,而进行化疗则与 CIN 则呈负相关(OR=0.51,95%CI:0.26,1.00);AKI 与非 AKI 患者两组间进行比较时,分布情况与 CIN 类似,

表 1 未发生 CIN/AKI 与发生 CIN/AKI 的患者之间各危险因素及检验值比较

指标	非 CIN	CIN	t/χ^2 值	<i>P</i> 值	非 AKI	AKI	t/χ^2 值	<i>P</i> 值
病例数(例)	2797	224	—	—	2891	130	—	—
年龄(岁)*	53.5±13.4	52.8±14.6	0.728 [§]	0.467	53.4±13.5	56.0±12.2	-2.160 [§]	0.031
性别(男,%)	1613(57.7)	142(63.4)	2.791	0.095	1660(57.4)	95(73.1)	12.528	<0.001 [#]
糖尿病(n,%)	161(5.8)	12(5.4)	0.061	0.805	166(5.7)	7(5.4)	0.029	0.864
高血压(n,%)	376(13.4)	31(13.8)	0.028	0.867	383(13.2)	24(18.5)	2.901	0.089
心脏疾病(n,%)	32(1.1)	0(0.0)	1.614	0.204	32(1.1)	0(0.0)	0.590	0.442
肾脏肿瘤(n,%)	20(0.7)	10(4.5)	25.960	<0.001 [#]	23(0.8)	7(5.4)	22.184	<0.001 [#]
泌尿系结石(n,%)	54(1.9)	6(2.7)	0.274	0.601	54(1.9)	6(4.6)	3.516	0.061
先天性肾疾病(n,%)	83(3.0)	6(2.7)	0.061	0.806	85(2.9)	4(3.1)	<0.001	1.000
肾脏疾病(n,%)	39(1.4)	2(0.9)	0.105	0.746	39(1.3)	2(1.5)	<0.001	1.000
肾脏手术(n,%)	30(1.1)	11(4.9)	20.044	<0.001 [#]	32(1.1)	9(6.9)	27.241	<0.001 [#]
心脏手术(n,%)	58(2.1)	10(4.5)	5.387	0.020 [#]	59(2.0)	9(6.9)	11.350	0.001 [#]
化疗(n,%)	228(8.2)	9(4.0)	4.902	0.027 [#]	234(8.1)	3(2.3)	5.762	0.016 [#]
放疗(n,%)	19(0.7)	1(0.4)	<0.001	1.000	19(0.7)	1(0.8)	<0.001	1.000
BC-SCr*(μmol/L)	74.6±42.3	69.2±37.7	1.852 [§]	0.064	73.3±40.7	94.5±61.8	-3.870 [§]	<0.001 [#]
SCr 变化*(μmol/L)	-5.7±22.0	42.8±63.6	-11.366 [§]	<0.001 [#]	-5.1±21.9	62.7±77.8	-9.920 [§]	<0.001 [#]

注:所有二分类变量表示为例数(百分比);*连续型变量表示为平均值±标准差,使用独立样本 *t* 检验;# $P<0.05$;§ 为 *t* 值。

表 2 CIN 与非 CIN 患者两组间有统计学差异的危险因素的二元 Logistic 回归分析结果

危险因素	CIN	非 CIN	<i>P</i> 值	OR 值	95%CI	
					上限	下限
肾脏肿瘤	20(0.7)	10(4.5)	0.002	4.06	1.66	9.95
肾脏手术	30(1.1)	11(4.9)	0.016	2.79	1.21	6.41
心脏手术	58(2.1)	10(4.5)	0.022	2.24	1.13	4.45
化疗	228(8.2)	9(4.0)	0.051	0.51	0.26	1.00

注:所有二分类变量表示为例数(百分比)。

表 3 AKI 与非 AKI 患者两组间有统计学差异的危险因素的二元 Logistic 回归分析结果

危险因素	AKI	非 AKI	<i>P</i> 值	OR 值	95%CI	
					上限	下限
肾脏肿瘤	23(0.8)	7(5.4)	0.043	3.03	1.04	8.84
肾脏手术	32(1.1)	9(6.9)	0.001	4.56	1.79	11.57
心脏手术	59(2.0)	9(6.9)	0.001	3.59	1.72	7.50
化疗	234(8.1)	3(2.3)	0.088	0.36	0.11	1.16
性别	1660(57.4)	95(73.1)	0.003	0.55	0.37	0.82
年龄(岁)*	53.4±13.5	56.0±12.2	0.027	1.02	1.00	1.03

注:所有二分类变量表示为例数(百分比);*连续型变量表示为平均值±标准差。

需要进行肾脏手术($OR=4.56, 95\%CI:1.79, 11.57$)、升主动脉或心脏手术($OR=3.59, 95\%CI:1.72, 7.50$)、肾肿瘤($OR=3.03, 95\%CI:1.04, 8.84$)与 AKI 呈正相关,化疗与 AKI 呈负相关($OR=0.36, 95\%CI:0.11, 1.16$),但 AKI 患者中男性比例稍高($OR=0.55, 95\%CI:0.37, 0.82$),平均年龄稍高($OR=1.02, 95\%CI:1.00, 1.03$)。二元 logistic 回归中各危险因素的 OR 值及 95%CI 见表 2、3。

讨 论

相关 Meta 分析结果表明,血管内碘对比剂相关性急性肾损伤的发生率为 4.5%~11.4%^[9]。本研究进行了增强 CT 检查的病例总体 CIN 及 AKI 的发生率均较低,分别为 7.4%及 4.3%,进一步证实了 CT 增强检查中碘对比剂的使用在常规规范化临床应用中的安全性。

1. PC-AKI 定义的选择

在本单中心回顾性研究中,同时使用了 EUSR 和 AKIN 关于 PC-AKI 的定义和标准,分别命名 CIN(对比剂肾病)及 AKI(急性肾损伤)以区别^[6,7]。本组病例中 CIN 与非 CIN 患者两组间的 BC-SCr 值差异无统计学意义,AKI 标准下两组间差异有统计学意义,两种标准下 PC-AKI 与非 PC-AKI 两组间的 BC-SCr 有一定差异,也进一步表明不同的 PC-AKI 标准对患者诊断的判定有一定影响。目前关于对比剂相关的急性肾损伤尚无完全统一的标准,2017 年美国放射学会(ACR)提出命名为对比剂相关急性肾损伤(post-contrast AKI,PC-AKI)更为恰当,同时也指出目前无完全统一标准,SCr 值升高范围一般为 25%~50%或 0.5~2.0 mg/dL^[10]。有研究表明 AKIN 标准在诊断 AKI 方面过于敏感^[11],使用 AKIN 标准诊断的患者数量是 ESUR 标准的 2 倍^[12],目前两种标准在相关研究中的使用均较广泛。PC-AKI 的诊断是基于血液检查的 SCr 值,在临床工作中为常规检查,但常规 PC-AKI 的诊断需兼具敏感性和有效性,所以 PC-AKI 的标准有待进一步的细化及统一。

2. 本研究 PC-AKI 筛选标准的制定

有研究表明在动脉内注射对比剂可导致明显血流动力学的改变^[13],因此其相关的 PC-AKI 发生率明显高于静脉内使用对比剂^[4],2011 版 EUSR 指南也支持此结论。不过也有部分研究提示静脉注射与动脉注射的 AKI 发生率并无明显差异^[9,14,15]。本研究为排除不同类别 X 线检查因素的影响,排除了在 CT 检查前 14 天至 PC-SCr 检验这段时间内进行了介入检查或多次 CT 检查的患者。

3. 本研究的意义

在常规临床工作中,临床医生对于 PC-AKI 有充分的认识和较高的警惕性,对高危患者进行 CT 增强检查时比较谨慎,但本研究结果显示各危险因素与 PC-AKI 有不同的相关性。

本研究结果显示进行肾脏手术、患肾肿瘤与 PC-AKI 呈正相关($P<0.05$),CIN 及 AKI 定义下的 OR 值分别为 2.79 和 4.56、4.06 和 3.03,统计学相关度较高,提示 PC-AKI 的发生率与肾脏本身的肿瘤性病变及手术操作直接相关,也说明肾脏肿瘤和准备进行肾脏手术的患者在进行增强 CT 检查后应更加警惕其发生 PC-AKI,从而做好预防工作。

患各种急慢性肾病、先天性肾脏疾病、泌尿系结石和/或积水的患者与未患此类疾病者相比,PC-AKI 发生率差异无统计学意义($P>0.05$),这可能与已排除急慢性肾功能不全患者相关,且住院患者大多进行了保护性水化,进一步提示在常规临床工作中,进行了充分水化后,非肿瘤性、非急慢性肾功能不全的肾脏疾病可能与 PC-AKI 的相关性较弱,为临床肾病患者进行增强 CT 检查提供了进一步的支持。

进行了升主动脉或心脏手术的患者 PC-AKI 发生率更高,CIN 及 AKI 定义下的 OR 值分别为 2.24 和 3.59,此结论与相关文献报道相符^[16,17],手术中有明显的血流动力学改变,可导致肾脏的损伤,所以对于此类患者行增强 CT 检查时需更加谨慎。

进行了化疗的患者 PC-AKI 的发生率有降低趋势($P<0.05$),CIN 及 AKI 定义下的 OR 值分别为 0.51 和 0.36。化疗患者住院期间在检查前/后会根据化疗方案以静脉补液的形式进行充分的水化,从而降低 PC-AKI 的发生率,这一点与相关文献报道相符^[18]。

本研究结果显示糖尿病、高血压与 PC-AKI 的发生无明显统计学相关性($P>0.05$)。在本院临床常规工作中,患者在进行 CT 增强检查后均嘱其口服补液,符合各临床研究及指南中所建议的口服及静脉补液的建议^[18],较低的 PC-AKI 发生率可能与此举措相关。但 AKIN^[3]、ESUR^[4]、2017 年 ACR 指南^[10]及其它临床研究^[19]中提到,糖尿病、高血压为 PC-AKI 的危险因素,本研究结果表明进行了充分的补液水化后糖尿病、高血压患者发生 PC-AKI 的概率会降低。在 AKI 定义下,与非 AKI 患者相比,AKI 患者中男性比例稍高($P<0.05$),平均年龄也稍大($P<0.05$),年龄为 AKI 的正相关因素,与 Song 等^[20]的研究结论一致,但 CIN 标准中性别、年龄与 CIN 的发生无无明显相关性,所以上述关联性有待进一步研究和证实。

4. 本研究的不足

①住院患者对指南中所提到的水化方案依从性较高,更有利于数据的搜集和分析,同时大多数门诊患者

的病情更轻,部分急诊病例由于病情过重而未能住院^[21],无法完全确保患者对水化方案的依从性;②本研究搜集患者信息的时间为 1 年,进一步扩大时间范围可扩大样本量及减少混杂因素的影响;③有 Meta 分析报道,使用不同种类和剂量的碘对比剂后,PC-AKI 发生率大部分无明显统计学差异^[9],而本研究中将不同对比剂设定为背景因素,下一步研究可进一步细化分析。

综上所述,本研究结果显示在进行增强 CT 检查的住院患者中 PC-AKI 的发生率较低,其中肾脏及心血管相关部分危险因素、化疗与其相关性较强。

参考文献:

- [1] Hou SH, Bushinsky DA, Wish JB, et al. Hospital-acquired renal insufficiency: a prospective study[J]. *Am J Med*, 1983, 74(2): 243-248.
- [2] Nash K, Hafeez A, Hou S. Hospital-acquired renal insufficiency [J]. *Am J Kidney Dis*, 2002, 39(5): 930-936.
- [3] Mehta RL, Kellum JA, Shah SV, et al. Acute Kidney Injury Network: report of an initiative to improve outcomes in acute kidney injury[J]. *Crit Care*, 2007, 11(2): 31.
- [4] Stacul F, van der Molen AJ, Reimer P, et al. Contrast induced nephropathy: updated ESUR contrast media safety committee guidelines[J]. *Eur Radiol*, 2011, 21(12): 2527-2541.
- [5] Filomia R, Maimone S, Caccamo G, et al. Acute kidney injury in cirrhotic patients undergoing contrast-enhanced computed tomography[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2016, 95(38): e4836.
- [6] Davenport MS, Khalatbari S, Dillman JR, et al. Contrast material-induced nephrotoxicity and intravenous low-osmolality iodinated contrast material[J]. *Radiology*, 2013, 267(1): 94-105.
- [7] McDonald RJ, McDonald JS, Bida J P, et al. Intravenous contrast material-induced nephropathy: causal or coincident phenomenon? [J]. *Radiology*, 2013, 267(1): 106-118.
- [8] Khwaja A. KDIGO clinical practice guideline for acute kidney injury[J]. *Nephron Clin Pract*, 2012, 120(4): 179-184.
- [9] Biondi-Zoccai G, Lotrionte M, Thomsen HS, et al. Nephropathy after administration of iso-osmolar and low-osmolar contrast media: evidence from a network meta-analysis[J]. *Int J Cardiol*, 2014, 172(2): 375-380.
- [10] American College of Radiology. ACR manual on contrast media [EB/OL]. [https://www.acr.org/Clinical-Resources/Contrast-](https://www.acr.org/Clinical-Resources/Contrast-Manual)
- Manual, 2017: 1-129.
- [11] Molitoris BA, Lotrionte M, Thomsen HS, et al. Improving outcomes of acute kidney injury: report of an initiative[J]. *Nat Clin Pract Nephrol*, 2007, 3(8): 439-442.
- [12] Jurado-Roman A, Lotrionte M, Thomsen HS, et al. Role of hydration in contrast-induced nephropathy in patients who underwent primary percutaneous coronary intervention[J]. *Am J Cardiol*, 2015, 115(9): 1174-1178.
- [13] Geenen RW, Kingma HJ, van der Molen AJ. Contrast-induced nephropathy: pharmacology, pathophysiology and prevention[J]. *Insights Imaging*, 2013, 4(6): 811-820.
- [14] Nyman U, Almen T, Jacobsson B, et al. Are intravenous injections of contrast media really less nephrotoxic than intra-arterial injections? [J]. *Eur Radiol*, 2012, 22(6): 1366-1371.
- [15] Kooiman J, Le Haen PA, Gezgin G, et al. Contrast-induced acute kidney injury and clinical outcomes after intra-arterial and intravenous contrast administration: risk comparison adjusted for patient characteristics by design[J]. *Am Heart J*, 2013, 165(5): 793-799.
- [16] Hu JC, Chen RY, Liu SP, et al. Global Incidence and outcomes of adult patients with acute kidney injury after cardiac surgery: a systematic review and Meta-analysis [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2016, 30(1): 82-89.
- [17] Ko T, Higashitani M, Sato A, et al. Impact of acute kidney injury on early to long-term outcomes in patients who underwent surgery for type A acute aortic dissection[J]. *Am J Cardiol*, 2015, 116(3): 463-468.
- [18] Hiremath S, Akbari A, Shabana W, et al. Prevention of contrast-induced acute kidney injury: is simple oral hydration similar to intravenous? A systematic review of the evidence [J]. *PLoS One*, 2013, 8(3): e60009.
- [19] 叶锦棠, 张保翠, 罗健, 等. 血肌酐正常人群中糖尿病与对比剂肾病的相关性研究[J]. *放射学实践*, 2016, 31(2): 123-125.
- [20] Song W, Zhang T, Pu J, et al. Incidence and risk of developing contrast-induced acute kidney injury following intravascular contrast administration in elderly patients[J]. *Clin Interv Aging*, 2014, 12(9): 85-93.
- [21] Hassen GW, Hwang A, Liu LL, et al. Follow up for emergency department patients after intravenous contrast and risk of nephropathy[J]. *West J Emerg Med*, 2014, 15(3): 276-281.

(收稿日期: 2018-06-07 修回日期: 2018-08-03)