

• 影像技术学 •

短期内两次注射 CT 和 MR 对比剂对肾功能的影响

张保翠, 王可欣, 杨雪, 孙艳, 马帅, 罗健, 邱建星

【摘要】目的:研究短期内两次注射 CT 和 MR 对比剂增强扫描对肾功能的影响。**方法:**回顾性收集 2020 年 1 月—2022 年 5 月在本院行 CT 和 MR 增强扫描的住院病例, 检查时间在两周以内。另收集同期在本院行单独 CT 或单独 MR 增强检查的住院病例。采集住院病例资料中的临床信息、增强扫描信息和注射对比剂前后的肾功能信息, 包括: 性别、年龄、基础疾病、增强检查方式、增强检查时间、增强前 1 周以内的基础血肌酐值、增强后 48~72 小时的血肌酐值等。根据基础血肌酐与增强后 48~72 小时血肌酐的变化, 将患者分为急性对比剂肾损害 (CI-AKI) 组和 non-CI-AKI 组。计算 CI-AKI 的发生率, 并比较 CI-AKI 组与 non-CI-AKI 组之间临床信息、增强扫描信息的差异。以临床信息、增强扫描信息和注射对比剂前的肾功能信息作为自变量, 拟合多因素 logistic 回归模型, 研究 CI-AKI 的影响因素。**结果:**共收集 649 位患者的信息, 包括: 212 位患者行单次 CT 增强检查; 165 位患者行单次 MR 增强检查; 272 位患者在两周之内行 CT 和 MR 共两次增强检查, 两次增强检查中位间隔时间为 45.8(21.4, 96.6) 小时。649 例患者中有 15 例发生 CI-AKI, 发生率为 5.5% (95% CI: 0.032~0.091)。在 CI-AKI 组和 non-CI-AKI 组, 患者的年龄、性别、身高、体重、基础疾病史、基础肾功能的差异均无统计学意义 ($P < 0.05$)。单次增强、短期内两次增强者 CI-AKI 发生率的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。多因素 logistic 回归分析显示糖尿病、高血压和基础血肌酐值是 CI-AKI 的影响因素 ($P < 0.05$)。短期内行两次 CT 和 MR 增强与单次增强相比, 不增加 CI-AKI 的风险。**结论:**高血压和基础血肌酐值是发生 CI-AKI 的影响因素, 而短期内行 CT 和 MR 增强与单次增强相比不增加 CI-AKI 的发生。

【关键词】 急性对比剂肾损害; 对比增强; 体层摄影术, X 线计算机; 磁共振成像

【中图分类号】 R814.42; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2024)07-0947-07

DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2024.07.016

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effect on renal function of two short-term consecutive injections of contrast media for CT and MR scans

ZHANG Bao-cui, WANG Ke-xin, YANG Xue, et al. Department of Radiology, Peking University First Hospital, Beijing 100034, China

【Abstract】 **Objective:** To investigate the effect on renal function of two short-term consecutive injections of contrast media for CT and MR scans. **Methods:** A retrospective collection was conducted on inpatient cases who underwent contrast-enhanced CT and MR scans in our hospital from January 2020 to May 2022, with the two examinations performed within a two-week interval. In addition, inpatient patients who underwent one CT or MR enhanced scan during the same period were also included. Clinical information, contrast-enhanced scan details, and renal function information before and after contrast injection were collected, including sex, age, primary diseases, type of contrast-enhanced examination, timing of the examination, baseline serum creatinine level within one week before enhancement, and serum creatinine level 48~72 hours after enhancement. Patients were divided into a contrast-induced acute kidney injury (CI-AKI) group and a non-CI-AKI group based on the changes in serum creatinine level from baseline to 48~72 hours after contrast injection. The incidence of CI-AKI was calculated, and the differences in clinical information and contrast-enhanced scan details between the CI-AKI group and the non-CI-AKI group were compared. A multivariable logistic regression model was fitted using clinical information, contrast-enhanced scan details, and pre-contrast renal function in-

作者单位: 100034 北京, 北京大学第一医院医学影像科(张保翠、杨雪、孙艳、马帅、罗健、邱建星); 100069 北京, 首都医科大学基础医学院(王可欣)

作者简介: 张保翠(1981—), 女, 山东日照人, 主管护师, 主要从事对比剂应用安全研究。

通讯作者: 邱建星, E-mail: qjx761225@126.com

formation as independent variables to investigate the factors influencing the CI-AKI. **Results:** A total of 649 patients' information was collected, including 212 patients who underwent a single CT contrast-enhanced scan, 165 patients who underwent a single MR contrast-enhanced scan, and 272 patients who underwent both CT and MR contrast-enhanced examinations within two weeks, with a median interval of 45.8 (21.4, 96.6) hours. Among the 649 patients, 15 developed CI-AKI, with an incidence rate of 5.5% (95% CI: 0.032, 0.091). There were no statistically significant differences in age, sex, height, weight, primary disease history, or baseline renal function between the CI-AKI group and the non-CI-AKI group ($P < 0.05$). There was no statistically significant difference in the incidence of CI-AKI between patients who underwent a single enhancement and those who underwent two consecutive enhancements in the short term ($P > 0.05$). Multivariable logistic regression analysis showed that diabetes, hypertension, and baseline serum creatinine level were influencing factors for CI-AKI ($P < 0.05$). The effect of two consecutive contrast-enhanced CT and MR scans in the short term on CI-AKI did not have a statistically significant difference compared with that of single enhancement ($P = 0.317 \sim 0.846$). **Conclusion:** Hypertension and baseline serum creatinine level affect the occurrence of CI-AKI. The effect of two consecutive contrast-enhanced CT and MR scans in the short term on CI-AKI does not have a statistically significant difference compared with that of single enhancement.

【Key words】 Contrast-induced acute kidney injury; Contrast enhancement; Tomography, X-ray Computed; Magnetic resonance imaging

急性对比剂肾损害(contrast-induced acute kidney injury, CI-AKI)是指在接受含碘对比剂的影像学检查后,出现急性肾功能损害的一种并发症。CI-AKI的发生率因研究方法和人群不同而异,大致为1%~30%,是医院获得性急性肾损伤的第三大原因^[1]。CI-AKI的诊断标准不一,最常用的是排除其他肾损伤原因(如感染、肾结石等)后,接受对比剂注射后48~72小时内,血清肌酐水平升高超过基础值的25%或0.5 mg/dL以上^[2]。CI-AKI的预防措施包括:评估患者的危险因素,如年龄、糖尿病、高血压、慢性肾病等以及曾经是否有过对比剂相关肾损伤的历史;选择低渗或等渗对比剂,并尽量减少对比剂用量;保证患者充分的水化和碱化,以维持肾血流量和碱化尿液,减少对比剂在肾脏中的毒性作用;给予预防性药物等^[1-3]。

目前对CI-AKI的临床意义有不同的观点,有研究认为静脉注射对比剂时CI-AKI的发生率较低,但也有研究持相反的观点^[4]。但所有研究者都认为应关注这个问题,多项临床和影像指南推荐合理选择对比剂增强检查的适应证,使用安全的对比剂,减少对比剂用量,尽可能避免短期内重复使用对比剂增强扫描^[1,5,6]。但是在临床实际工作中,由于患者的诊疗需要,少数患者在短期内重复进行了多次对比剂增强检查。对于这些患者用药后的肾功能改变既往仅有少量文献报告。

本研究收集了本院住院患者行CT和MR增强的患者信息,分析其发生CI-AKI的情况,以了解短期内两次注射对比剂对肾功能的影响。

材料与方法

1. 数据收集

回顾性收集2020年1月—2022年5月在本院行CT和MR增强扫描的住院病例,两次检查时间在两周以内。另收集同期在本院行单独CT或单独MR增强检查的住院病例。收集住院病例资料中的临床信息、增强扫描信息和注射对比剂前后的肾功能信息,包括性别、年龄、基础疾病、增强检查方式、增强检查时间、增强前1周以内的基础血肌酐值、增强后48~72小时的血肌酐值等。上述信息不能完整收集的排除出组。

2. 数据处理和参考标准

将血肌酐值代入中国人改良的MDRD方程^[7]得到估算肾小球滤过率(estimated glomerular filtration rate, eGFR)。进一步根据肾脏病改善全球预后(kidney disease: improving global outcomes, KDIGO)指南^[8],按照eGFR进行慢性肾脏病(chronic kidney disease, CKD)分级,标准如下:CKD 1, eGFR $\geq 90 \text{ mL/min}/1.73 \text{ m}^2$; CKD 2, eGFR $60 \sim 89 \text{ mL/min}/1.73 \text{ m}^2$; CKD 3a, eGFR $45 \sim 59 \text{ mL/min}/1.73 \text{ m}^2$; CKD 3b, eGFR $30 \sim 44 \text{ mL/min}/1.73 \text{ m}^2$; CKD 4, eGFR $15 \sim 29 \text{ mL/min}/1.73 \text{ m}^2$; CKD 5: eGFR $< 15 \text{ mL/min}/1.73 \text{ m}^2$ 。

根据基础血肌酐与对比剂注射后48~72小时血肌酐的变化,将患者分为CI-AKI组和non-CI-AKI组。CI-AKI的诊断标准为:注射对比剂48~72小时

血肌酐增高,超过基础血肌酐值的 0.5 mg/dL 或 25% 的增高率^[2,5,8,9],且排除其他影响肾功能的因素。

3.统计分析方法

使用 R4.1.0 软件进行统计分析。采用 Kolmogorov-Smirnov 检验计量资料是否符合正态分布,符合正态分布的以“均值±标准差”表示,不符合正态分布的以“中位数[Q1,Q3]”表示,计数资料和等级资料以“数值(频率)”表示。采用卡方或 Fisher's 精确检验比较分类变量之间的差异,采用 Kruskal-Wallis 检验比较多组间的差异。以 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

以临床信息、增强扫描信息和注射对比剂前的肾功能信息作为自变量,拟合单因素 logistic 回归模型。进一步采用前向和后向逐步算法通过 Akaike 信息准则(Akaike information criteria, AIC)选择自变量,拟合多因素 logistic 回归模型。计算单因素和多因素 logistic 回归模型的比值比(odds ratio, OR)和 P 值。

结 果

1.人口学信息

本研究共收集 649 例患者的信息(表 1),其中 212 位患者行单次 CT 增强检查,165 位患者行单次 MR 增强检查,272 位患者在两周之内行 CT 和 MR 共两

次增强检查。

649 位患者中男性 400 例(61.6%),中位年龄为 61.0(51.0,69.0)岁。各组间患者年龄、性别、身高、体重的差异均无统计学意义($P > 0.05$);高血压、糖尿病、肾毒性药物、恶性肿瘤史的差异有统计学意义($P < 0.05$),肾脏病史、心脏病史的差异无统计学意义($P > 0.05$);基础血肌酐、基础 CKD 分级的差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 1 和图 1。

2.短期内两次增强检查的情况

短期内两次增强检查的患者共 272 例(图 2)。两次增强检查中位间隔时间为 45.8(21.4,96.6)小时,最短间隔时间为 0.2 小时,最长间隔时间为 14 天。其中 120 例(44.1%)间隔 0~24 小时,23 例(8.5%)间隔 $>$ 24~48 小时,129 例(47.4%)间隔在 $>$ 48 小时 ~ 14 天。

272 例患者中 184 位患者先行 CT 增强、再行 MR 增强,两次增强检查中位间隔时间为 50.6(22.5,119.0)小时;另外 88 例患者先行 MR 增强、再行 CT 增强,两次增强检查中位间隔时间为 23.0(19.7,67.1)小时。

3.CI-AKI 发生情况

649 例患者中有 15 例发生 CI-AKI,634 例未发生 CI-AKI,CI-AKI 发生率为 5.5%(95% CI: 0.032 ~ 0.091),见表 2。其中 4 例出现在单独 CT 增强,6 例

表 1 患者人口学信息及临床资料

临床资料	全部 (N=649)	CT (N=212)	MR (N=165)	CT-MR (N=184)	MR-CT (N=88)	χ^2 值	P 值
年龄/岁	61.0(51.0,69.0)	63.0(56.0,73.3)	58.0(44.0,65.0)	60.0(50.0,67.0)	60.0(52.0,69.0)	28.640	<0.001
性别/例(%)						5.074	0.166
女	249 (38.4%)	71 (33.5%)	74 (44.8%)	70 (38.0%)	34 (38.6%)		
男	400 (61.6%)	141 (66.5%)	91 (55.2%)	114 (62.0%)	54 (61.4%)		
身高/cm	168(160,173)	168(161,173)	167(160,172)	168(160,175)	170(160,174)	1.265	0.737
体重/kg	65.0(59.0,75.0)	66.0(60.0,75.0)	65.0(59.0,75.0)	65.5(58.0,75.0)	65.0(58.0,75.0)	2.104	0.551
高血压/例(%)						10.520	0.015
否	398 (61.3%)	116 (54.7%)	112 (67.9%)	108 (58.7%)	62 (70.5%)		
是	251 (38.7%)	96 (45.3%)	53 (32.1%)	76 (41.3%)	26 (29.5%)		
糖尿病/例(%)						20.217	<0.001
否	513 (79.0%)	148 (69.8%)	146 (88.5%)	149 (81.0%)	70 (79.5%)		
是	136 (21.0%)	64 (30.2%)	19 (11.5%)	35 (19.0%)	18 (20.5%)		
肾病/例(%)						2.958	0.398
否	632 (97.4%)	209 (98.6%)	158 (95.8%)	179 (97.3%)	86 (97.7%)		
是	17 (2.6%)	3 (1.4%)	7 (4.2%)	5 (2.7%)	2 (2.3%)		
使用肾损害药物/例(%)						14.620	0.002
否	621 (95.7%)	211 (99.5%)	158 (95.8%)	172 (93.5%)	80 (90.9%)		
是	28 (4.3%)	1 (0.5%)	7 (4.2%)	12 (6.5%)	8 (9.1%)		
心脏病/例(%)						6.420	0.093
否	551 (84.9%)	170 (80.2%)	142 (86.1%)	164 (89.1%)	75 (85.2%)		
是	98 (15.1%)	42 (19.8%)	23 (13.9%)	20 (10.9%)	13 (14.8%)		
恶性肿瘤/例(%)						32.194	<0.001
否	490(75.5%)	180(84.9%)	135(81.8%)	117(63.6%)	58(65.9%)		
是	159(24.5%)	32(15.1%)	30(18.2%)	67(36.4%)	30(34.1%)		
基础血肌酐/umol/L	72.4(62.3,86.8)	73.7(64.3,87.0)	71.0(59.6,87.2)	71.8(61.3,87.9)	73.2(65.7,83.8)	3.160	0.368
CKD 分级/例(%)						20.584	0.057
1	325 (50.1%)	86 (40.6%)	99 (60.0%)	99 (53.8%)	41 (46.6%)		
2	270 (41.6%)	105 (49.5%)	52 (31.5%)	71 (38.6%)	42 (47.7%)		
3a	44 (6.8%)	16 (7.5%)	12 (7.3%)	11 (6.0%)	5 (5.7%)		
3b	9 (1.4%)	4 (1.9%)	2 (1.2%)	3 (1.6%)	0 (0%)		
4	1 (0.2%)	1 (0.5%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)		
两次增强时间间隔/h	/	/	/	50.6(22.5,119.0)	23.0(19.7,67.1)	/	/

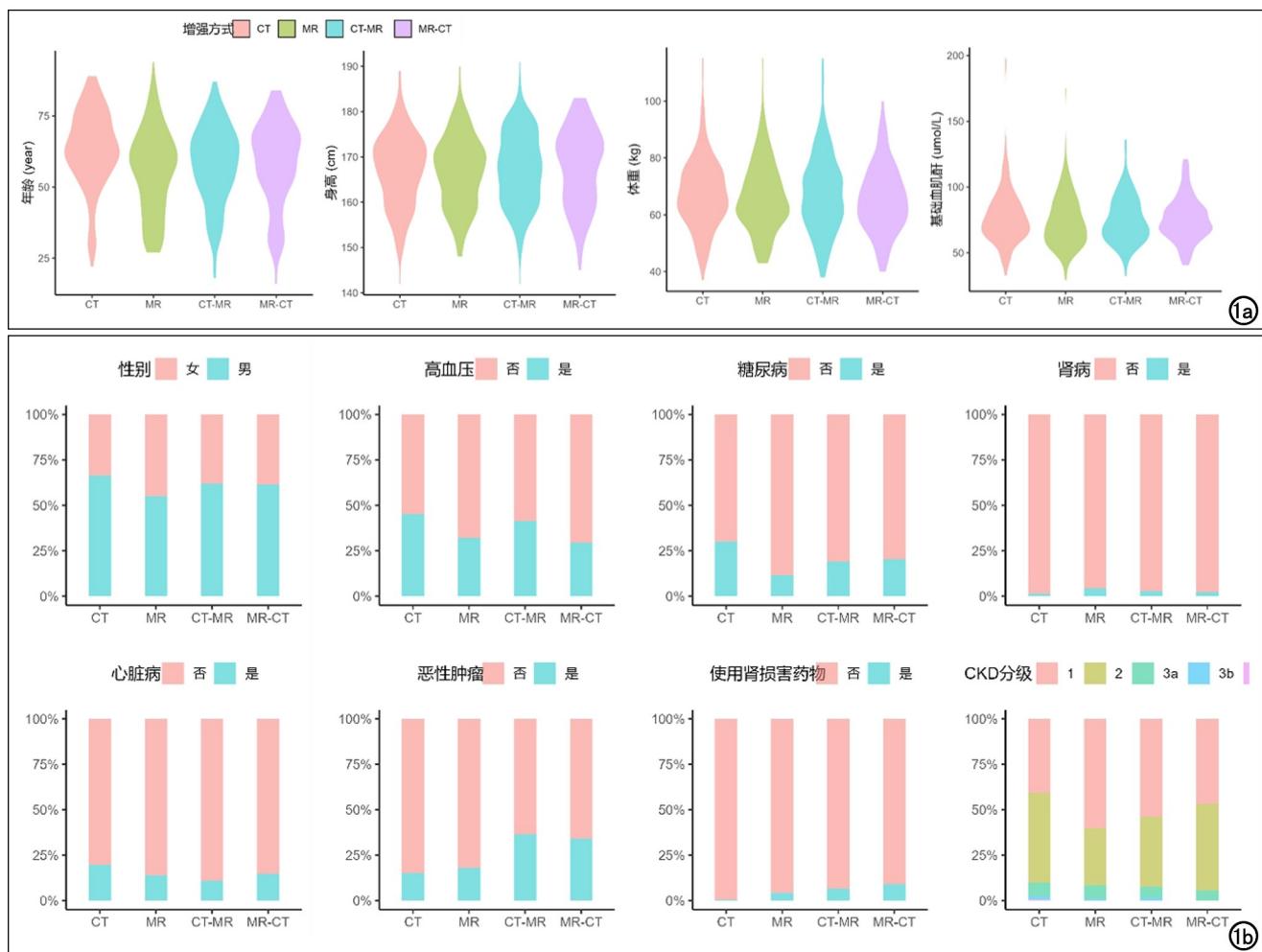


图 1 四组间基线数据。a)四组定量资料的分布,包括年龄、身高、体重和基线血肌酐值;b)四组定性资料的频率,包括性别、高血压、糖尿病、肾病、心脏病、恶性肿瘤、肾毒性药物和肾功能分级。

出现在单独 MR 增强,5 例出现在短期内两次增强。

在 CI-AKI 组和 non-CI-AKI 组,患者的年龄、性别、身高、体重、基础疾病史、基础肾功能的差异均无统计学意义($P > 0.05$)。单次增强、短期内两次增强者 CI-AKI 发生率的差异无统计学意义($P > 0.05$)。

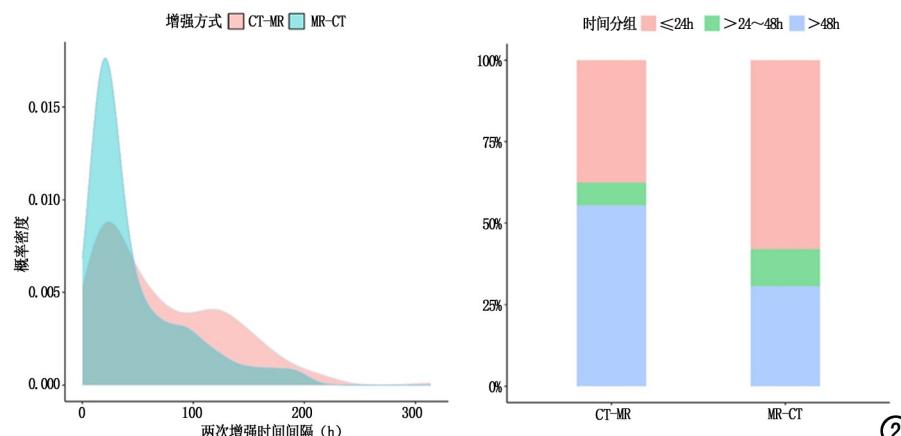


图 2 两次增强检查的时间间隔。

4.CI-AKI 发生的相关性因素

单因素 logistic 回归分析显示身高、高血压、糖尿病、肾病、基础血肌酐值、基础 eGFR 值有可能影响 CI-AKI 的发生($P < 0.10$),进一步利用这些指标进行多因素 logistic 回归分析显示只有糖尿病、高血压和基础血肌酐值是 CI-AKI 的影响因素($P < 0.05$),见表 3、图 3。短期内行两次 CT 和 MR 增强与单次增强相比,对 CI-AKI 的影响差异无统计学意义($P = 0.317 \sim 0.846$)。

讨 论

1.本研究的背景和意义

对比剂增强检查是临床服务中重要的诊断工具,广泛应用于 CT、MRI、介入放射学和经皮冠状动脉成形术等领域中。对比剂增

(2)

表 2 CI-AKI 发生情况

临床资料	全部 (N=649)	non-CI-AKI (N=634)	CI-AKI (N=15)	统计量	P 值
年龄 / 岁	61.0(51.0, 69.0)	61.0(51.0, 69.0)	61.0(47.0, 67.5)	W=5026	0.706
性别 / 例 (%)				$\chi^2=0.455$	0.500
女	249(38.4%)	245(38.6%)	4(26.7%)		
男	400(61.6%)	389(61.4%)	11(73.3%)		
身高 / cm	168(160,173)	168(160,173)	172(168,177)	W=3343	0.052
体重 / kg	65.0(59.0,75.0)	65.0(59.0,75.0)	65.0(63.0,82.3)	W=3711	0.150
高血压 / 例 (%)				$\chi^2=3.136$	0.077
否	398(61.3%)	385(60.7%)	13(86.7%)		
是	251(38.7%)	249(39.3%)	2(13.3%)		
糖尿病 / 例 (%)				$\chi^2=2.288$	0.130
否	513(79.0%)	504(79.5%)	9(60.0%)		
是	136(21.0%)	130(20.5%)	6(40.0%)		
肾病 / 例 (%)				$\chi^2<0.001$	>0.999
否	632(97.4%)	617(97.3%)	15(100%)		
是	17(2.6%)	17(2.7%)	0(0%)		
心脏病 / 例 (%)				$\chi^2=0.029$	0.864
否	551(84.9%)	539(85.0%)	12(80.0%)		
是	98(15.1%)	95(15.0%)	3(20.0%)		
恶性肿瘤 / 例 (%)				$\chi^2=0.011$	0.915
否	490(75.5%)	478(75.4%)	12(80.0%)		
是	159(24.5%)	156(24.6%)	3(20.0%)		
CKD 分级 / 例 (%)				$\chi^2=0.791$	0.94
1	325(50.1%)	316(49.8%)	9(60.0%)		
2	270(41.6%)	265(41.8%)	5(33.3%)		
3a	44(6.8%)	43(6.8%)	1(6.7%)		
3b	9(1.4%)	9(1.4%)	0(0%)		
4	1(0.2%)	1(0.2%)	0(0%)		
基础血肌酐 / umol/L	72.4(62.3,86.8)	72.5(62.6,87.3)	70.2(57.9,74.3)	W=5950	0.096
血肌酐变化 / umol/L	-2.33(-8.02,3.14)	-2.60(-8.18,2.77)	19.9(18.9,24.7)	W=48	<0.001
血肌酐变化率 / %	-3.42(-10.7,4.25)	-3.69(-10.8,3.76)	31.7(26.0,44.5)	W=0	<0.001
增强方式 / 例 (%)				$\chi^2=1.831$	0.608
CT	212(32.7%)	208(32.8%)	4(26.7%)		
MR	165(25.4%)	159(25.1%)	6(40.0%)		
CT-MR	184(28.4%)	181(28.5%)	3(20.0%)		
MR-CT	88(13.6%)	86(13.6%)	2(13.3%)		

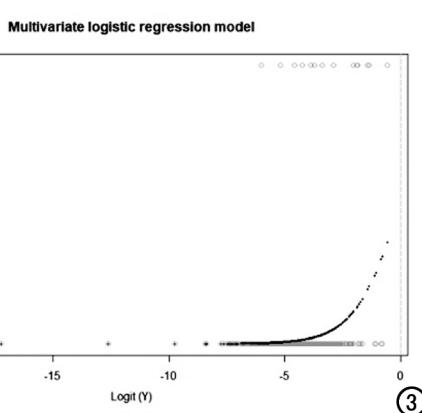


图 3 多因素 logistic 回归模型。

强检查较常规平扫可以提供更多的诊断信息,但是也可能造成不良反应。对比剂反应,包括类过敏反应、甲状腺功能异常、肾脏损害等^[10],其中对比剂诱发的急性肾损伤是对比剂最重要的不良反应之一。有研究表明,与未患 CI-AKI 的患者相比,CI-AKI 患者的短期和长期死亡率都显著升高^[11]。此外,CI-AKI 有可能

发展为 CKD 并进展为终末期肾脏疾病(end stage renal disease, ESRD)^[12]。近年来较多研究发现静脉注射对比剂所致 CI-AKI 发生率较低,较少造成严重的不良结果,但是也有研究结果与之相反,对 CI-AKI 的认识仍不统一^[4,13]。

无论研究结果如何,绝大多数临床指南均建议在行对比剂增强检查前应评估患者肾功能损害的风险,必要时预防性用药、根据情况选择恰当的影像检查方式、合理使用对比剂以及增强后持续监测肾功能等,其中多数指南建议避免短期内反复进行增强检查,但是由于增强 CT 和 MR 检查有重要的临床用途,在临床工作中确实存在短期内重复检查的临床场景,在患者病情危重、变化较快时尤其可能需要多次检查。ACR 指南^[6]建议避免短期内反复增强检查,但没有提及确切的时间定义,ESUR 提议^[5]建议两次检查至少间隔 4 小时以上。在不同人群临床实践中上述指南仍需临床数据来进一步验证。

2. 与国内外同类研究的比较

国内外有一些关于对比剂重复注射的相关研究,

表 3 CI-AKI 相关因素分析

参数/指标	OR(单因素分析)	OR(多因素分析)
性别		
SexFemale	Reference	
SexMale	1.73 (0.54~5.48, $P=0.354$)	
年龄	1.00 (0.96~1.03, $P=0.787$)	
身高	1.06 (1.00~1.14, $P=0.066$)	
体重	1.03 (0.99~1.07, $P=0.106$)	
高血压		
HBPNo	Reference	
HBPYes	0.24 (0.05~1.07, $P=0.061$)	0.18 (0.04~0.90, $P=0.037$)
糖尿病		
DMNo	Reference	
DMYes	2.56 (0.90~7.33, $P=0.079$)	3.09 (1.01~9.47, $P=0.049$)
肾病		
NephropathyNo	Reference	
NephropathyYes	0.00 (0.00~Inf, $P=0.989$)	
心脏病		
HeartDiseaseNo	Reference	
HeartDiseaseYes	1.41 (0.39~5.08, $P=0.602$)	
恶性肿瘤		
MalignancyNo	Reference	
MalignancyYes	0.76 (0.21~2.73, $P=0.673$)	
使用肾损害药物		
NephrotoxicNo	Reference	
NephrotoxicYes	0.00 (0.00~Inf, $P=0.990$)	
基础血肌酐		
BaselineCr	0.96 (0.93~1.00, $P=0.028$)	0.94 (0.90~0.99, $P=0.015$)
基础 eGFR		
BaselineGFR	1.02 (1.00~1.05, $P=0.043$)	
增强方式		
InjectionPatternCT	Reference	
InjectionPatternMR	1.92 (0.53~6.94, $P=0.317$)	
InjectionPatternCT-MR	0.85 (0.19~3.83, $P=0.827$)	
InjectionPatternMR-CT	1.19 (0.21~6.60, $P=0.846$)	
CKD 分级		
CKD1	Reference	
CKD2	0.67 (0.22~2.02, $P=0.478$)	
CKD3a	0.84 (0.10~6.76, $P=0.867$)	
CKD3b	0.00 (0.00~Inf, $P=0.992$)	
CKD4	0.00 (0.00~Inf, $P=0.997$)	

其中主要是关于 MR 增强检查钆对比剂反复使用造成体内钆沉积以及肾源性系统性纤维化(nephrogenic systemic fibrosis, NSF)的情况。对于 CT 增强碘对比剂反复使用时,关注的是过敏样反应和肾功能损害^[13,14]的情况,总体研究尚较少,结论也不一致。

有研究认为短期内重复注射对比剂没有额外的 CI-AKI 风险。有一项研究^[13]收集了 160 例患者的资料,两周内行两次 CT 增强扫描后有 10 例(6.25%)患者发生 CIN。另有一项研究^[14]收集了 300 例患者,其中 207 例单次注射对比剂,93 例 48 小时内两次注射碘对比剂,发现两次注射对比剂的 CI-AKI 发生率(8.6%~13.8%)与单次注射对比剂的 CI-AKI 发生率(7.2%)差异没有统计学意义($P>0.05$)。但是,也有研究结果与上述研究的发现相反。有一项研究^[15]收集了 139 例急诊行 CT 增强和 MR 增强的病例,其 CI-AKI 的发生率高于单次注射对比剂(27.3% vs.

10.9%, $P<0.001$),但是未发现两次注射间隔时间对 CI-AKI 的发生有影响,而发现基础肾功能和碘对比剂的渗透压可能是 CI-AKI 的影响因素。与既往研究相比,本研究的样本量较大,CI-AKI 发生率与既往研究大致相近。本研究的结论认为短期内重复注射对比剂与单次注射对比剂均有一定可能导致 CI-AKI,但是短期内重复注射对比剂与单次注射对比剂相比,不额外增加 CI-AKI 的风险。

3. 本研究结果对临床工作的指导意义

本研究发现基线血肌酐水平、糖尿病和高血压可能与 CI-AKI 有关,与当前的主要研究结果是符合的^[5,6]。一般认为基线血肌酐较高是 CI-AKI 的危险因素,特别是 $eGFR \leq 30 \text{ mL/min}/1.73\text{m}^2$ 的患者应格外关注 CI-AKI 的风险。高血压和糖尿病的患者可能是由于原发疾病造成了肾功能的损害,其对 CI-AKI 的风险是通过肾功能损害造成的,另一方面有研究发

现即使在肾功能正常人群中糖尿病也是 CI-AKI 的风险因素^[3],因此在糖尿病患者可能存在其他机制造成 CI-AKI 风险增高。综合以上结果,本研究发现,在短期内行 CT 和 MR 增强检查时,对患者关注的要点与常规单次增强检查相同,主要是关注肾功能,同时关注糖尿病和高血压的情况,对患者的处理方法也与单次对比剂增强检查相同。

4. 本研究的局限性

本研究存在以下不足:首先,本研究是单中心、小样本、回顾性研究,为了收集完整的患者信息,仅纳入了住院患者。未来可进行多中心、前瞻性研究以进一步验证本研究结果。第二,由于病例数据较少,没有对两周内两次注射 CT 和 MR 的时间进一步细分,将来将进一步分成不同时间段,以观察在不同时间段多次使用对比剂对肾功能的影响是否有所不同^[16]。第三,本研究纳入的多次检查是一次 CT 增强和一次 MR 增强扫描,未来应进一步收集多次 CT、多次 MR 检查的患者数据,以观察不同模式的多次增强扫描对肾功能的影响是否有所不同。

总之,高血压和基础血肌酐值是发生 CI-AKI 的影响因素,而短期内行 CT 和 MR 增强与单次增强相比不增加 CI-AKI 的发生风险。

参考文献:

- [1] Beckett KR, Moriarity AK, Langer JM. Safe use of contrast media: what the radiologist needs to know[J]. Radiographics, 2015, 35(6):1738-1750.
- [2] Ozkok S, Ozkok A. Contrast-induced acute kidney injury: A review of practical points[J]. World J Nephrol, 2017, 6(3):86-99.
- [3] 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.
- [4] Rachoin JS, Wolfe Y, Patel S, et al. Contrast associated nephropathy after intravenous administration: What is the magnitude of the problem? [J]. Ren Fail, 2021, 43(1):1311-1321.
- [5] European Society of Urogenital Radiology. ESUR guidelines on contrast agents[EB/OL].[2023-06-29].<https://www.esur.org/esur-guidelines-on-contrast-agents/>.
- [6] American College of Radiology. ACR manual on contrast media [EB/OL]. [2023-06-29]. https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/Contrast_Media.pdf.
- [7] 全国 eGfr 课题协作组. MDRD 方程在我国慢性肾脏病患者中的改良和评估[J]. 中华肾脏病杂志, 2006, (10): 589-595.
- [8] Kidney Disease: improving Global Outcomes (KDIGO) CKD Work Group. KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease[J]. Kidney Int Suppl, 2013, 3(1):1-150.
- [9] Moos SI, van Vemde DN, Stoker J, et al. Contrast induced nephropathy in patients undergoing intravenous (IV) contrast enhanced computed tomography (CECT) and the relationship with risk factors: A meta-analysis[J]. Eur J Radiol, 2013, 82(9):e387-e399.
- [10] Bottinor W, Polkampally P, Jovin I. Adverse reactions to iodinated contrast media[J]. Int J Angiol, 2013, 22(3):149-154.
- [11] Rudnick M, Feldman H. Contrast-induced nephropathy: What are the true clinical consequences? [J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2008, 3(1):263-272.
- [12] Maioli M, Toso A, Leoncini M, et al. Persistent renal damage after contrast-induced acute kidney injury: Incidence, evolution, risk factors, and prognosis[J]. Circulation, 2012, 125(25):3099-3107.
- [13] 张保翠,吴静云,赵凯,等.短期重复使用碘对比剂行 CT 增强扫描对患者肾脏功能的影响[J].临床放射学杂志,2017,36(11):1700-1703.
- [14] Kwon C, Kang KM, Choi YH, et al. Renal safety of repeated intravascular administrations of iodinated or gadolinium-based contrast media within a short interval[J]. Korean J Radiol, 2021, 22(9):1547-1554.
- [15] Kang C, Han SH, Park JS, et al. Risk factors for post-contrast acute kidney injury in patients sequentially administered iodine- and gadolinium-based contrast media on the same visit to the emergency department: A retrospective study[J]. Kidney Res Clin Pract, 2023, 42(3):358-369.
- [16] 赵凯,王霄英.2017EMA 对 MR 增强扫描钆对比剂使用限制的观点及解读[J].放射学实践,2018,33(1):10-12.

(收稿日期:2023-06-29 修回日期:2023-09-08)