

· 标准与规范 ·

碘对比剂使用指南(第 2 版)

中华医学会放射学分会对比剂安全使用工作组

一、碘对比剂基本结构及分类

(一) 碘对比剂的基本结构

三碘苯环衍生物:碘原子量大,吸收 X 线性能较强;碘与苯环键合,结构非常稳定;苯环结构具备多个有效侧链结合点,提供了不断改进整个分子结构,提高亲水性能和降低毒副作用的可能性。三碘苯环衍生物结构式见图 1。

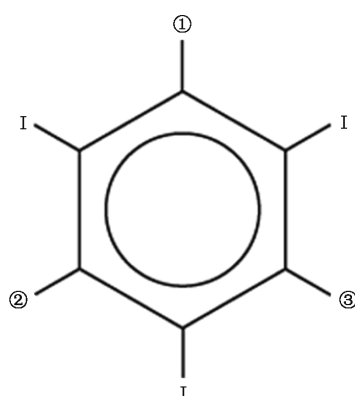


图 1 三碘苯环衍生物结构式 ①位为羧基碱金属或葡甲胺盐或酰胺基结构,②、③即 3,5 位侧链为强亲水基团侧链,具有影响产品的亲水性和安全性等特性

(二) 碘对比剂分类

离子型和非离子型;单体和双体;高渗、次高渗和等渗。

备注:本次修订用“次高渗”对比剂概念替代“低渗”对比剂概念。次高渗对比剂(原低渗对比剂)是相对高渗对比剂而言,而等渗对比剂是相对于血浆渗透压而言;事实上,次高渗对比剂的渗透压仍高于血浆渗透压的数倍(表 1)^[1-2]。

二、使用碘对比剂前的准备工作

(一) 过敏试验

无需碘过敏试验,除非产品说明书注明特别要

求^[1,3]。

(二) 使用碘对比剂前,应向患者或其监护人告知对比剂使用的适应证、禁忌证、可能发生的不良反应和注意事项。

建议:签署“碘对比剂使用患者知情同意书”(附后)。

(三) 碘对比剂使用前,医生或护士需要^[1]:

1. 询问患者或监护人:(1)既往有无使用碘对比剂出现中、重度不良反应史;(2)有无哮喘;(3)有无糖尿病;(4)有无肾脏疾病;(5)有无肾脏手术;(6)有无使用肾毒性药物或其他影响肾小球滤过率(GFR)的药物;(7)有无高血压;(8)有无痛风病史;(9)有无其他药物不良反应或过敏史;(10)有无脱水、充血性心衰现象。

2. 需要高度关注的相关疾病:(1)甲状腺功能亢进:甲状腺功能亢进尚未治愈者禁忌使用碘对比剂^[4];(2)糖尿病肾病:使用碘对比剂需要咨询内分泌专科医师和肾脏病专科医师。

(四) 对比剂处理

碘对比剂存放条件必须符合产品说明书要求;使用前建议加温至 37 °C^[1]。

(五) 水化^[1,5-10]

建议在使用碘对比剂前 6 ~ 12 h 至使用后 24 h 内,对患者给予水化。

1. 水化的可能机制:增加肾血流量;降低肾素血管紧张素系统的活性;降低对比剂相关的血液黏滞度和渗透性;等渗性生理盐水可扩充血管内容积;用碳酸氢钠可使肾小管内液体碱性化,可降低肾小管损害。

2. 水化的方法:(1)动脉内用药者:推荐:对比剂注射前 6 ~ 12 h 静脉内补充 0.9% 生理盐水,或 5% 葡萄糖加 154 mmol/L 碳酸氢钠溶液,不少于 100 ml/h;注射对比剂后亦应连续静脉补液,不少于 100 ml/h,持续 24 h;提倡联合应用静脉补液与口服补液以提高预防对比剂肾病效果。(2)静脉内用药者:口服补液方式:注射对比剂前 4 ~ 6 h 开始,持续到使用对比剂后 24 h 口服水或生理盐水,使用量

表 1 常用对比剂的分类和理化性质

分类	结构	通用名	英文名	分子质量	碘含量 (mg I/ml)	渗透压 (mOsm/kg H ₂ O)
第 1 代 (高渗对比剂)	离子型单体	泛影葡胺	Ditriazoate	809	306	1530
第 2 代 (次高渗对比剂)	非离子型单体	碘海醇	Iohexol	821	300、350	680、830
		碘帕醇	Iopamidol	777	300、370	616、796
		碘普罗胺	Iopromide	791	300、370	590、770
		碘佛醇	Ioversol	807	320、350	710、790
		碘美普尔	Iomeprol	777	400	726
	离子型二聚体	碘克酸	Ioxaglate	1270	320	600
第 3 代 (等渗对比剂)	非离子型二聚体	碘克沙醇	Iodixanol	1550	320	290

100 ml/h;条件允许者,建议采用前述条款中动脉内用药者水化方法。

三、使用碘对比剂原则

(一)使用剂量和适应证^[1]

遵循产品说明书中规定的剂量和适应证范围。

(二)使用方式^[1]

1. 血管内注射:静脉内注射和动脉内注射。

2. 非血管内使用:口服;经自然或人工或病理通道输入。

注意:对比剂经血管外各种通道输入,有可能被吸收进入血液循环,产生与血管内用药相同的不良反应。

(三)血管内使用碘对比剂注意事项^[1,8-14]

1. 给患者补充足够的液体,按前述条款给患者水化。天气炎热或气温较高的环境下,根据患者液体额外丢失量的多少,适当增加液体摄入量。关于补液量,在特殊情况下(如心功能不全等),建议咨询相关临床医师。

2. 有使用肾毒性相关药物者,需停用肾毒性药物至少 24 h 再使用碘对比剂。

3. 严重肾功能不全者,尽量选用不需要含碘对比剂的影像检查方法或可以提供足够诊断信息的非影像检查方法。

4. 尽量避免使用高渗对比剂及离子型对比剂。

5. 如果确实需要使用碘对比剂,建议使用能达到诊断目的最小剂量。

6. 避免短时间内重复使用诊断剂量碘对比剂。如果确有必要重复使用,建议 2 次使用碘对比剂间隔时间 ≥ 14 d^[5]。

7. 避免使用甘露醇和利尿剂,尤其是髓祥利尿剂。

(四)应择期检查的情况^[1,15-16]

已知血清肌酐水平异常者;需要经动脉注射碘对比剂者。对于择期检查的患者,应当在检查前 7 d 内查血清肌酐;血清肌酐升高者,必须在检查前 24 h 内给予预防肾脏损害的措施;严重肾功能不全者,如有可能,考虑其他不需要使用含碘对比剂的影像检查方法;使用肾毒性相关药物者,如果必需使用碘对比剂,应该停用肾毒性药物至少 24 h,并且必须给患者补充足够液体。

(五)急诊检查^[1,15-16]

不立即进行检查就会对患者造成危害的紧急情况下,可不进行血清肌酐检查。

(六)使用碘对比剂建议^[1,9,13-15]

尽量选择应用非离子型对比剂。使用等渗或次高渗对比剂,尽量避免使用高渗对比剂。

(七)使用碘对比剂与透析的关系^[17-19]

使用碘对比剂后,无需针对碘对比剂进行透析;不建议将使用碘对比剂与血液透析和(或)腹膜透析时间关联。

(八)糖尿病患者使用碘对比剂注意事项^[8-9,15,20-22]

1. 尽可能择期行碘对比剂相关检查,使用碘对比剂前、后查血清肌酐。

2. 在碘对比剂使用前 48 h 必须停用双胍类药物。

3. 碘对比剂使用后至少 48 h 且肾功能恢复正常或恢复到基线水平后才能再次使用双胍类药物。

四、对比剂肾病(contrast-induced nephropathy, CIN)

(一)对比剂肾病概念^[5-6,16,23-25]

对比剂肾病(CIN)是指排除其他原因的情况下,血管内途径应用碘对比剂后 2~3 d 内血清肌酐升高至少 44 $\mu\text{mol/L}$ (0.5 mg/dl) 或超过基础值

25%。

(二) CIN 的病理生理学^[26-32]

碘对比剂肾毒性包括化学毒性(离子性、含碘物质)、渗透毒性、组分中与黏滞度相关毒性。关于对肾毒性的相关机制,目前尚无足够证据达成共识。

(三) 基础肾功能评估

肾功能不全者,在使用碘对比剂前,建议采用肾脏病饮食调整研究(MDRD)公式计算估算的肾小球滤过率(eGFR)。

MDRD 公式(适合中国人的改良形式)^[33]:

$$eGFR [ml \cdot min^{-1} \cdot (1.73 m^2)^{-1}] = 175 \times Scr (mg/dl)^{-1.234} \times 年龄^{-0.179} \times (0.79 \text{ 女性})$$

紧急时,可在没有评估肾功能情况下进行使用碘对比剂。

(四) 对比剂肾病的危险分层

1. 危险因子^[1,5-6,11-13,22,34-41]:高龄(≥ 75 岁);原有肾功能不全;糖尿病;血容量不足;心力衰竭;使用肾毒性药物(非甾体类药物和血管紧张素转换酶抑制剂类药物);低蛋白血症、低血红蛋白血症;低钾血症;单克隆免疫球蛋白病;大剂量使用碘对比剂;不完全水化。

2. 危险因子积分预测^[40,42]:见表 2。

表 2 危险因子积分预测

危险因子	评分
高血压	5
主动脉内球囊	5
充血性心力衰竭	5
年龄 ≥ 75 岁	4
贫血	3
糖尿病	3
对比剂用量(每 100 ml)	1
血肌酐浓度 $> 1.5 mg/dl$	4
肾小球滤过率 [$ml \cdot min^{-1} \cdot (1.73 m^2)^{-1}$]	
40 ~ 60	2
20 ~ 40	4
< 20	6

(五) 渗透压及黏滞度在 CIN 发生的作用

目前多数观点认为,两者在对比剂肾病的发生发展过程中均起作用。

1. 渗透压^[14,43-45]:渗透压高于血液的对比剂会导致肾血管收缩;渗透性利尿、肾性贫血。

2. 黏滞度^[31,46-49]:黏滞度较高的对比剂与血液混合,可引起通过微循环的血流一过性减慢;肾小管阻力增加引起肾间质压力增加,导致髓质血流降低。

(六) 最大对比剂用量公式^[34-35,50]

推荐最大对比剂用量 = $5 ml \times 体重(kg) / 基础血清肌酐(mg/dl)$ 。

(七) 给药方式^[5,51]

动脉内给予碘对比剂比静脉内给予有更高的 CIN 危险;经肾动脉和腹主动脉注射对比剂,使肾脏损伤可能性更大。

(八) 对比剂使用时间间隔^[40,52]

重复使用碘对比剂造影,每次给予诊断剂量,是 CIN 发生的危险因素;72 h 内重复应用诊断剂量对比剂是发生 CIN 的独立预测因子。

建议:两次对比剂应用间隔时间最好为 14 d^[5]。

(九) CIN 的预防^[5-6,53-58]

1. 询问病史:肾脏疾病;肾脏手术;糖尿病;高血压;痛风;近期应用肾毒性药物或其他影响肾小球滤过率(GFR)的药物。

2. 水化:使用碘对比剂前,按前述条款方法对患者进行水化。

3. 关于药物:没有足够证据证实使用药物可以降低发生 CIN;目前没有任何一种药物经过权威机构验证可以降低发生 CIN。

4. 血液滤过:血液滤过预防 CIN 的作用有待进一步证明;临床实验中,血液滤过本身影响研究的终点。

(十) 对比剂肾病的预后^[7,52,59]

通常为—过性,血清肌酐在给药后 3 d 达峰值,10 d 左右回到基线水平;如果给药后 24 h 内血清肌酐水平增加不超过 0.5 mg/100 ml,则不倾向发生可察觉的 CIN;转归与肾功能减退及患者的状况有关,肾功能严重障碍者可造成不可逆性结果。

五、碘对比剂血管外渗^[13,16,60]

(一) 碘对比剂血管外渗的原因

1. 与技术相关的原因:使用高压注射器;注射流率过高。

2. 与患者有关的原因:不能进行有效沟通配合;被穿刺血管情况不佳,如下肢和远端小静脉,或化疗、老年、糖尿病患者血管硬化等;淋巴和(或)静脉引流受损。

(二) 预防对比剂血管外渗的措施

1. 静脉穿刺选择合适的血管,细致操作。
2. 使用高压注射器时,选用与注射流率匹配的穿刺针头和导管。
3. 对穿刺针头进行恰当固定。
4. 与患者沟通,取得配合。

(三) 碘对比剂血管外渗的处理

1. 轻度外渗:多数损伤轻微,无需处理。嘱咐患者注意观察,如外渗加重,应及时就诊;对个别疼痛明显者,局部给予普通冷湿敷。

2. 中、重度外渗:这可能造成外渗局部组织肿胀、皮肤溃疡、软组织坏死和间隔综合征。

建议对于中、重度外渗患者的处理措施:(1)抬高患肢,促进血液回流;(2)早期使用 50% 硫酸镁保湿冷敷,24 h 后改硫酸镁保湿热敷;或者用黏多糖软膏等外敷;或者用 0.05% 的地塞米松局部湿敷;(3)碘对比剂外渗严重者,在外用药物基础上口服地塞米松 5 mg/次,3 次/d,连用 3 d;(4)必要时,咨询临床医师用药。

六、碘对比剂全身不良反应

(一) 全身不良反应的危险因素^[1,13,16,60]

1. 既往有使用碘对比剂全身不良反应病史,症状包括荨麻疹、支气管痉挛、明显的血压降低、抽搐、肺水肿等。

2. 哮喘。

3. 与治疗现疾病有关药物引起的过敏反应。

(二) 使用对比剂检查室必须常备的抢救用品^[1,13,16]

1. 检查室中必须准备的器械:装有复苏药物(必须定期更换)和器械的抢救车;必须备有医用氧气管道或氧气瓶或氧气袋;血压计、吸痰设备、简易呼吸器等。

2. 检查室中必须备有的紧急用药:1:1 000 肾上腺素;组胺 H1 受体阻滞剂(抗组胺药,如异丙嗪、苯海拉明);地塞米松;阿托品;生理盐水或林格氏液;抗惊厥药(如地西泮等)。

(三) 预防碘对比剂不良反应

1. 一般性预防^[1]:建议使用非离子型碘对比剂;不推荐预防性用药;对比剂使用前加温到 37℃^[48-49];患者注射对比剂后需留观 30 min 才能离开检查室。

2. 建立抢救应急通道^[1]:建议建立与急诊室或其他临床相关科室针对碘对比剂不良反应抢救的应急快速增援机制,确保不良反应发生后,需要的情况下,临床医师能够及时赶到抢救现场进行抢救。

(四) 不良反应的处理措施^[1,13,16,60]

1. 急性不良反应:定义:对比剂注射后 1 h 内出现的不良反应。

(1) 恶心/呕吐:一过性的:支持疗法;重度的、持续时间长的:应考虑适当的止吐药物。

(2) 荨麻疹:散发的、一过性的:包括观察在内的支持性治疗;散发的、持续时间长的:应考虑适当的组胺 H1 受体阻滞剂肌肉内或静脉内注射。可能会发生嗜睡和(或)低血压;严重的:考虑使用肾上腺素(1:1 000),成人 0.1~0.3 ml(0.1~0.3 mg)肌肉注射;6~12 岁儿童注射成人剂量的 1/2(50%),6 岁以下儿童注射成人剂量的 1/4(25%)。必要时重复给药。

(3) 支气管痉挛:氧气面罩吸氧(6~10 L/min); β_2 受体激动剂定量吸入剂(深吸 2~3 次);肾上腺素:①血压正常时:肌肉注射:1:1 000,0.1~0.3 ml(0.1~0.3 mg)(对有冠状动脉疾病的患者或老年患者使用较小的剂量);儿童患者:0.01 mg/kg,最多不超过 0.3 mg。②血压降低时:肌肉注射:1:1 000,0.5 ml(0.5 mg);儿童患者:6~12 岁:0.3 ml(0.3 mg)肌肉注射;6 岁以下:0.15 ml(0.15 mg)肌肉注射。

(4) 喉头水肿:氧气面罩吸氧(6~10 L/min);肌肉注射肾上腺素(1:1 000),成人 0.5 ml(0.5 mg),必要时重复给药;儿童患者:6~12 岁:0.3 ml(0.3 mg)肌肉注射;6 岁以下:0.15 ml(0.15 mg)肌肉注射。

(5) 低血压:①单纯性低血压:抬高患者的双腿;氧气面罩吸氧(6~10 L/min);静脉补液:快速,普通生理盐水或林格氏乳酸盐;如果无效:肌肉注射 1:1 000 肾上腺素,0.5 ml(0.5 mg),必要时重复给药。儿童患者:6~12 岁:0.3 ml(0.3 mg)肌肉注射;6 岁以下:0.15 ml(0.15 mg)肌肉注射。②迷走神经反应(低血压和心动过缓):抬高患者的双腿;氧气面罩吸氧(6~10 L/min);静脉注射阿托品 0.6~1.0 mg,必要时于 3~5 min 后重复给药,成人总剂量可达 3 mg(0.04 mg/kg)。儿童患者静脉注射 0.02 mg/kg(每次最大剂量 0.6 mg),必要时重复给药,总量可达 2 mg;静脉内补液:快速,普通生理盐水或林格氏乳酸盐。

(6) 全身过敏样反应:求助复苏小组;必要时,气道吸引;出现低血压时抬高患者的双腿;氧气面罩吸氧(6~10 L/min);肌肉注射肾上腺素(1:1 000),成人 0.5 ml(0.5 mg),必要时重复给药。儿童患者:6~12 岁:0.3 ml(0.3 mg)肌肉注射;6 岁以下:0.15 ml(0.15 mg)肌肉注射;静脉补液(如:普通生理盐水,林格氏乳酸盐);H1 受体阻滞剂,如:苯海拉明 25~50 mg 静脉给药。

2. 迟发性不良反应:定义:对比剂注射后 1 h 至

1 周内出现的不良反应。对比剂给药后可出现各种迟发性症状(例如恶心、呕吐、头痛、骨骼肌肉疼痛、发热),但许多症状与对比剂应用无关,临床须注意鉴别。与其他药疹类似的皮肤反应是真正的迟发性不良反应,它们通常为轻度至中度,并且为自限性。迟发性不良反应处理措施:对症治疗,与其他药物引起的皮肤反应的治疗相似。

3. 晚迟发性不良反应:定义:通常在对比剂注射 1 周后出现的不良反应。晚迟发性不良反应类型:或可引起甲状腺功能亢进,偶见于未经治疗的 Graves 病或结节性甲状腺肿患者[年老和(或)缺碘者]。

七、使用碘对比剂禁忌证

(一)绝对禁忌证^[1,4,16]

甲状腺功能亢进未治愈患者不能使用含碘对比剂。

使用碘对比剂前,一定要明确患者是否有甲状腺功能亢进。甲状腺功能亢进正在治疗康复的患者,应咨询内分泌科医师是否可以使用含碘对比剂。如果内分泌科医师确认可以使用碘对比剂,建议使用能满足诊断需要的最小剂量,并且在使用碘对比剂后仍然需要密切观察患者的情况。注射含碘对比剂后 2 个月内应当避免甲状腺核素碘成像检查。

(二)应慎用碘对比剂的情况^[1,16]

1. 肺及心脏疾病:肺动脉高压;支气管哮喘;心力衰竭。

2. 妊娠和哺乳期妇女:孕妇可以使用含碘对比剂;妊娠期间母亲使用对比剂,胎儿出生后应注意其甲状腺功能。目前资料显示碘对比剂极少分泌到乳汁中,因此使用对比剂不影响哺乳。

3. 骨髓瘤和副球蛋白血症:此类患者使用碘对比剂后容易发生肾功能不全。

4. 高胱氨酸尿:碘对比剂可引发高胱氨酸尿患者血栓形成和栓塞。

建议:使用等渗碘对比剂或次高渗碘对比剂;避免大剂量或短期内重复使用碘对比剂;充分水化。

八、碘对比剂血管外使用

1. 使用途径:窦道或瘘管造影;其他体腔造影,如关节腔造影、子宫输卵管造影、间接淋巴管造影、胆道 T 管造影(T-tube)、逆行胰胆管造影(ERCP)、经皮肝脏穿刺胆道造影(PTC)、消化道口服造影等。

2. 禁忌证^[1]:既往对碘对比剂有严重过敏反应者;甲状腺功能亢进患者。

3. 不良反应及处理措施^[1]:碘对比剂血管外应

用可能被吸收,产生与血管内给药相同的不良反应。处理措施:轻微症状可以在数天内自动消失,可不予以处理;反应严重者,处理措施同血管内用药。

附

推荐《碘对比剂使用患者知情同意书》内容

1. 既往无使用碘剂发生不良反应的病史。

2. 无甲状腺功能亢进、严重肾功能不全、哮喘病史。

3. 使用碘对比剂,可能出现不同程度的不良反应:(1)轻度不良反应:咳嗽、喷嚏、一过性胸闷、结膜炎、鼻炎、恶心、全身发热、荨麻疹、瘙痒、血管神经性水肿等。(2)中度不良反应:严重呕吐、明显的荨麻疹、面部水肿、咳嗽、呼吸困难、血管迷走神经反应等。(3)重度不良反应:喉头水肿、惊厥、震颤、抽搐、意识丧失、休克等,甚至死亡或其他不可预测的不良反应。(4)迟发性不良反应:注射碘对比剂 1 h 至 1 周内也可能出现各种迟发性不良反应,如恶心、呕吐、头痛、骨骼肌肉疼痛、发热等。

4. 注射部位可能出现碘对比剂漏出,造成皮下组织肿胀、疼痛、麻木感,甚至溃烂、坏死等。

5. 使用高压注射器时,存在注射针头脱落、局部血管破裂的潜在危险。

6. 如果出现上述任何不良反应的症状,请及时与相关医师联系,联系电话。

7. 我已详细阅读以上告知内容,对医护人员的解释清楚和理解,经慎重考虑,同意做此项检查。

8. 签署人:患者或其监护人;如果是监护人:监护人与患者关系。谈话医护人员。

9. 签署时间。

备注:不符合上述内容包括条件,又需要使用碘对比剂者,建议签署“患者使用碘对比剂知情同意书”时,在上述内容基础上增加针对该患者具体情况的相关条款。

工作组成员:广东省人民医院 广东省医学科学院放射科(梁长虹);复旦大学华山医院放射科(冯晓源);中国医科大学附属盛京医院放射科(郭启勇、刘兆玉);中国医科大学附属第一医院放射科(徐克、任克、戴旭);北京医院放射科(周诚);中华放射学杂志编辑部(高宏);四川大学华西医院放射科(陈卫霞);南方医科大学南方医院放射科(许乙凯);海南省人民医院放射科(陈峰);广州市番禺中心医院放射科(陈汉威);东南大学中大医院放射科(邓刚);河北医科大学第二医院放射科(李彩英);大连医科大学第一医院放射科(刘爱连);解放军总医院肿瘤介入科(刘凤永);湖北省肿瘤医院放射科(刘玉林);中山大学第三医院放射科(孟晓

春);北京大学肿瘤医院暨北京市肿瘤防治研究所放射科(孙应实);新疆医科大学第二医院放射科(王红);上海同济大学同济医院放射科(王培军);贵州省人民医院放射科(王荣品);山东省医学影像学研究所放射科(徐卓东);北京协和医院放射科(薛华丹);福建医科大学附属协和医院放射科(薛蕴菁);西安交通大学第一医院放射科(杨健);中南大学第三医院放射科(叶斌);浙江大学第二医院放射科(余日胜);山西医科大学第二医院介入治疗科(于世平);北京朝阳医院放射科(翟仁友);山西医科大学附属第一医院放射科(张瑞平);内蒙古自治区医院放射科(张晓琴);第三军医大学大坪医院放射科(张伟国);郑州大学第一医院放射科(张勇);昆明医学院第一医院放射科(赵卫);中南大学湘雅二院放射科(周顺科);解放军第一〇五医院放射科(朱友志)

参 考 文 献

- [1] 中华医学会放射学分会 中国医师协会放射医师分会. 对比剂使用指南(第1版)[J]. 中华放射学杂志, 2008, 42:320-325.
- [2] Costa N. Understanding contrast media[J]. J Infus Nurs, 2004, 27:302-312.
- [3] Katayama H, Yamaguchi K, Kozuka T, et al. Adverse reactions to ionic and nonionic contrast media. A report from the Japanese Committee on the Safety of Contrast Media[J]. Radiology, 1990, 175:621-628.
- [4] van der Molen AJ, Thomsen HS, Morcos SK, et al. Effect of iodinated contrast media on thyroid function in adults[J]. Eur Radiol, 2004, 14:902-907.
- [5] Stacul F, van der Molen AJ, Reimer P, et al. Contrast induced nephropathy: updated ESUR Contrast Media Safety Committee guidelines[J]. Eur Radiol, 2011, 21:2527-2541.
- [6] Sudarsky D, Nikolsky E. Contrast-induced nephropathy in interventional cardiology[J]. Int J Nephrol Renovasc Dis, 2011, 4:85-99.
- [7] McCullough P. Outcomes of contrast-induced nephropathy: experience in patients undergoing cardiovascular intervention[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2006, 67:335-343.
- [8] Al-Ghonaim M, Pannu N. Prevention and treatment of contrast-induced nephropathy[J]. Tech Vasc Interv Radiol, 2006, 9:42-49.
- [9] Pannu N, Wiebe N, Tonelli M, et al. Prophylaxis strategies for contrast-induced nephropathy[J]. JAMA, 2006, 295:2765-2779.
- [10] Merten GJ, Burgess WP, Gray LV, et al. Prevention of contrast-induced nephropathy with sodium bicarbonate: a randomized controlled trial[J]. JAMA, 2004, 291:2328-2334.
- [11] Toprak O. Conflicting and new risk factors for contrast induced nephropathy[J]. J Urol, 2007, 178:2277-2283.
- [12] Toprak O, Cirit M. Risk factors and therapy strategies for contrast-induced nephropathy[J]. Ren Fail, 2006, 28:365-381.
- [13] Namasivayam S, Kalra MK, Torres WE, et al. Adverse reactions to intravenous iodinated contrast media: a primer for radiologists[J]. Emerg Radiol, 2006, 12:210-215.
- [14] Solomon R. The role of osmolality in the incidence of contrast-induced nephropathy: a systematic review of angiographic contrast media in high risk patients[J]. Kidney Int, 2005, 68:2256-2263.
- [15] Thomsen HS, Morcos SK. Contrast-medium-induced nephropathy: is there a new consensus? A review of published guidelines[J]. Eur Radiol, 2006, 16:1835-1840.
- [16] Thomsen HS. European Society of Urogenital Radiology (ESUR) guidelines on the safe use of iodinated contrast media[J]. Eur J Radiol, 2006, 60:307-313.
- [17] Morcos SK, Thomsen HS, Webb JA, et al. Dialysis and contrast media[J]. Eur Radiol, 2002, 12:3026-3030.
- [18] Dawson P. Contrast agents in patients on dialysis[J]. Semin Dial, 2002, 15:232-236.
- [19] Vogt B, Ferrari P, Schonholzer C, et al. Prophylactic hemodialysis after radiocontrast media in patients with renal insufficiency is potentially harmful[J]. Am J Med, 2001, 111:692-698.
- [20] Pafrey PS, Griffiths SM, Barrett BJ, et al. Contrast material-induced renal failure in patients with diabetes mellitus, renal insufficiency, or both. A prospective controlled study[J]. N Engl J Med, 1989, 320:143-149.
- [21] Nikolsky E, Mehran R, Turcot D, et al. Impact of chronic kidney disease on prognosis of patients with diabetes mellitus treated with percutaneous coronary intervention[J]. Am J Cardiol, 2004, 94:300-305.
- [22] 张保翠, 张玉东, 赵凯, 等. 静脉注射碘对比剂对不同人群肾功能的影响[J]. 中华放射学杂志, 2013, 47:335-339.
- [23] Morcos SK, Thomsen HS, Webb JA. Contrast-media-induced nephrotoxicity: a consensus report. Contrast Media Safety Committee, European Society of Urogenital Radiology (ESUR)[J]. Eur Radiol, 1999, 9:1602-1613.
- [24] Rihal CS, Textor SC, Grill DE, et al. Incidence and prognostic importance of acute renal failure after percutaneous coronary intervention[J]. Circulation, 2002, 105:2259-2264.
- [25] Solomon RJ, Natarajan MK, Doucet S, et al. Cardiac Angiography in Renally Impaired Patients (CARE) study: a randomized double-blind trial of contrast-induced nephropathy in patients with chronic kidney disease[J]. Circulation, 2007, 115:3189-3196.
- [26] Hizoh I, Haller C. Radiocontrast-induced renal tubular cell apoptosis: hypertonic versus oxidative stress[J]. Invest Radiol, 2002, 37:428-434.
- [27] Liss P, Nygren A, Olsson U, et al. Effects of contrast media and mannitol on renal medullary blood flow and red cell aggregation in the rat kidney[J]. Kidney Int, 1996, 49:1268-1275.
- [28] Nygren A, Ulfendahl HR. Effects of high- and low-osmolar contrast media on renal plasma flow and glomerular filtration rate in euvoletic and dehydrated rats. A comparison between ioxithalamate, iopamidol, iohexol and ioxaglate[J]. Acta Radiol, 1989, 30:383-389.
- [29] Sendeski M, Patzak A, Persson PB. Constriction of the vasa recta, the vessels supplying the area at risk for acute kidney injury, by four different iodinated contrast media, evaluating ionic, nonionic, monomeric and dimeric agents[J]. Invest Radiol, 2010, 45:453-457.
- [30] Liss P, Nygren A, Hansell P. Hypoperfusion in the renal outer medulla after injection of contrast media in rats[J]. Acta Radiol, 1999, 40:521-527.
- [31] Seeliger E, Flemming B, Wronski T, et al. Viscosity of contrast media perturbs renal hemodynamics[J]. J Am Soc Nephrol, 2007, 18:2912-2920.
- [32] Persson PB, Tepel M. Contrast medium-induced nephropathy: the pathophysiology[J]. Kidney Int Suppl, 2006, 100:S8-S10.
- [33] Ma YC, Zuo L, Chen JH, et al. Modified glomerular filtration rate estimating equation for Chinese patients with chronic kidney disease[J]. J Am Soc Nephrol, 2006, 17:2937-2944.
- [34] McCullough PA, Wolyn R, Rocher LL, et al. Acute renal failure after coronary intervention: incidence, risk factors, and relationship to mortality[J]. Am J Med, 1997, 103:368-375.
- [35] Nozue T, Michishita I, Iwaki T, et al. Contrast medium volume to estimated glomerular filtration rate ratio as a predictor of contrast-

- induced nephropathy developing after elective percutaneous coronary intervention[J]. J Cardiol, 2009,54:214-220.
- [36] Rihal CS, Textor SC, Grill DE, et al. Incidence and prognostic importance of acute renal failure after percutaneous coronary intervention[J]. Circulation, 2002,105:2259-2264.
- [37] Freeman RV, O'Donnell M, Share D, et al. Nephropathy requiring dialysis after percutaneous coronary intervention and the critical role of an adjusted contrast dose[J]. Am J Cardiol, 2002, 90:1068-1073.
- [38] Gruberg L, Mintz GS, Mehran R, et al. The prognostic implications of further renal function deterioration within 48 h of interventional coronary procedures in patients with pre-existent chronic renal insufficiency[J]. J Am Coll Cardiol, 2000,36:1542-1548.
- [39] Uddin MA, Rabbani MA, Jafari FH, et al. Contrast nephropathy in high-risk patients undergoing coronary angiography and intervention[J]. J Coll Physicians Surg Pak, 2005,15:791-794.
- [40] Mehran R, Aymong ED, Nikolsky E, et al. A simple risk score for prediction of contrast-induced nephropathy after percutaneous coronary intervention: development and initial validation[J]. J Am Coll Cardiol, 2004,44:1393-1399.
- [41] Lautin EM, Freeman NJ, Schoenfeld AH, et al. Radiocontrast-associated renal dysfunction: incidence and risk factors[J]. AJR Am J Roentgenol, 1991,157:49-58.
- [42] Bartholomew BA, Harjai KJ, Dukkupati S, et al. Impact of nephropathy after percutaneous coronary intervention and a method for risk stratification[J]. Am J Cardiol, 2004,93:1515-1519.
- [43] Taliercio CP, Vlietstra RE, Ilstrup DM, et al. A randomized comparison of the nephrotoxicity of iopamidol and diatrizoate in high risk patients undergoing cardiac angiography[J]. J Am Coll Cardiol, 1991,17:384-390.
- [44] Davidson C, Stacul F, McCullough PA, et al. Contrast medium use[J]. Am J Cardiol, 2006,98:42K-58K.
- [45] Sharma SK, Kini A. Effect of nonionic radiocontrast agents on the occurrence of contrast-induced nephropathy in patients with mild-moderate chronic renal insufficiency: pooled analysis of the randomized trials[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2005,65:386-393.
- [46] Mehran R, Nikolsky E, Kirtane AJ, et al. Ionic low-osmolar versus nonionic iso-osmolar contrast media to obviate worsening nephropathy after angioplasty in chronic renal failure patients: the ICON (Ionic versus non-ionic Contrast to Obviate worsening Nephropathy after angioplasty in chronic renal failure patients) study[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2009,2:415-421.
- [47] Jost G, Lengsfeld P, Lenhard DC, et al. Viscosity of iodinated contrast agents during renal excretion[J]. Eur J Radiol, 2011, 80:373-377.
- [48] Hazirolan T, Turkbey B, Akpınar E, et al. The impact of warmed intravenous contrast material on the bolus geometry of coronary CT angiography applications[J]. Korean J Radiol, 2009, 10:150-155.
- [49] 李佳欣,任喜君,李学奇. 碘对比剂黏度对微循环的影响[J]. 中华放射学杂志, 2012, 46:669-670.
- [50] Cigarroa RG, Lange RA, Williams RH, et al. Dosing of contrast material to prevent contrast nephropathy in patients with renal disease[J]. Am J Med, 1989,86:649-652.
- [51] Rao QA, Newhouse JH. Risk of nephropathy after intravenous administration of contrast material: a critical literature analysis [J]. Radiology, 2006,239:392-397.
- [52] Morcos SK. Prevention of contrast media nephrotoxicity-the story so far[J]. Clin Radiol, 2004, 59:381-389.
- [53] Juergens CP, Winter JP, Nguyen-Do P, et al. Nephrotoxic effects of iodoxanol and iopromide in patients with abnormal renal function receiving N-acetylcysteine and hydration before coronary angiography and intervention: a randomized trial[J]. Intern Med J, 2009,39:25-31.
- [54] Wróbel W, Sinkiewicz W, Gordon M, et al. Oral versus intravenous hydration and renal function in diabetic patients undergoing percutaneous coronary interventions [J]. Kardiol Pol, 2010, 68: 1015-1020.
- [55] Krasuski RA, Beard BM, Geoghagan JD, et al. Optimal timing of hydration to erase contrast-associated nephropathy: the OTHER CAN study[J]. J Invasive Cardiol, 2003,15:699-702.
- [56] Bader BD, Berger ED, Heede MB, et al. What is the best hydration regimen to prevent contrast media-induced nephrotoxicity? [J]. Clin Nephrol, 2004,62:1-7.
- [57] Marenzi G, Marana I, Lauri G, et al. The prevention of radiocontrast-agent-induced nephropathy by hemofiltration[J]. N Engl J Med, 2003,349:1333-1340.
- [58] Marenzi G, Lauri G, Campodonico J, et al. Comparison of two hemo-filtration protocols for prevention of contrast-induced nephropathy in high-risk patients[J]. Am J Med, 2006,119:155-162.
- [59] Guierrez NV, Diaz A, Timmis GC, et al. Determinants of serum creatinine trajectory in acute contrast nephropathy[J]. J Interv Cardiol, 2002,15:349-354.
- [60] Singh J, Daftary A. Iodinated contrast media and their adverse reactions[J]. J Nucl Med Technol, 2008,36:69-74.

(收稿日期:2014-09-11)

(本文编辑:刘雪松)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

本刊“临床医学影像”栏目征稿

医学影像学检查是临床常用的诊断手段。影像学改变是病理改变的反映,但不同的病理改变往往有相似的影像学表现,这给诊断带来很大困难。为了促进临床影像诊断经验的交流和诊断、鉴别诊断水平的提高,中华医学杂志自2001年第1期开辟“临床医学影像”栏目,为特殊的、少见的、但具有临床启发意义的影像学表现提供一个展示园地,使局部的、个人的经验尽快地为广大临床医师借鉴,为临床医学影像诊断积累宝贵的第一手资料。本栏目是一个以图

片展示为主的栏目,要求提供高质量的影像图片,图片必须清晰、对比度好、病变特征显示明确。每篇文章可提供2~4幅不同影像技术的图片,如X线、CT、磁共振成像、超声、核素显像或病理图片等。文字部分则宜简练,描述患者的简要病史,主要影像学表现,经病理或临床科学手段确定的最后诊断结果,不进行讨论,不引用参考文献,字数在400字以内。欢迎踊跃投稿。