

论 著

心脑血管病患者CT增强检查中非离子型碘对比剂相关急性不良反应预测模型的构建*

宋 卉^{1,*} 曾 超² 廖 凯¹
叶佳雨¹

1.四川大学华西医院放射科/

四川大学华西护理学院 (四川 成都 610041)

2.自贡市第四人民医院急诊科

(四川 自贡 643000)

【摘要】目的 探究心脑血管病患者CT增强检查中非离子型碘对比剂相关急性不良反应(ICM-AARs)预测模型构建的价值。方法 选取2023年1月~2023年5月期间于四川大学华西医院进行CT增强检查的心脑血管病患者2031例,统计ICM注射后1h内AARs的发生情况,从2031例患者中选取符合纳入标准的未发生AARs的患者174例,纳入未发生ICM-AARs组,发生AARs的患者58例纳入ICM-AARs组,收集并比较两组患者临床资料,采用Logistic回归分析明确导致心脑血管病患者CT增强检查中发生AARs的危险因素。应用独立危险因素构建列线图预测模型,并采用受试者工作特征曲线(ROC)、Bootstrap法及Calibration曲线对模型进行评价。结果 2031例心脑血管病患者进行CT增强检查中发生ICM-AARs 58例,ICM-AARs发生率为2.86%;ICM-AARs组有过敏史、检查前未水化、未外预热、注射速率 ≥ 3.5 mL/s、静脉注射及使用碘普罗胺的人数占比均高于未发生ICM-AARs组($P<0.05$);Logistic回归分析结果显示,有过敏史、检查前未水化、未外预热、注射速率 ≥ 3.5 mL/s、静脉注射及使用碘普罗胺是影响CT增强检查发生ICM-AARs的独立危险因素($P<0.05$);ROC曲线显示,预测模型曲线下面积(AUC)为0.765(95%CI: 0.706~0.818),灵敏度89.66%、特异度81.03%、约登指数0.706;Bootstrap法验证结果显示, C-index值为0.779(95%CI: 0.713~0.861);Calibration曲线结果显示, Hosmer-Lemeshow $\chi^2=0.708$, $P=0.295$ 。结论 有过敏史、检查前未水化、未外预热、注射速率 ≥ 3.5 mL/s、静脉注射及碘普罗胺均为心脑血管病患者CT增强检查中发生ICM-AARs的独立危险因素,上述因素构建的列线图预测模型对ICM-AARs具有较高的预测效能。

【关键词】心脑血管病; CT增强检查;

非离子型碘对比剂;

对比剂相关急性不良反应; 预测; 列线图

【中图分类号】R543

【文献标识码】A

【基金项目】四川省重点研发项目(23ZDYF0116)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.04.005

Construction of A Prediction Model for Acute Adverse Reactions Associated with Nonionic Iodine-contrast Agents in Patients with Cardio-cerebrovascular Disease*

SONG Hui^{1,*}, ZENG Chao², LIAO Kai¹, YE Jia-yu¹.

1.Department of Radiology, West China Hospital, Sichuan University, West China Nursing College, Sichuan University Chengdu 610041, Sichuan Province, China

2.Emergency Department of the Fourth People's Hospital of Zigong City, Zigong 643000, Sichuan Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the value of building a prediction model for nonionic iodine-contrast associated acute adverse reactions (ICM-AARs) in patients with cardio-cerebrovascular disease. **Methods** 2031 patients with cardio-cerebrovascular disease who underwent CT enhanced examination in West China Hospital of Sichuan University from January 2020 to May 2023 were selected, and the incidence of AARs within 1h after ICM injection was analyzed. From the 2031 patients, 174 patients without AARs who met the inclusion criteria were selected to be included in the non-ICM-AARs group, and 58 patients with AARs were included in the ICM-AARs group. The clinical data of the two groups were collected and compared. Logistic regression analysis was used to identify the risk factors leading to AARs in patients with cardio-cerebrovascular disease during enhanced CT examination. The nomogram prediction model was constructed using independent risk factors. Receiver operating characteristic curve (ROC), Bootstrap test and Calibration curve were used to evaluate the model. **Results** ICM-AARs occurred in 58 cases of 2031 patients with cardio-cerebrovascular disease. The incidence of ICM-AARs was 2.86%. The proportion of patients in ICM-AARs group with history of allergy, no hydration before examination, no external preheating, injection rate ≥ 3.5 mL/s, the proportion of patients in ICM-AARs group with intravenous injection and using ioprosamide were higher than those in ICM-AARs group without ICM-AARs ($P<0.05$). Logistic regression analysis showed that history of allergy, no hydration before examination, no external preheating, injection rate ≥ 3.5 mL/s, intravenous injection and using ioprosamide were independent risk factors for ICM-AARs in enhanced CT examination ($P<0.05$). ROC curve showed that the area under the curve (AUC) of the prediction model was 0.765 (95%CI: 0.706~0.818), the sensitivity was 89.66%, the specificity was 81.03%, and the Yoden index was 0.706. The verification result of Bootstrap method showed that C-index value was 0.779 (95%CI: 0.713~0.861). Calibration curve showed that Hosmer-Lemeshow $\chi^2=0.708$, $P=0.295$. **Conclusion** Allergic history, no hydration before examination, no external preheating, injection rate ≥ 3.5 mL/s, intravenous injection and iopropamine are independent risk factors for ICM-AARs in patients with cardio-cerebrovascular disease. The nomogram prediction model constructed by the above factors has higher prediction efficiency for ICM-AARs.

Keywords: Cardio-cerebral Vascular Disease; CT Enhanced Examination; AARs; Nonionic Iodine Contrast Agent; Contrast Agent Associated Acute Adverse Reactions; Prediction, Nomogram

碘对比剂是一种提高人体组织、结构图像信号差异的物质,在CT增强检查中用来增加组织与病灶之间的密度差异,以获得清晰的脏器或病变组织图像,可用于多种疾病的诊断^[1-2]。

碘对比剂一般分为离子及非离子碘对比剂(iodinated contrast medium, ICM),由于ICM渗透压低、稳定、毒性相对较小,因此在临床使用更广泛,但ICM仍会导致部分患者发生急性不良反应(acute adverse reaction, AARs)^[3]。临床数据显示,ICM-AARs的发生一般以消化道症状、呼吸系统及神经系统疾病为主,多为轻中度,严重者会导致呼吸衰竭、休克甚至死亡,因此有效预防ICM-AARs的发生对于CT增强检查的患者意义重大^[4-5]。心脑血管病在全世界内均有较高的发病率,目前我国心脑血管病患者已超过2.7亿,CT增强检查是此类疾病诊疗中必不可少的辅助手段。心脑血管病伴有不同程度的血管内皮病变,调节功能较差,因此心脑血管病患者ICM-AARs发生情况与普通患者可能存在差异。目前临床对CT增强检查中对比剂AARs的发生情况有一定的研究,但对碘离子对比剂的研究较多,且研究范围较广泛,但针对心脑血管病患者ICM-AARs的发生情况研究较少^[6]。本研究对心脑血管病患者CT增强检查发生ICM-AARs的影响因素进行系统分析,构建预测模型,探讨该模型对预防ICM-AARs的价值,以期降低ICM-AARs在CT增强检查中发生的风险。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2023年1月至2023年5月期间于四川大学华西医院进行CT增强检查的心脑血管病患者2031例,从2031例患者中选取符合纳入标准的未发生AARs的患者174例纳入未发生ICM-AARs组,发生AARs的患者58例纳入ICM-AARs组,收集2组患者临床资料进行回顾性分析。

【第一作者】宋 卉,女,护师,主要研究方向:影像护理学。E-mail: songhui2028@163.com

【通讯作者】宋 卉

纳入标准：患者均进行CT增强检查，并注射ICM；ICM-AARs患者符合《碘对比剂使用指南》^[7]的诊断；CT增强检查前，均签署碘对比剂使用知情同意书；年龄>18岁；患者临床资料完整；患者均患有心脑血管病。排除标准：患有CT禁忌症；近1周内已使用过对比剂；患有严重甲状腺功能亢进者；患有重症肌无力的患者；患有恶性肿瘤者；患有认知功能障碍者。

1.2 方法

1.2.1 AARs判定及分组 参考《碘对比剂使用指南》^[7]，患者ICM注射后1h内出现的AARs，包括：恶心呕吐、过敏性荨麻疹、支气管痉挛、喉头水肿、低血压及全身过敏样反应。根据患者ICM注射后1h内是否发生AARs进行分组，ICM注射后1h内发生AARs的患者纳入ICM-AARs组，未发生AARs的患者纳入未发生ICM-AARs组。

1.2.2 资料收集 收集患者的病历，统计患者性别、年龄、BMI、合并高血压、合并高血糖、过敏史、ICM使用史、进食距检查时间、统计患者检查前有无水化、有未外预热、注射部位(静脉/动脉注射)、注射方式(手动注射/自动高压注射)、对比剂种类(碘海醇/碘帕醇/碘普罗胺/碘佛醇)、注射速率($\leq 3.5\text{mL/s}$ 或 $\geq 3.5\text{mL/s}$)。

1.3 统计学方法 使用SPSS 26.0软件进行数据分析，计数资料以(n, %)表示，采用 χ^2 检验，正态分布计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，采用t检验；Logistic回归分析影响CT增强检查发生ICM-AARs的危险因素；采用R3.6软件，构建ICM-AARs风险预测列线图模型；受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线验证预测模型的预测价值，绘制校准曲线评价预测模型的一致性。取双侧 $\alpha=0.05$ 。

2 结 果

2.1 心脑血管病患者CT增强ICM-AARs发生情况 2031例心脑血管病患者进行CT增强检查中发生ICM-AARs 58例，ICM-AARs发生率为2.86%。

2.2 心脑血管病患者碘对比剂注射前、后CT图像 患者1，女性，57岁，冠心病，CT增强扫描可见心脏明显强化，见图1；患者2，男性，61岁，蛛网膜下腔出血，CT增强扫描可见颅内血管明显强化，见图2。

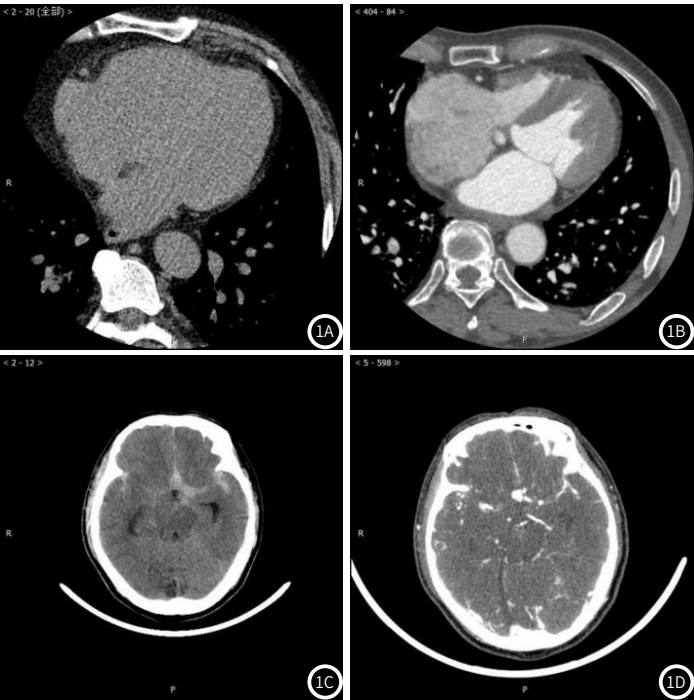


图1A-图1B 冠心病患者碘对比剂注射前、后CT图像；图1A注射碘对比剂前平扫图像；图1B注射碘对比剂后CT增强图像。
图2A-图2B 脑出血患者碘对比剂注射前、后CT图像；图2A注射碘对比剂前平扫图像；图2B注射碘对比剂后CT增强图像。

2.3 两组的一般资料比较 ICM-AARs组与未发生ICM-AARs组的性别、年龄、BMI、合并高血压、合并高血糖、注射方式、ICM使用史比较，差异无统计学意义($P>0.05$)，ICM-AARs组有过敏史、进食距检查时间 $\geq 6\text{h}$ 、检查前未水化、未外预热、注射速率 $\geq 3.5\text{mL/s}$ 、静脉注射及使用碘普罗胺的人数占比均高于未发生ICM-AARs组($P<0.05$)，见表1。

表1 两组的一般资料比较

因素	未发生ICM-AARs组 (n=174)	ICM-AARs组 (n=58)	χ^2 值	P值
性别				
男	97(55.75%)	28(48.28%)	0.977	0.323
女	77(44.25%)	30(51.72%)		
年龄				
<60岁	112(64.37%)	42(72.41%)	1.262	0.261
≥ 60 岁	62(35.63%)	16(27.59%)		
BMI				
<24kg/m ²	127(72.99%)	46(79.31%)	0.917	0.338
$\geq 24\text{kg/m}^2$	47(27.01%)	12(20.69%)		
合并高血压				
有	37(21.26%)	19(32.76%)	3.139	0.076
无	137(78.74%)	39(67.24%)		
合并高血糖				
有	31(17.82%)	12(20.69%)	0.238	0.626
无	143(82.18%)	46(79.31%)		
过敏史				
有	6(3.45%)	9(15.52%)	10.477	0.001
无	168(96.55%)	49(84.48%)		
ICM使用史				
有	20(11.49%)	2(3.45%)	3.281	0.070
无	154(88.51%)	56(96.55%)		
进食距检查时间				
<6h	90(51.72%)	21(36.21%)	4.197	0.040
$\geq 6\text{h}$	84(48.28%)	37(63.79%)		
检查前水化				
有	172(98.85%)	53(91.38%)	8.298	0.004
无	2(1.15%)	5(8.62%)		
外预热				
有	113(64.94%)	25(43.10%)	8.608	0.003
无	25(35.06%)	33(56.90%)		
注射部位				
静脉注射	85(48.85%)	39(67.24%)	5.913	0.015
动脉注射	89(51.15%)	19(32.76%)		
注射方式				
手动注射	55(31.61%)	22(37.93%)	0.784	0.376
自动高压注射	119(68.39%)	36(62.07%)		
对比剂种类				
碘海醇	70(40.23%)	8(13.79%)	16.190	0.001
碘帕醇	30(17.24%)	12(20.69%)		
碘普罗胺	39(22.41%)	25(43.10%)		
碘佛醇	35(20.11%)	13(22.41%)		
注射速率				
$\leq 3.5\text{mL/s}$	134(77.01%)	32(55.17%)	10.193	<0.001
$\geq 3.5\text{mL/s}$	40(22.99%)	26(44.83%)		

2.4 多因素Logistic回归分析 将发生AARs作为自变量，过敏史、进食距检查时间、检查前水化、外预热、注射速率、注射部位及对比剂种类作为因变量纳入Logistic回归分析模型，结果显示，有过敏史、检查前未水化、未外预热、注射速率 ≥ 3.5 mL/s、静脉注射及碘普罗胺是影响CT增强检查发生ICM-AARs的独立危险因素($P<0.05$)，见表2。

2.5 ICM-AARs列线图预测模型的构建及评价 根据Logistic回归分析结果，采用R3.6软件进行列线图模型构建， $\text{Logit}(P)=-2.092+1.056\times\text{检查前未水化}+0.826\times\text{未外预热}+0.521\times\text{注射速率}\geq 3.5\text{ mL/s}+0.502\times\text{静脉注射}+0.665\times\text{碘普罗}$

胺($\chi^2=11.962$, $P<0.001$)，总分范围148~395分，对应风险范围0.1~0.9，分值越高CT增强检查发生ICM-AARs的风险越大。见图1。

2.4 ICM-AARs列线图预测模型验证 绘制ROC曲线计算曲线下面积(area of under curve, AUC)，结果显示，AUC为0.765(95%CI: 0.706~0.818)，灵敏度89.66%、特异度81.03%、约登指数0.706，提示该预测列线图模型预测价值较高；Bootstrap法验证结果显示，C-index值为0.779(95%CI: 0.713~0.861)，提示该预测模型具有良好的区分度；通过绘制Calibration曲线，结果显示Hosmer-Lemeshow $\chi^2=0.708$, $P=0.295$ ，提示该预测模型具有良好的校准度，见图3、4。

表2 赋值说明

因素	变量	赋值说明
过敏史	X_1	有=1，无=0
进食距检查时间	X_2	$<6\text{ h}=1$ ， $\geq 6\text{ h}=0$
检查前水化	X_3	无=1，有=0
外预热	X_4	无=1，有=0
注射速率	X_5	$\geq 3.5\text{ mL/s}=1$ ， $<3.5\text{ mL/s}=0$
注射部位	X_6	静脉注射=1，动脉注射=0
对比剂种类	X_7	碘普罗胺=3，碘佛醇=2，碘帕醇=1，碘海醇=0

表3 影响CT增强检查发生ICM-AARs的Logistic回归分析

变量	β	SE	Wald χ^2 值	P	OR	95%CI
有过敏史	0.601	0.339	3.143	0.015	1.824	0.802~4.1505
检查前未水化	1.056	0.414	6.506	<0.001	2.875	1.264~6.540
未外预热	0.826	0.379	4.750	<0.001	2.284	1.004~5.196
注射速率 $\geq 3.5\text{ mL/s}$	0.521	0.243	4.597	<0.001	1.684	0.740~3.830
静脉注射	0.502	0.257	3.815	0.009	1.652	0.726~3.758
对比剂种类						
碘海醇vs.碘帕醇	0.274	0.315	0.757	0.238	1.315	0.578~2.992
碘海醇vs.碘佛醇	0.251	0.295	0.724	0.259	1.285	0.565~2.924
碘海醇vs.碘普罗胺	0.665	0.311	4.572	<0.001	1.944	0.855~4.423
常数项	-2.092	0.837	2.247		—	

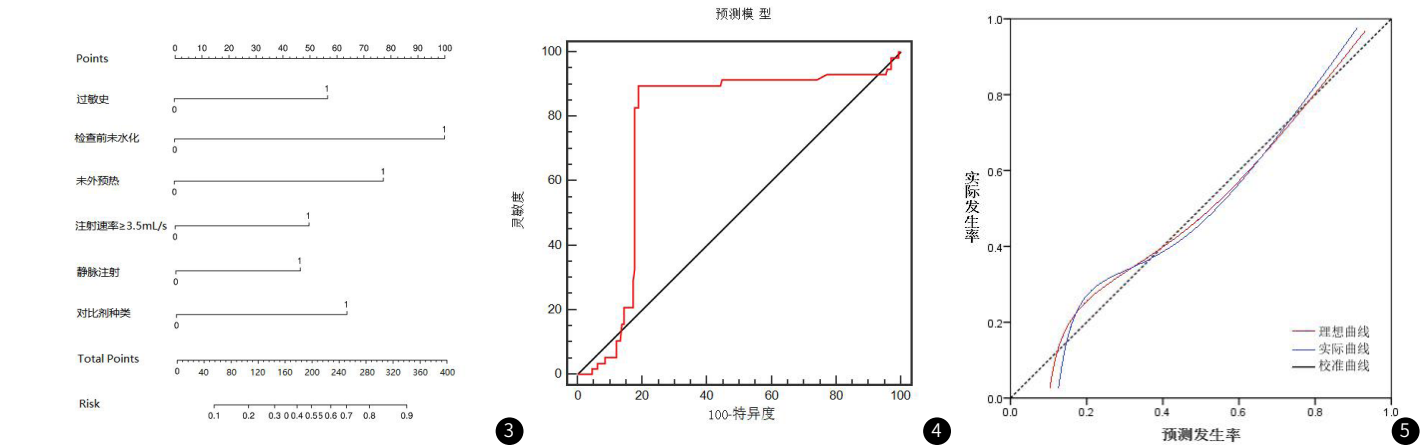


图3 ICM-AARs列线图；图4 ICM-AARs列线图预测模型ROC曲线；图5 ICM-AARs列线图校准曲线

3 讨论

碘对比剂在CT增强检查中的有效性已得到证实，近几年碘对比剂的安全性逐渐成为影像学研究的重点^[8]。心脑血管病患者的血管存在一定的病变，邢腾龙等人^[9]在研究中表明，血管造影中ICM不良反应严重程度与心脑血管狭窄严重程度存在一定的相关性，因此推测心脑血管患者ICM-AARs的发生率更高。既往研究显示CT增强检查前及检查过程中的操作均会影响ICM-AARs的发生^[10-11]。目前缺乏有效预测心脑血管病患者CT增强检查发生ICM-AARs的模型，本研究对此进行分析，为CT增强检查中ICM-AARs防治提供参考。

不同地区医院进行CT增强检查的患者存在疾病及个体的差异性，各医院医疗水平也参差不齐，因此ICM-AARs发生率也有所不同。本研究中2031例行CT增强检查的心脑血管病患者发生ICM-AARs 58例，ICM-AARs发生率为2.86%，提示心脑血管病患者CT增强检查中ICM-AARs发生率较高，可能影响CT增强检测的顺利进行，临床应进行有效预防，以提高CT增强检查的成功率。本研究通过分析ICM-AARs与未发生ICM-AARs患者的临床资料，并结

过Logistic回归分析，结果显示有过敏史、检查前未水化、未外预热、注射速率 $\geq 3.5\text{ mL/s}$ 、静脉注射及碘普罗胺是影响CT增强检查发生ICM-AARs的独立危险因素。过敏史包括药物、食物过敏史，有研究指出，患者对一种药物有过敏史会增加对其他药物过敏的风险，因此有过敏史的患者发生ICM-AARs的可能性较无过敏史的患者提高了2~3倍，临床应对有过敏史的患者予以重视^[12-13]。国内外均有研究证实，水化能够降低对比剂肾病的发病风险，但对于水化与ICM-AARs关系的研究较少^[14-15]。本研究中检测前未水化是影响ICM-AARs发生独立危险因素，分析原因为，对比剂在血管中的黏度明显大于血液粘滞度，水化能够降低血液黏度，加速对比剂的排泄，减少对比剂在体内的停留时间，从而降低不良反应的发生^[16]。同理，外预热是通过增加温度降低ICM的黏度，从而降低不良反应的发生，提高CT增强检查的安全性。Rengo M等人^[17]的研究认为，碘对比剂AARs是受到对比剂的渗透压的影响，易产生呕吐、等不良反应，并非受到对比剂中碘的含量。静脉受到的压力比动脉受到的压力明显减少，静脉受到

对比剂黏度的影响较大,因此静脉注射引起的ICM-AARs较动脉注射多^[18]。碘普罗胺为低渗对比剂,与碘海醇、碘帕醇、碘佛醇等对比剂比较黏度较高,因此在同等流速的情况下在血液中停留的时间较长,注射速度则是不同注射速度对血管造成的压力及瞬时的药物浓度不同,因此静脉注射、注射速度 $\geq 3.5\text{ mL/s}$ 和注射碘普罗胺的患者易产生更多的不良反应^[19-20]。临床根据上述影响ICM-AARs发生的危险因素,采用动脉注射,降低注射速度,避免使用碘普罗胺等方式降低ICM-AARs的发生,提高心脑血管病患者CT增强扫描的安全性及舒适性。

本研究通过绘制ROC曲线对预测模型的预测效能进行验证,结果显示风险评估模型AUC为0.765,预测模型的灵敏度及特异性均处于较高水平,Bootstrap法验证结果及Calibration曲线结果均表明,本研究构建的ICM-AARs发生风险预测模型具有良好的预测价值、区分度及校准度,提示临床可采用该预测模型预测心脑血管病患者CT增强检查中发生ICM-AARs的风险。本预测模型是根据影响ICM-AARs发生的独立危险因素进行构建,整合了进行心脑血管病患者的多项CT增强检查前及检查过程中的指标,因此在预测ICM-AARs发生方面具有较高的参考价值。临床可通过该预测模型指导心血管疾病患者CT增强检查过程,尽可能的降低ICM-AARs发生的风险。

综上所述,有过敏史、检查前未水化、未外预热、注射速率 $\geq 3.5\text{ mL/s}$ 、静脉注射及碘普罗胺均为心脑血管病患者CT增强检查中发生ICM-AARs的独立危险因素,上述因素构建的列线图预测模型对ICM-AARs具有较高的预测效能。

参考文献

- [1] Wulf NR, Schmitz J, Choi A, et al. Iodine allergy: common misperceptions[J]. Am J Health Syst Pharm, 2021, 78(9): 781-793.
- [2] Chen X, Li M, Guo R, et al. The diagnostic performance of contrast-enhanced CT versus extracellular contrast agent-enhanced MRI in detecting hepatocellular carcinoma: direct comparison and a meta-analysis[J]. Abdom Radiol (NY), 2022, 47(6): 2057-2070.
- [3] Suh YJ, Yoon SH, Hong H, et al. Acute adverse reactions to nonionic iodinated contrast media: a meta-analysis[J]. Invest Radiol, 2019, 54(9): 589-599.
- [4] Morales-Cabeza C, Roa-Medellín D, Torrado I, et al. Immediate reactions to iodinated contrast media[J]. Ann Allergy Asthma Immunol, 2017, 119(6): 553-557.
- [5] 邱海燕, 王羚入, 李建洁, 等. 332 683例CT增强检查患者非离子碘对比剂急性不良反应情况及其影响因素分析[J]. 陆军军医大学学报, 2023, 45(3): 257-264.
- [6] Liu H, Qiu H, Liu J, et al. Stratified assessment and warning regimen for prevention of acute adverse reactions to iodinated contrast media: results of 150,343 cases in a tertiary hospital[J]. Med Biol Eng Comput, 2023, 61(3): 709-720.

- [7] 中华医学会放射学分会对比剂安全使用工作组. 碘对比剂使用指南(第2版)[J]. 中华医学杂志, 2014, 94(43): 3363-3369.
- [8] 魏震, 吴燕平. 造影剂碘普罗胺在妇科盆腔CT检查中的效果及其安全性[J]. 中国辐射卫生, 2022, 31(2): 214-218.
- [9] 邢腾龙, 邢炳伟, 解丙坤, 等. 碘对比剂不良反应与心脑血管狭窄程度的相关性分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(1): 36-37.
- [10] Lee T, Kim WK, Kim AJ, et al. Low-osmolar vs. iso-osmolar contrast media on the risk of contrast-induced acute kidney injury: a propensity score matched study[J]. Front Med (Lausanne) [J]. 2022, 29(9): 862023.
- [11] 魏娟娟, 林阳, 石秀锦. 三种非离子型碘对比剂用于冠状动脉介入治疗致过敏反应发生情况的比较分析[J]. 药物不良反应杂志, 2021, 23(2): 63-68.
- [12] Chiu TM, Chu SY. Hypersensitivity reactions to iodinated contrast media[J]. Biomedicine, 2022, 10(5): 1036.
- [13] Iordache AM, Docea AO, Buga AM, et al. The incidence of skin lesions in contrast media-induced chemical hypersensitivity[J]. Exp Ther Med, 2019, 17(2): 1113-1124.
- [14] van der Molen AJ, Reimer P, Dekkers IA, et al. Part 2: risk stratification, role of hydration and other prophylactic measures, patients taking metformin and chronic dialysis patients: recommendations for updated ESUR contrast Medium Safety Committee guidelines[J]. Eur Radiol, 2018, 28(7): 2856-2869.
- [15] 霍晓冉, 冯英璞, 王昊, 等. 水化疗法预防对比剂肾病临床实践现状调查分析[J]. 介入放射学杂志, 2022, 31(2): 193-196.
- [16] Kim YS, Choi YH, Cho YJ, et al. Incidence of breakthrough reaction in patients with prior acute allergic-like reactions to iodinated contrast media according to the administration route[J]. Korean J Radiol, 2018, 19(2): 352-357.
- [17] Rengo M, Dharampal A, Lubbers M, et al. Impact of iodine concentration and iodine delivery rate on contrast enhancement in coronary CT angiography: a randomized multicenter trial (CT-CON) [J]. Eur Radiol, 2019, 29(11): 6109-6118.
- [18] 朱传明, 郑晓风, 侯杰, 等. 碘对比剂急性不良反应回顾性分析[J]. 医学影像学杂志, 2022, 32(12): 2155-2158.
- [19] Fukushima Y, Taketomi-Takahashi A, Suto T, et al. Clinical features and risk factors of iodinated contrast media (ICM)-induced anaphylaxis[J]. Eur J Radiol, 2023, 7(164): 110880.
- [20] Böhm IB. Lower dose and lower injection speed of iodinated contrast media: a new strategy to reduce the incidence rate of immediate hypersensitivity reactions[J]. Quant Imaging Med Surg, 2020, 10(4): 883-885.

(收稿日期: 2023-07-19)

(校对编辑: 姚丽娜)