

• 专稿 •

# 肿瘤患者 CT 增强扫描安全管理专家共识

中国抗癌协会肿瘤影像专业委员会

夏黎明

共识专家组成员(按姓名字母先后顺序排列):董江宁(安徽省肿瘤医院),丁莹莹(云南省肿瘤医院),罗娅红(辽宁省肿瘤医院),刘玉林(湖北省肿瘤医院),彭卫军(复旦大学附属肿瘤医院),苏丹柯(广西医科大学附属肿瘤医院),时高峰(河北省肿瘤医院),邵国良(浙江省肿瘤医院),沈文荣(江苏省肿瘤医院),孙应实(北京大学肿瘤医院),谢传森(中山大学附属肿瘤医院),夏黎明(华中科技大学同济医学院附属同济医院),于小平(湖南省肿瘤医院),杨晓棠(山西省肿瘤医院),叶兆祥(天津医科大学附属肿瘤医院),周纯武(中国医学科学院附属肿瘤医院),张惠茅(吉林大学第一医院),张强(包头市肿瘤医院),赵心明(中国医学科学院附属肿瘤医院)

**【关键词】** 对比剂; 肿瘤; 体层摄影术,X 线计算机; 安全管理

**【中图分类号】** R981.1; R739.9; R814.42; R136 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2017)06-0550-06

DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2017.06.001

## 肿瘤诊治现状及挑战

据全国肿瘤登记中心统计数据显示 2015 年约 429.2 万新发肿瘤病例和 281.4 万肿瘤死亡病例。肿瘤患者的身体状况差,常合并其他疾病,长期接受放化疗,多次进行 CT 增强扫描的叠加效应而导致辐射风险,因而对比剂诱导的过敏反应、急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)等其他不良事件风险倍增。

肿瘤本身在发生发展过程中可直接或间接侵袭肾脏、释放肾毒性物质及引起内环境的紊乱而导致肾损伤。而化疗、免疫治疗及放疗常导致骨髓抑制、免疫功能缺陷或下降等不良反应,也可能会加重肾功能的损害。大多数抗肿瘤药物具有肾毒性、且经肾脏排泄,引起肾功能不同程度的损害。放疗后则可能发生肾脏间质和血管的损害<sup>[1,2]</sup>。丹麦一项调查研究发现肿瘤患者 1 年和 5 年 AKI 发生率分别为 17.5% 和 27.0%<sup>[3]</sup>。

## 肿瘤患者 CT 增强的临床价值与安全风险

### 1. 肿瘤 CT 增强扫描的临床价值

CT 增强扫描常应用于肿瘤的诊断和分期、治疗反应评估、随访复查等,对肿瘤的合理诊疗有着不可或缺的重要意义<sup>[4-7]</sup>。CT 增强扫描不仅可提高对小病灶和等密度病灶的检出率,而且可提高良恶性肿瘤性病变的定性诊断能力。

**肿瘤治疗方案的选择:**对于已确诊肿瘤,CT 增强扫描的目的在于提高肿瘤分期的准确性,或判断肿瘤手术切除的可行性。同时,CT 增强还可以用于放疗

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:夏黎明(1961—),男,湖北监利人,科主任,博导,《放射学实践》杂志编辑部主任、常务副主任,国际磁共振副主任委员,国际心血管磁共振学会中国委员会委员。

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

靶区勾画、评估介入手术的可行性等。

**肿瘤治疗反应的监测:**随着肿瘤治疗方案多样化,基于传统形态学变化标准的评估策略已不能满足当前临床需求,动态增强 CT 扫描所获得的功能参数可反映肿瘤的血流动力学特点,能够敏感、客观地监测放疗、化疗及靶向治疗的反应。同时,CT 增强还可以监测其他治疗的疗效,如射频、微波消融及中医药治疗等,对调整治疗方案,患者风险/预后评估至关重要。

**随访、复查:**肿瘤患者常需要多个周期的放化疗,在放化疗周期之间及治疗结束后往往需要多次影像学随访检查,而且往往是大范围的检查,胸腹部联合 CT 增强扫描是常用的检查方法。

### 2. CT 增强扫描的安全风险

**CT 引起的 X 线辐射风险:**CT 引起的 X 线辐射对健康影响主要为随机效应和非随机效应(确定性效应)。随机效应随辐射剂量增加而增加,如辐射致癌。非随机效应是指辐射剂量低于某一阈值时引起的生物学损害的发生概率为零,但高于某一阈值时,其发生概率及严重程度随剂量增加而增加,常见白内障、皮肤烧伤、红疹、脱发等,甚至死亡<sup>[8]</sup>。

**高风险人群:**相同辐射剂量水平下,体型较小的、年轻患者、儿童患者及女性患者风险更高<sup>[9]</sup>。由于肿瘤患者通常需要连续接受 CT 增强检查,因此带来辐射剂量累积,可能会增加辐射风险。

### 3. 碘对比剂暴露风险

**对比剂诱导的急性肾损伤(CI-AKI):**对比剂诱导的急性肾损伤(contrast-induced acute kidney injury, CI-AKI)又称对比剂肾病(contrast-Induced Nephropathy, 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 天内血清肌酐(SCr)升高 ≥ 0.5mg/dl(44μmol/L) 或超过基础值 25%<sup>[10,11]</sup>。

CI-AKI 在一般人群中发生率较低,为 0.6%~2.3%<sup>[9]</sup>。而肿瘤患者常同时接受对比剂和化疗等,由于两者具有导致肾脏损伤的相似机制,包括氧化应激、炎症、缺血等,因此对比剂的不恰当使用将进一步加剧肾脏损伤<sup>[12,13]</sup>。肿瘤患者的 AKI 发生风险高,严重影响预后,增加治疗费用。美国安德森癌症中心对 3558 例肿瘤住院患者进行横断面调查研究发现其中 12% 的患者入院后出现 AKI(定义为住院期间 SCr 上升≥50%),55% 的 AKI 发生在住院 48h 之后;与无 AKI 的患者相比,合并 AKI 的肿瘤患者住院时长显著增加,从 5d 延长至 10d( $P<0.001$ ),死亡率显著增加,从 2.7% 增加至 15.9%( $P<0.001$ ),住院费用增加 1 倍以上( $P<0.001$ )<sup>[14]</sup>。

CI-AKI 发生机制目前仍未被完全阐明,可能涉及多个可能机制的相互作用,对比剂的化学性质如细胞毒性、渗透压及黏度等起着重要影响作用,可以确定的是对比剂的渗透负荷是导致肾损伤发生的重要因素<sup>[14]</sup>。

安德森癌症中心的研究结果发现肿瘤患者 AKI 的高危因素为糖尿病比值比(odd ratio, OR)1.89、95% 可信区间(confidence interval, CI)1.51~2.36,化疗(OR 1.61、95% CI 1.26~2.05),低钠血症(OR 1.97, 95% CI 1.57~2.47),抗生素使用(OR 1.52, 95% CI 1.15~2.02)及转入 ICU(OR 2.34, 95% CI 1.66~3.31),静脉使用对比剂(OR 4.55, 95% CI 3.51~5.89), $P$  值均 $<0.01$ 。美国肾脏病学会肿瘤-肾脏病学教程指出慢性肾脏病、化疗等为 AKI 的肿瘤特异性危险因素(表 1)<sup>[3]</sup>。

对比剂的过敏样反应:血管内给予碘对比剂可能会发生严重的过敏样反应。既往研究对 30 多万人次的对比剂使用结果调查发现,对比剂过敏样反应发生率离子型为 12.66%,非离子型为 3.13%<sup>[15]</sup>。由于抗

表 1 AKI 的肿瘤特异性危险因素

|                |
|----------------|
| 年龄≥65岁         |
| 充血性心衰(化疗等导致)   |
| CKD(慢性肾脏病)     |
| 低血容量(化疗等导致)    |
| 肿瘤远处转移         |
| 多发性骨髓瘤         |
| 肝癌             |
| 肾细胞癌切除术        |
| 急性淋巴瘤或白血病新辅助化疗 |

肿瘤药物常引发超敏反应,可能进一步加剧肿瘤患者过敏样反应的严重程度。急性过敏反应轻者可能只表现为局限性的荨麻疹、瘙痒,重者可能会出现弥漫性面部和喉头水肿、支气管痉挛和呼吸困难,发生过敏性休克甚或呼吸心脏骤停,如不经适当处置,可导致永久性

疾病,甚或死亡<sup>[14]</sup>。

碘对比剂过敏样反应属于对比剂注射后 1h 之内出现的急性不良反应,明确的发病机制尚不清楚,部分证据表明少数(约 4%)过敏反应的发生符合 IgE 抗体介导的 I 型速发型变态反应,因此目前认为是多因素参与的复合机制,包括直接诱导细胞释放介质、抗原抗体反应、酶诱导、激活补体系统、激活激肽系统和纤溶酶原系统等<sup>[16,17]</sup>。

对比剂诱导的肝损伤:因许多抗肿瘤药在肝脏代谢,当肝脏功能受到损害时,对药物的代谢能力降低,药物容易在体内蓄积,毒性不良反应增加。一项国内小样本研究显示,静脉内使用碘海醇可引起肿瘤患者肝功能损害,发病率可达 9.4%,提示对比剂对肝功能有损害作用,临床应予以关注<sup>[18]</sup>。

对比剂对心血管、神经系统的影响:对比剂除了引起肾损伤、肝损伤及过敏样反应外,还可以累及的器官或系统还包括心血管系统及神经系统。对心血管系统的影响包括对循环血容量的影响、心律失常、心肌收缩功能抑制、低血压以致休克等<sup>[19]</sup>。神经毒性导致癫痫、脑水肿、意识模糊及精神障碍等。研究表明有脑转移瘤的患者行 CT 增强扫描时癫痫的发生率为 6%~19%<sup>[20]</sup>。肿瘤患者常合并肾功能不全,导致对比剂排泄障碍,使不良反应发生率及严重程度增加,更易出现重度不良反应。

### 肿瘤患者 CT 增强管理与扫描方案优化

#### 1. 扫描前综合评估(辐射剂量及对比剂风险)

适应证和禁忌证评估:临床工作中应严格掌握增强适应证,避免不必要的检查。甲状腺功能亢进尚未治愈为使用碘对比剂的禁忌证。既往有对碘对比剂严重(过敏)不良反应者并非禁忌证,但是要做到以下几点:①对已知发生过过敏反应患者如需再次作增强检查,应强调汇报,领导同意,如科主任同意等;②加强沟通,取得患者及家属理解、支持;③针对以往碘对比剂轻度反应患者,发生过中或重度不良反应者尽量不再做 CT 增强;④建议临床医师在场陪同检查,如再次发生碘对比剂不良反应,便于及时抢救;⑤在该类患者检查过程中,随时做好抢救前的准备工作;⑥强调做好各种记录以备查。对于肾功能不全患者应充分评估获益和风险,慎用碘对比剂<sup>[21]</sup>。

患者全身状况评估:控制 CT 增强扫描的安全风险,取决于对危险因素的综合评估,对高危人群做好排查。在 CT 增强检查前应注意收集患者的危险因素,对其进行危险分层,评估其获益和风险,包括①辐射风险的评估:患者的体型、年龄及性别等;②患者身体状况:病情、并发症、肝肾功能、循环功能(心功能及心率)

等;③药物使用情况:放疗、化疗,对比剂过敏史,抗生素使用情况等;④另外还要考虑设备因素:如扫描时间、延迟时间、多期相等。

**特异性评估:**应重视搜集肿瘤患者的 AKI 特异性危险因素,评估患者基础肾功能。肾功能评估方法通常为 Scr 和肾小球滤过率估测值(estimated glomerular filtration rate,eGFR)。Scr 敏感度不高,但特异度高。美国国家肾脏病基金会及加拿大放射科医师协会均建议采用 eGFR 作为肾功能评估的指标,并推荐使用简化的肾脏病的饮食改良(modification of diet in renal disease,MDRD)公式计算成人 eGFR。根据我国慢性肾脏患者群特征,我国肾脏病学者已将该公式调整改良。适合中国人群的改良 MDRD 公式:

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

建议根据患者 eGFR 水平,进行 CI-AKI 风险分层,采取不同的预防策略(表 2)<sup>[22,23]</sup>。

表 2 CI-AKI 风险分层及处理建议

| eGFR        | CI-AKI 风险 | 处理建议                   |
|-------------|-----------|------------------------|
| ≥60mL/min   | 低危        | 充分水化,限制对比剂用量           |
| 30~59mL/min | 中危        | 充分水化,限制对比剂用量,暂停使用肾毒性药物 |
| <30mL/min   | 高危        | 全面预防,其他预防措施同中危患者       |

**对比剂的选择与使用原则:**使用对比剂前,应履行告知义务,与患者或其监护人充分沟通对比剂使用的风险,并签署知情同意书。CI-AKI 的发生和对比剂的用量相关,因此应尽量减少对比剂用量和频度。对于高危患者优选等渗或次高渗对比剂。欧洲泌尿生殖放射学会(european society of urogenital radiology,ESUR)对比剂应用指南建议,对于具有危险因素的患者使用等渗或次高渗对比剂,使用与诊断结果相符的最低剂量的对比剂<sup>[13]</sup>。改善全球肾脏病预后组织(kidney disease:improving global outcomes,KDIGO)急性肾损伤临床实践指南建议高危患者选择等渗或次高渗碘对比剂,而不应使用高渗碘对比剂。美国肾脏病学会肿瘤肾脏病学教程建议对于 GFR < 60mL/min 的患者应采取预防措施,包括限制对比剂的用量,使用等渗对比剂<sup>[3]</sup>。

**对比剂预处理:**对比剂的存放条件必须符合产品说明书的要求,使用前建议加热至 37℃。以降低黏度,便于推注,并可提高患者耐受度<sup>[22]</sup>。

**水化(扩容):**动物实验及临床研究均证实,水化是降低 CI-AKI 发生风险的关键措施。水化增加肾血流量,减少肾血管收缩,减少对比剂在肾脏停留时间,可有效降低 CI-AKI 发生率<sup>[22]</sup>。目前尚无水化的统一方

案,尤其高危患者应充分水化或联合药物预防。ESUR 对比剂安全委员会推荐使用碳酸氢钠和等渗盐水进行水化。建议以 1.0~1.5mL/kg/h 静脉输注等渗盐水,对比剂使用前后均至少持续 6h;替代方案是用药前以 3.0mL/kg/h 静脉输注碳酸氢钠持续 1h,用药后改为 1.0mL/kg/h 持续 6h<sup>[24]</sup>。单用药物预防 CI-AKI 的有效性尚不确切。一项 Meta 分析评估 12 种不同干预方案(单独水化或联合其他药物),预防 CI-AKI 的疗效,结果发现水化联合药物可有效预防 CI-AKI,其中联合高剂量他汀类药物可能是优选方案<sup>[25]</sup>。

**过敏反应预防:**原则上不推荐进行碘过敏试验,因为没有预测价值,并且过敏试验也有可能导致严重过敏反应。在满足成像/诊断的前提下,应使用最小剂量的对比剂。应详细询问患者的病史及过敏史,尤其是对于过敏体质、有药物过敏史、严重肝肾功能不全等高危患者可考虑预防用药,也可以尝试换用不同成分的非离子型碘对比剂或者其他替代检查。检查室内应常备有急救设备与急救药品,医护人员应熟知如何治疗和抢救患者,必要时启动应急预案,迅速求助相关科室<sup>[14,26]</sup>。

## 2. CT 检查扫描方案及对比剂应用

**确定扫描范围,投照体位的选择:**根据患者的病情及扫描靶器官,确定扫描的范围,在保证图像质量的前提下尽量采取合适的投照体位。

**扫描模式的合理选择**包括合理选择管电压。管电压决定了 X 线的质,降低管电压可有效降低辐射剂量,但带来影像噪声增加,需选择合适的管电压来降低辐射剂量并维持图像质量。建议对体重≤70kg 或体重指数(body mass index,BMI)≤25kg/m<sup>2</sup> 的患者选择 80kV 电压,对 70kg < 体重≤90kg 或 25 < BMI≤30kg/m<sup>2</sup> 的患者选择 100kV 管电压,对过度肥胖患者选用 120kV 管电压<sup>[27]</sup>。结合使用迭代重建算法以改善图像质量<sup>[9]</sup>。

**合理选择管电流:**管电流决定 X 线的量,降低管电流可降低辐射剂量。对于 CT 扫描仪默认的管电流值,应根据患者体型及临床指征进行个性化调整,在图像噪声可接受的前提下尽量做到最低<sup>[9]</sup>。

**合理选择螺距:**螺距决定螺旋采集数据的重叠程度,适当增加螺距可减少扫描时间,在较短的对比剂峰值持续时间内完成数据采集,从而明显降低辐射剂量,并可减少对比剂的用量<sup>[9,28]</sup>。

**对比剂的应用:**应避免短时间内大量、快速和连续推注对比剂。ESUR 对比剂安全委员会认为静脉应用对比剂可显著降低 CI-AKI 风险,对于动脉应用对比剂存在 CI-AKI 风险的患者,静脉给药可降低 CI-AKI

风险。CI-AKI 的发生与对比剂的剂量相关。所有患者都应避免过量使用对比剂。建议对比剂剂量(以碘含量 g 计算)数值上与其 eGFR(mL/min)相当,或对比剂剂量/肌酐清除率<3.7。没有绝对安全的对比剂剂量,对于高危患者即使极少量的对比剂也可能引起 CI-AKI。一般情况下成人(0.8~1.5)mL/kg 体重,小儿(0.8~1.0)mL/kg 体重,或者遵循产品说明书中推荐的使用剂量<sup>[29]</sup>。

**图像处理:**图像噪声与重建层厚的平方根呈反比。增加层厚可降低图像噪声。在满足诊断要求的前提下,可采用低辐射剂量 CT 扫描方案并使用较厚的重建层厚以降低辐射剂量。迭代重建算法能显著提高重建图像的密度分辨力和空间分辨力,有效降低图像的噪声和低剂量伪影,并通过频率噪声谱等技术保持图像的信息结构,保证重建图像的可靠度和可信性<sup>[9]</sup>。

### 3. 检查后的护理与不良反应处理

**留观:**碘对比剂导致的患者不同程度的不良反应常发生于对比剂注射 1h 内,常见的急性不良反应包括

恶心、呕吐、荨麻疹、支气管痉挛、喉头水肿、低血压等<sup>[30]</sup>。90%的严重和致死性不良反应发生在注射碘对比剂后的 20min 内<sup>[31]</sup>。因此,接受对比剂后最初 30min 内的观察和监控非常重要。只要患者有不适主诉,就应严密监视,尤其是对生命体征,直至症状减轻或症状消失。另外,根据多中心的经验,我们认为 CT 增强宜使用静脉留置针,患者完成 CT 检查后不立即拔除留置针,而是带针留观 30min,如无不良反应,再拔针。一旦发生不良反应时,可确保有静脉通道可用。同时,也有助于保证患者留观时间达到要求。

**监测肾功能及随访:**血管内途径应用对比剂后 24~48h Scr 值会升高,一般 3d 内达峰值,因此对不同危险分层的患者要进行个体化的监测和随访。CT 增强扫描后 3d 需每天监测 Scr 并计算 eGFR,尤其对于 eGFR<60mL/(min · 1.73m<sup>2</sup>)的患者<sup>[22,23]</sup>。

注意观察和预防对比剂的迟发不良反应。对比剂迟发型过敏样不良反应的发生率 0.5%~14%。主要表现为皮肤反应,多见于青年和妇女以及有过敏史的

表 3 碘对比剂过敏反应的程度和临床表现以及处理方案

| 碘过敏反应的程度 | 临床表现   | 处理方案   |
|----------|--|--|
| 轻度反应     | 面部潮红、眼及鼻分泌物增加、打喷嚏、恶心、头痛、头晕、皮肤瘙痒、发热与搔痒、结膜充血、少 数红疹、咳嗽、恶心、轻度呕吐、轻度荨麻疹等   | <ul style="list-style-type: none"> <li>停止注射,让患者安静休息,吸新鲜空气,做好安慰及解释工作,让患者松弛,深呼吸,观察反应发展的动态</li> <li>一般不需用药,症状可自行缓解</li> <li>如需处理可静脉推注地塞米松 10mg</li> <li>大量饮水,服抗组织胺药,或静脉注地塞米松 10mg,非那根 25mg 肌注,或苯海拉明 25mg</li> <li>严密观察 30min 后方可让患者离去</li> <li>应立即停止注射对比剂</li> <li>吸氧,保持呼吸道通畅,鼻导管给氧或面罩给氧</li> <li>抗过敏药,如非那根 25mg 肌注,地塞米松 5~10mg 静滴</li> <li>对无高血压、心脏病、甲亢患者,用肾上腺素 0.25~0.50mg 皮下或肌内注射,危急时可稀释后缓慢静脉注射,地塞米松 10mg 静脉注射,可反复给药</li> <li>当血压下降合并心动过缓(血管迷走神经反应)时,快速滴注血浆代用品 500~1000mL,阿托品 0.5~3.0mg,静脉注射;异丙肾上腺素 0.25~0.50mg,缓慢静脉注射</li> <li>出现呼吸困难,痉挛性咳嗽可用茶碱 0.25g 静脉注射(0.25~0.50g/次,以 50% 葡萄糖溶液 20~40mL 稀释后缓慢静注,不得少于 5min 注完);糖皮质激素 250~500mg 泼尼松龙,静脉注射,5~10min 后起效</li> <li>必要时可静脉给予安定 10mg 以镇静</li> <li>喉头水肿者用地塞米松 5mg,加肾上腺素 1mg 作喉头喷雾</li> <li>呼吸抑制时,给呼吸中枢兴奋剂,如尼克刹米(0.25~0.50g/次,皮下或肌内间歇静注)</li> <li>通知有关科室医师,就地急救处理</li> <li>出现休克(心动过缓、血压骤降)时,立即取半坐位面罩吸氧</li> <li>建立静脉通道,快速滴注血浆代用品或林格氏液 1500~2000mL</li> <li>肾上腺素 0.25~1.0mg 静脉注射,每隔 10~15min 检查心功能,用药剂量依治疗效果而定,最大剂量为 1mg</li> <li>静脉注射地塞米松 5~10mg 或者氢化可的松 200~400mg 加入 5% 葡萄糖 500mL 静滴。多巴胺 200mg 加入 250mL 溶液,15~30 滴/min,静脉滴注,剂量视效果而定</li> <li>支气管痉挛、喘鸣、哮喘急性发作时患者置于座位,面罩吸氧,氨茶碱 0.25g 静脉注射,肾上腺素 0.1~0.3mg 静脉注射,必要时加量至 1mg,视需要给安定 10mg 静脉注射</li> <li>喉头水肿出现可行气管插管或大针头穿刺气管给氧,必要时将气管切开</li> <li>肺水肿可行气管插管,加压给氧,并静脉注射速尿 40mg,可给吗啡 10~15mg 静脉注射</li> <li>留院治疗</li> </ul> |
| 中度反应     | 中度呕吐、腹痛腹泻、结膜出血、面部水肿、广泛性荨麻疹、头痛、轻度喉头水肿和支气管痉挛等,血压也可呈暂时性下降   |  |
| 重度反应     | 血压下降、脉搏细速、意识模糊、知觉丧失、心脏骤停。呼吸衰竭:喉与支气管痉挛,呼吸困难,并发肺水肿则吐大量泡沫样或粉红色痰。过敏性休克:面色苍白、四肢青紫、发冷、呼吸困难、肌肉痉挛、血压下降、心跳停止、意识丧失、可有惊厥等 |  |

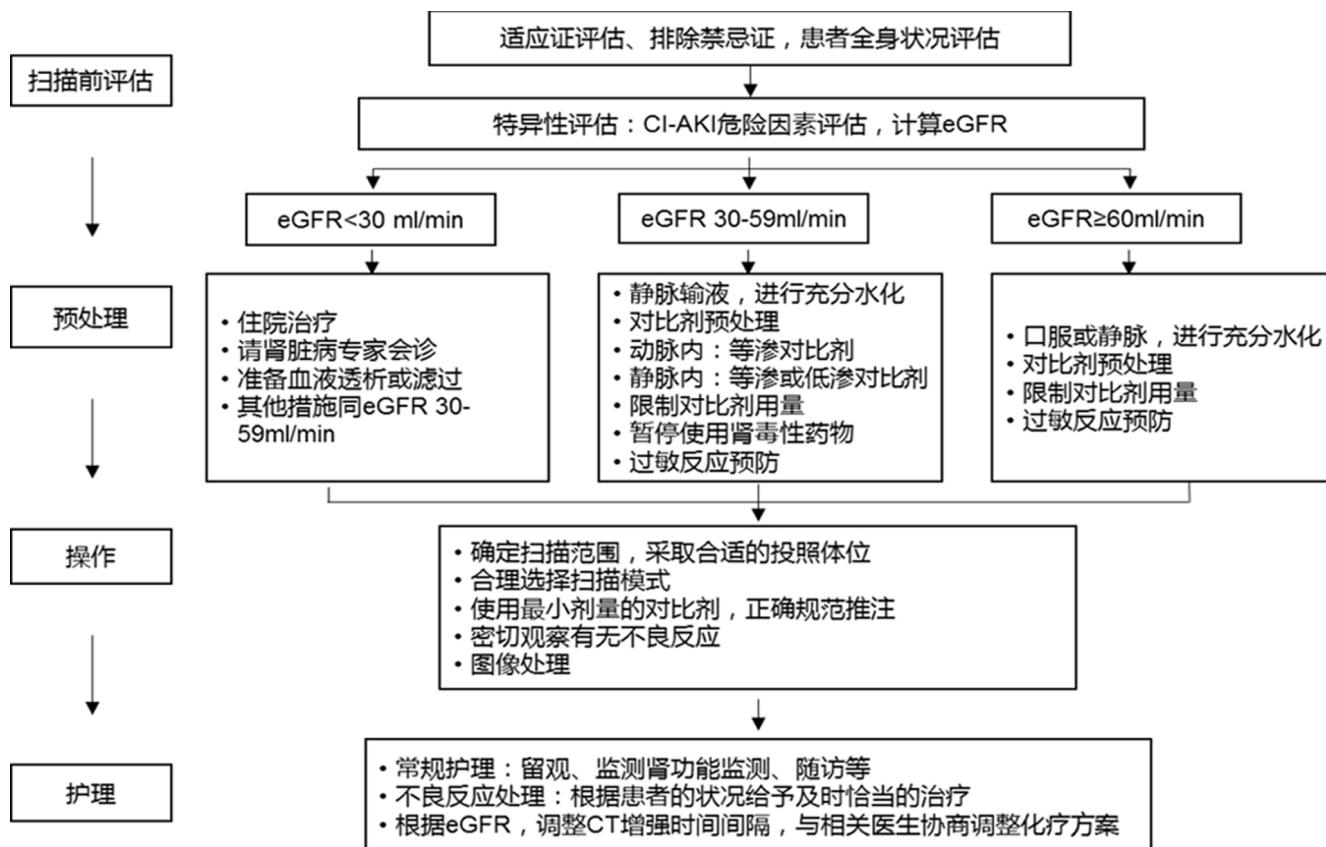


图 1 肿瘤患者 CT 增强简要处理流程

患者。多数不良反应为轻、中度，具有自限性，不需预防性用药，治疗主要为对症治疗<sup>[13,14]</sup>。

**不良反应处理：**发生不良反应应立即停止注射碘对比剂。轻度过敏反应通常无需药物治疗，需要进行严密观察。中度过敏反应需要对患者进行积极的对症药物治疗，直至这些反应完全消退，严密监测生命体征<sup>[14]</sup>。对于出现气管、支气管痉挛，喉头水肿或过敏性休克等症状者，应判断患者的意识和呼吸情况，给予抢救措施，关键在于维持气道的通畅和有效的血液循环<sup>[14]</sup>。同时应第一时间寻求急诊科、麻醉科、ICU 等相关科室的支援。详细的碘对比剂过敏反应的程度、临床表现和处理方案见表 3<sup>[32]</sup>。

对比剂使用后立即血液透析和血液滤过可以清除对比剂，但不能预防 CI-AKI 的发生，因此不推荐预防性血液透析。对于极高危患者（CKD5 期、ICU 患者）静脉使用对比剂时需进行血液滤过<sup>[24]</sup>。

**肝功能损害：**肝损害发生后，进行必要的药物治疗，加强支持治疗，密切监测肝功能指标等，并根据患者的全身状态、肝功能及合并用药情况对一些抗肿瘤药的剂量进行适当调整<sup>[33]</sup>。

**对比剂局部渗漏：**由于肿瘤多次化疗后，患者血管变细，脆性增加，即使降低注射压力，也难免会出现对比剂皮下渗漏的风险。渗漏发生时的应立即停止注射并抬高患肢，局部按压 5~6min，以能减少渗漏的发

生。对轻度渗漏不需处理，尽量给予心理安抚和 50% 硫酸镁湿冷敷处理；对于中重度渗漏，48h 以内给予 50% 硫酸镁湿冷敷，之后再用止痛消炎软膏外敷加热水袋热敷；对于重度渗漏者，内给予 50% 硫酸镁湿冷敷，并口服地塞米松 5mg/d<sup>[34]</sup>。

**肿瘤患者的特殊处理：**根据 eGFR 对抗肿瘤药物的剂量进行调整，高危患者在使用对比剂前是否停用肾毒性药物应与相关医生协商，权衡利弊后决定用药方案。

**调整 CT 增强扫描频次：**由于肿瘤患者需多周期化疗，多次 CT 增强检查，使 CI-AKI 风险倍增<sup>[35,36]</sup>。ESUR 对比剂安全委员会认为连续 CT 增强扫描理想的时间间隔为 2 周，这是 AKI 恢复的所需时间，如不能间隔 2 周，应在临床允许的情况下尽可能延长时间间隔<sup>[24]</sup>。

#### 4. 特殊人群对比剂使用策略

**肾功能不全、糖尿病是 CI-AKI 的显著危险因素**<sup>[17,22]</sup>。肿瘤患者在原有肾功能损害的基础上合并肾功能不全、合并糖尿病，进一步增加 CI-AKI 危险。这些患者更应注意风险评估，使用对比剂前须充分水化，严格控制对比剂用量。对肾功能中度受损的糖尿病患者，在对比剂使用前 48h 内停用双胍类降糖药物。密切监测肾功能，建议对慢性肾病和糖尿病肾病患者两次接触对比剂的时间间隔至少 >72h<sup>[22,24]</sup>。

本共识专家组系统回顾了 CI-AKI 的相关文献和相关指南,结合国内的临床实践经验共同制定了肿瘤患者 CT 增强简要处理流程(图 1)。

致谢:感谢通用电气药业(上海)有限公司对于达成本共识的学术研究工作给予的大力支持。

#### 参考文献:

- [1] 张威,袁伟杰. 肿瘤·肾脏病学:肾脏病学的新领域[J]. 肾脏病与透析移植杂志,2015,24(5):463-468.
- [2] Cohen EP,Krzesinski JM,Launay-Vacher V,et al. Onco-nephrology:core curriculum 2015[J]. American Journal of Kidney Diseases the Official Journal of the National Kidney Foundation,2015,66(5):869-883.
- [3] Christiansen CF,Johansen MB,Langeberg WJ,et al. Incidence of acute kidney injury in cancer patients:a Danish population-based cohort study[J]. Eur J Intern Med,2011,22(4):399-406.
- [4] Ettinger DS,Akerley W,Borghaei H,et al. NCCN clinical practice guidelines in oncology;nonsmall cell lung cancer, V. 2. 2010[J]. J National Comprehensive Cancer Network Jnccn,2012,10(10):1236-1271.
- [5] 刘广军. 探讨 CT 增强扫描的目的、意义及方法[J]. 中国伤残医学,2013,21(4):437-438.
- [6] Qiao PG,Zhang HT,Zhou J,et al. Early evaluation of targeted therapy effectiveness in non-small cell lung cancer by dynamic contrast-enhanced CT[J]. Clin Transl Oncol,2016,18(1):47-57.
- [7] 杨凤娇,张艳,吴建伟. 双源 CT 低剂量技术对恶性肿瘤患者随访的价值[J]. 功能与分子医学影像学(电子版),2016,5(2):916-920.
- [8] 中华医学会放射学分会质量控制与安全管理专业委员会. 心血管 CT 成像辐射剂量优化中国专家共识[J]. 中华医学杂志,2016,96(7):510-516.
- [9] 陈韵岱,陈纪言,傅国胜,等. 碘对比剂血管造影应用相关不良反应中国专家共识[J]. 中国介入心脏病学杂志,2014,22(6):341-348.
- [10] 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]. 中华放射学杂志,2013,47(10):869-872.
- [11] Thomsen HS, Webb JAW. Appendix A: ESUR guidelines on contrast media Version 8. 1 [M]. Springer Berlin Heidelberg, 2014:257-274.
- [12] Azzalini L,Spagnoli V,Ly HQ. Contrast-induced nephropathy: from pathophysiology to preventive strategies[J]. Can J Cardiol, 2016,32(2):247-255.
- [13] Pabla N,Dong Z. Cisplatin nephrotoxicity: mechanisms and renoprotective strategies[J]. Kidney Int,2008,73(9):994-1007.
- [14] Salahudeen AK,Doshi SM,Pawar T,et al. Incidence rate,clinical correlates, and outcomes of AKI in patients admitted to a comprehensive cancer center[J]. Clin J Am Soc Nephrol,2013,8(3):347-354.
- [15] 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(3):621-628.
- [16] Idee JM,Pines E,Prigent P,et al. Allergy-like reactions to iodinated contrast agents. A critical analysis[J]. Fundam Clin Phar-
- macol,2005,19(3):263-281.
- [17] Worthley DL,Gillis D,Kette F,et al. Radiocontrast anaphylaxis with failure of premedication[J]. Intern Med J,2005,35(1):58-60.
- [18] 黄文福,马德亮,周和平. 对比剂对肝功能的影响[J]. 临床荟萃,2011(21):1882-1883.
- [19] 周康荣,吴恩惠. 水溶性碘造影剂的发展及其对心血管系统的影响[J]. 国外医学:临床放射学分册,1987,10(2):74-76.
- [20] 陆海欧,石理. 对比剂的神经毒性浅析[J]. 中西医结合心脑血管病杂志,2011,9(8):992-994.
- [21] 王宝华,韩兵. 碘对比剂 CT 增强扫描临床应用的方案设计、科学规范与风险防范[J]. 实用医药杂志,2015,32(8):710-713.
- [22] 中华医学会心血管病学分会,中华心血管病杂志编辑委员会. 含碘对比剂在心血管疾病中临床应用的专家共识(2012)[J]. 中华心血管病杂志,2013,41(2):94-98.
- [23] Owen RJ,Hiremath S,Myers A,et al. Canadian Association of Radiologists consensus guidelines for the prevention of contrast-induced nephropathy: update 2012[J]. Can Assoc Radiol J,2014,65(2):96-105.
- [24] 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.
- [25] Su X,Xie X,Liu L,et al. Comparative effectiveness of 12 treatment strategies for preventing contrast-induced acute kidney injury: a systematic review and bayesian Network Meta-analysis [J]. Am J Kidney Dis,2017,69(1):69-77.
- [26] 潘晓伟,张峰. 碘过敏反应的临床表现及救治体会[J]. 中国医药指南,2013,11(14):385-386.
- [27] 张鹏,赵英杰,李振龙. 低电压及自动管电流调节低剂量 CT 扫描技术的临床应用进展[J]. 医学综述,2015,22(16):3000-3002.
- [28] Primak AN,Mccollough CH,Bruesewitz MR,et al. Relationship between noise,dose, and pitch in cardiac multi-detector row CT [J]. Radiographics,2006,26(6):1785-1794.
- [29] 寇珍平,王昕,石峰. 碘对比剂不同流速注射法在 CT 增强扫描中的应用体会[J]. 中国中西医结合影像学杂志,2014,12(2):218-219.
- [30] Bottinor W,Polkampally P,Jovin I. Adverse reactions to iodinated contrast media[J]. Int J Angiol,2013,22(3):149-154.
- [31] 王秋实,梁长虹. 碘对比剂的不良反应及处理对策[J]. 上海医药,2014,36(13):8-15.
- [32] Beckett KR,Moriarity AK,Langer JM. Safe use of contrast media: what the radiologist needs to know[J]. Radiographics,2015,35(6):1738-1750.
- [33] 张关敏,刘红,张艳华. 抗肿瘤药的肝肾毒性及其防治[J]. 中国药房,2010,21(14):1327-1330.
- [34] 沈育艳,黎良山,沈雪萍,等. 高压注射碘对比剂渗漏预防及护理[J]. 浙江临床医学,2016,18(11):2144-2145.
- [35] Sendur MA,Aksoy S,Yaman S,et al. Administration of contrast media just before cisplatin-based chemotherapy increases cisplatin-induced nephrotoxicity[J]. J BUON,2013,18(1):274-280.
- [36] Cicin I,Erdogan B,Gulsen E,et al. Incidence of contrast-induced nephropathy in hospitalised patients with cancer[J]. Eur Radiol,2014,24(1):184-190.

(收稿日期:2017-06-02)