

基于 Meta 分析方法对预防 CT 碘对比剂不良反应的应用研究

黎梦欣 陈俊杰 刘世钊 牛沛蒂 徐育华

广西中医药大学赛恩斯新医药学院

DOI:10.12238/bmtr.v7i6.17025

[摘要] 目的：本研究通过 Meta 分析方法系统评价预防护理与常规护理对 CT 碘对比剂不良反应的干预效果。方法：计算机检索中国知网 (CNKI)、中国学术期刊数据库 (万方数据)、中华医学期刊数据库、PubMed、Web of Science 和 Google Scholar 6 个数据库，检索时间为 2010 年 1 月至 2025 年 1 月，使用 RevMan V.5.3 进行 Meta 分析。结果：纳入 8 篇文献，共 1,173 例患者。本研究通过低异质性证据证实，预防护理不仅降低 CT 碘对比剂不良反应风险 (OR=0.22)，同时显著提升患者满意度 (OR=0.17)，结论：本研究为预防 CT 碘对比剂不良反应提供了循证医学依据，并为临床实践提供了安全性与患者体验双重优化依据。

[关键词] Meta 分析；预防护理；碘对比剂；CT；不良反应

中图分类号：R472 文献标识码：A

Application Research on the Prevention of Adverse Reactions of CT Iodine Contrast Agent Based on Meta-analysis Method

Mengxin Li, Junjie Chen, Shichao Liu, Peifu Ni, Yuhua Xu

Saiens New Medicine College, Guangxi University of Chinese Medicine

[Abstract] Objective: This study systematically evaluated the intervention effects of preventive care and conventional care on the adverse reactions of iodine contrast agents in CT through meta-analysis. Method Six databases were retrieved by computer, namely China National Knowledge Infrastructure (CNKI), China Academic Journal Database (Wanfang Data), Chinese Medical Journal Database, PubMed, Web of Science and Google Scholar. The retrieval period was from January 2010 to January 2025. Meta-analysis was conducted using RevMan V.5.3. Result: Eight literatures were included, involving a total of 1,173 patients. This study confirmed through low-heterogeneity evidence that preventive care not only reduces the risk of adverse reactions to CT iodine contrast agents (OR=0.22), but also significantly improves patient satisfaction (OR=0.17). Conclusion: This study provides an evidence-based medical basis for preventing adverse reactions to CT iodine contrast agents and offers a dual optimization basis for safety and patient experience in clinical practice.

[Key words] Meta-analysis; Preventive care; Iodine contrast agent; CT; Adverse reactions

引言

碘对比剂 (Iodinated Contrast Media, ICM) 是 CT 影像检查的重要显影剂，可通过改变机体局部组织的影像对比度，帮助医生获取更多的影像信息，达到影像诊断目的。作为医学影像学检查中不可或缺的辅助诊断工具，广泛应用于介入治疗等领域^[1]。然而，碘对比剂的使用并非毫无风险，随着使用率的提高，碘对比剂相关的不良反应 (Adverse Drug Reactions, ADRs) 已成为影响患者安全的重要问题。据统计，碘对比剂的不良反应发生率为 0.32%~0.64%，其中 80% 发生在对比剂注射后的 15 min 内，即急性不良反应 (acute

adverse reactions, AAR)^[2]，常见的不良反应为皮肤瘙痒、荨麻疹等过敏反应，除此之外还有头痛、恶心、呕吐等轻症不良反应，以及表现为血管性水肿、意识丧失或呼吸心跳骤停等重症不良反应^[3]。目前，针对碘对比剂不良反应的预防策略呈现多元化特征，但现有研究对部分干预措施的有效性仍存在争议。以造影剂肾病 (排除其他原因所致肾损害) 为例^[4]，水化疗法尽管被公认为预防 CIN 的主要措施，但目前水化治疗最佳剂量、补水方式和途径、治疗时间仍存在争议，缺乏相应的循证医学依据^[5]；一项 PCI 治疗的研究显示，患者在造影前使用他汀类药物，可以减少 CIN 的发生，并

可提高患者的远期预后^[9]，而他汀类药物预防 CIN 的效果在高风险人群中尚未形成统一结论。Meta 分析作为一种量化整合独立研究结果的统计方法，通过分析能够得出更具可靠性、统计效力和普适性的整体研究结论。因此，本研究旨在通过 Meta 分析方法，系统评价现有预防措施（如水化治疗、药物预处理、对比剂剂量控制等）对碘对比剂相关不良反应的预防效果，并探讨其在不同人群（如肾功能不全、糖尿病、过敏史患者）中的适用性，以期为优化临床实践指南提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 数据来源及检索策略

本研究中 Meta 分析的文献数据来源于中国知识资源总库 (CNKI)、中国学术期刊数据库 (万方数据)、PubMed、Web of Science、谷歌学术和中华医学数据库 6 个数据库，检索时间为 2010 年 1 月 1 日至 2025 年 1 月 31 日。纳入所有公开发布关于预防 CT 碘对比剂不良反应的随机对照试验的相关文献。本研究使用主题词与自由词相结合的方式进行搜索。英文检索词：Iodine contrast medium、Adverse effects、Prophylaxis、CT 等主题词和同义词。中文检索词：CT、碘对比剂、不良反应、预防等主题词和同义词。

1.2 纳入标准

纳入标准包括：①文献类型为国内外数据库公开发表的关于预防 CT 碘对比剂不良反应的期刊文章；②针对 CT 碘对比剂不良反应情况有效预防措施的文献；③属于随机对照试验 (RCT)；④可以得出通过全面的患者评估、合理使用碘对比剂、预防用药、规范操作和应急预案等有效措施，可以有效降低 CT 碘对比剂不良反应的发生率和严重程度的结果；⑤核心期刊文献。

1.3 排除标准

排除标准包括：①重复发表或资料雷同的文献；②无法获取相关原始数据的文献；③质量较差的文献；④排除动物及体外实验、会议论文、报纸、信件等；⑤排除样本量小于 30 的文献。⑥研究中未提供充足数据用于疗效的评估

1.4 资料提取策略

两位研究人员根据以上排除标准对文献进行了单独的筛查，剔除了重复的文章，阅读题目和摘要，剔除了未达到要求的文章，接着对剩下的文献进行全文检索，并按照本研究设定的纳入和排除标准进行筛选得出最终文献。然后根据编制好的数据抽取表格，将数据抽取并录入到 Excel 中进行进一步的分析。若有不同意见，将提交第三位研究人员进行商量讨论。

1.5 文献质量评价

(1) 报告质量评价。纳入的每个随机对照试验 (RCT)

报告的质量都采用《随机对照临床试验报告标准》(CONSORT 2010 声明) 进行质量评价。(2) 方法学质量评价。根据 Cochrane 系统评价手册推荐的偏倚风险评估工具对纳入研究进行评价，包括 7 个评价条目，各条目均以“low”“higt”“undear”3 个标准判断，并采 ReviewManger5.3 软件绘制偏倚风险图。文献筛选和数据提取以及质量学评价均由双人独立完成，然后将两人获得的信息进行交叉核对，如果存在意见不统一的文献，两人先进行讨论决定是否纳入，如果仍不能确定，则由第 3 方研究者决定。

1.6 统计学方法

本研究利用 Review Manager 5.3 软件进行了系统评价和 Meta 分析。本研究对于二分类变量，选择相对危险度 (OR) 作为效应指标，对于连续性变量，则采取测量单位的相似性和均数差异的大小选择均数差 (MD) 或标准化均数差 (SMD)、95% 置信区间 (CI) 作为效应量表示。在异质性方面采用 I^2 统计量和 X^2 检验来进行评估，若 $P > 0.10$ 、 $I^2 < 50\%$ ，采取固定效应模型进行合并分析；若 $P \leq 0.10$ 、 $I^2 \geq 50\%$ ，则进一步分析以解释异质性的来源，必要时采用随机效应模型进行合并分析以确保结果的可靠性。结果通过森林图进行展示，通过漏斗图来判断发表偏倚。

2 结果

2.1 文献筛选流程

计算机检索共获得 213 篇文献，其中 pubmed48 篇，web of science10 篇，中国知网全文数据库 42 篇，万方数据库 66 篇，谷歌学术 38 篇，中华医学数据库 9 篇，删除 12 篇重复文献，初筛标题和摘要，将不符合主题的 90 篇文献排除，接着仔细阅读正文与观察研究数据，将与主题符合程度低和质量低的 111 篇文献剔除。将不符合纳入和排除标准筛选后，最终纳入 8 篇文献，文献筛选流程见图 1。

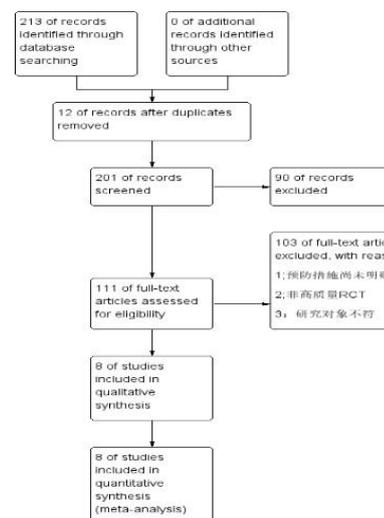


图 1 文献筛选流程及结果

2.2 纳入研究质量评价

共纳入 8 项研究，纳入研究的基本特征和质量评分见图 2。采用 RevMan 软件，对纳入的 8 篇文献进行质量评价。其中 2 篇文献的研究者错误描述随机序列产生方法，2 篇文献结局指标的缺失足以影响干预的效应。1 篇文献有潜在偏倚。见图 2。

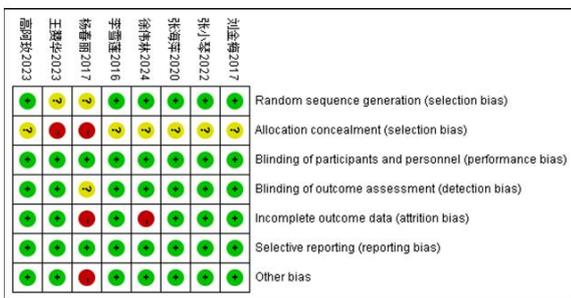
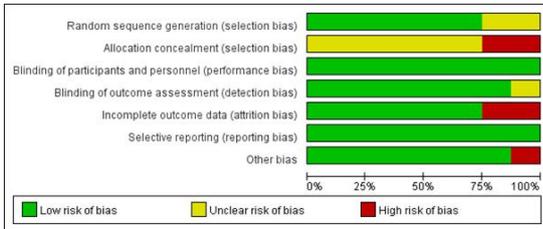


图 2 纳入研究文献偏倚风险评价

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 总有效率

本研究中将所有文献资料中的临床痊愈、不良反应发生率、显效、有效设定为治疗的总有效率，总不良反应发生率在干预和对照组分别是 20/619 (3.23%)、75/554 (13.54%)，总有效人数在干预和对照组分别是 599/619 (96.77%)、479/554 (86.46%)，干预组总有效率较对照组提高 10.31%。各研究间无异质性 (I²=0%，P=0.94)，选用随机效应模型，OR=0.22，95%CI (0.13, 0.36)，差异有统计学意义 (P<0.00001)，提示干预组总有效率更佳，见图 3。漏斗图显示纳入研究分布均匀，无明显发表偏倚，见图 4。

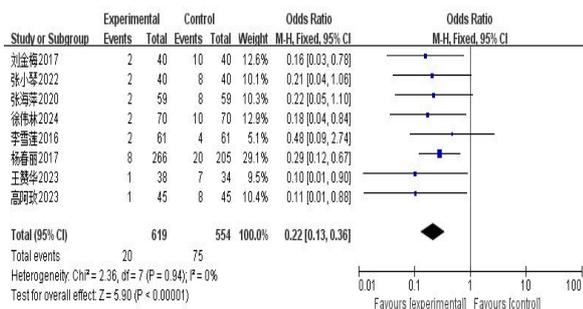


图 3 碘对比剂不良反应发生率森林图

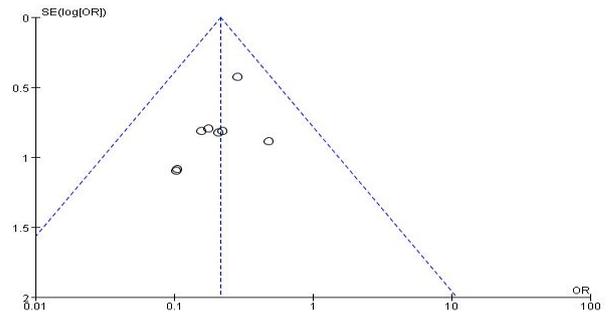


图 4 碘对比剂不良反应发生率漏斗图

2.3.2 患者满意度

6 项研究^[1-5,8]报道了满意度，对照组共纳入 279 例患者，其中满意度 224 例；干预组共纳入 283 例患者，其中满意度 272 例。对照组满意度占比为 80.29% (224/279) 干预组满意度占比为 96.11% (272/283)。根据异质性检验 (P=0.92, I²=0%)，表明研究间异质性较小，选择随机效应模式，OR=0.17 (0.09, 0.33)，结果显示，干预组满意度高于对照组，差异有统计学意义 (P<0.00001)。见图 5，图 6。

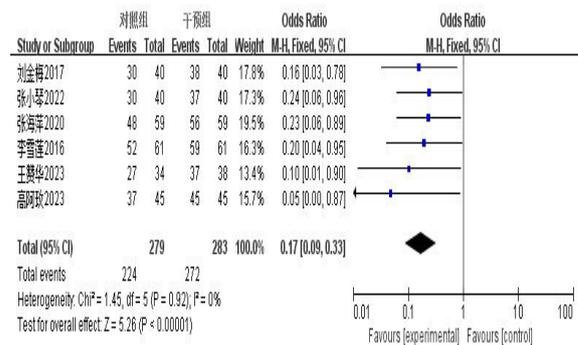


图 5 预防碘对比剂不良反应患者满意度森林图

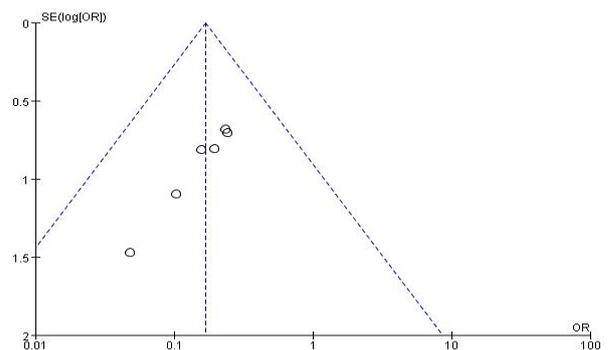


图 6 预防碘对比剂不良反应患者满意度漏斗图

3 讨论

本研究通过系统的 Meta 分析，全面深入地探讨了现有的预防 CT 碘对比剂不良反应的措施的有效性，并取得了一系列具有重要临床意义的研究成果。

检查前，全面且细致的患者评估是预防不良反应的基础。详细询问患者的过敏史、评估肾功能以及了解基础疾病情况，

能够准确识别出高风险人群,并制定个性化的预防方案。对于有明确碘对比剂过敏史的患者,应尽量避免使用碘对比剂,若必须使用,则需采取更为严格的预防措施。在对比剂选择上,非离子型碘对比剂相较于离子型碘对比剂,不良反应发生率显著降低,已成为临床的首选^[7-8]。对于肾功能不全等高危患者,非离子型二聚体碘对比剂如碘克沙醇,因其更低的渗透压和更好的安全性,更具优势。预防性用药方面,糖皮质激素通过抑制炎症和免疫反应,可有效降低严重不良反应的发生率;抗组胺药则能减轻过敏症状,提高患者的耐受性。对于有过敏史、哮喘、严重心血管疾病等高危患者,预防性用药是必不可少的措施,如明确患者有过敏史时,在注射碘对比剂前 15 min 进行地塞米松静脉注射,可较好地减少不良反应的发生^[9]。

检查中,合理控制注射速率和剂量,合理选择注射部位及注射工具,能够有效减少造影剂渗漏等不良反应的发生^[10]。根据患者的年龄、身体状况、检查部位等因素,将注射速率控制在合适范围内,避免过快注射增加心脏和血管负担;根据患者体重、肾功能等调整对比剂剂量,在保证诊断效果的前提下,尽量减少用量,降低不良反应风险。在整个检查过程中,密切监测患者的反应和生命体征,及时有效避免严重不良反应的发生。一旦出现不良反应,迅速采取相应的治疗措施,如给予冷敷、吸氧、抗过敏药物、急救药物等,是保障患者生命安全的关键。

检查后,对患者进行密切观察和随访,能够及时发现并处理迟发性不良反应。多数患者接受少量碘对比剂并不会影响其生理功能,在注入人体 24h 内会代谢经尿液排出体外,体内残留量极少,但仍需要注意存在少数患者产生不良反应^[11],故鼓励患者多饮水或通过静脉补液促进对比剂排泄,可减少对比剂在体内的停留时间,降低其对身体的潜在危害。目前,水化疗法作为预防 CIN 的有效措施,造影前后 12 h 内以 1mL/(kg·h)的速度静脉滴注生理盐水,得到了最广泛推荐^[12]。针对肾功能不全的患者来说,可能由于碘对比剂会加重肾脏负担,导致不良反应的发生^[13],然而有研究表明^[14],对于患有糖尿病且服用双胍类药物如二甲双胍的肾病患者,不良反应的发生率明显增加,因抑制肝脏糖异生而引起乳酸的堆积,易引起乳酸酸中毒。2006 年美国 CIN 专家共识提出,造影时应该停止使用双胍类药物,如果造影后肾功能仍正常,则可在使用造影剂 48 h 后恢复服用此类药物^[4]。通过这些综合的预防措施,能够显著降低 CT 碘对比剂不良反应的发生率,提高患者的检查安全性和舒适度。

尽管本研究通过 Meta 分析取得了有价值的成果,但仍存在一定的局限性。纳入研究的局限性是一个重要方面,可能导致研究结果的稳定性和可靠性受到影响,无法准确反映

真实的效应大小。不同研究之间的异质性较大,虽然通过亚组分析和敏感性分析等方法对异质性进行了探讨和处理,但仍难以完全消除其影响。一些研究在设计、实施和报告过程中可能存在偏倚,如随机序列的产生不规范、盲法实施不到位等,这也可能对 Meta 分析结果的准确性产生干扰。研究范围的局限性也较为明显。本研究主要聚焦于常见的预防措施,对于一些新兴的预防方法和技术,如基因检测预测不良反应风险、新型对比剂的研发应用等,由于相关研究较少,未能进行深入分析。对于特殊人群,如孕妇、儿童、肝肾功能严重受损患者等,由于其生理特点和用药反应与普通人群存在差异,在纳入研究中往往未进行单独分析,导致针对这些特殊人群的预防措施研究相对不足。

未来相关研究可从以下几个方向展开。进一步扩大研究样本量,纳入更多高质量的研究,以提高研究结果的稳定性和可靠性。加强对异质性来源的深入研究,探索更有效的异质性处理方法,使 Meta 分析结果更能准确反映真实情况。加大对新兴预防方法和技术的研究力度,评估其安全性和有效性。针对特殊人群,深入了解其不良反应的发生机制和特点,制定个性化的预防策略。通过多中心、大样本的临床研究,进一步验证和完善预防 CT 碘对比剂不良反应的措施,为影像技师提供更科学、更全面、更实用的指导,从而不断提高 CT 增强检查的安全性和诊断准确性,为患者的健康提供更好的保障。

综上所述,采取有效的预防措施针对碘对比剂的不良反应能有效提高患者的总有效率以及检查后患者的满意度。但鉴于纳入的文献样本量小,人群及研究地域较为局限,且存在着发表偏倚等不足。因此,今后应开展更多高质量、大样本、多中心的 RCT 研究,继续探索不同患者群体、不同碘对比剂以及不同不良反应之间的关系,进一步确认针对碘对比剂不良反应的预防措施的有效性和安全性,并对预防措施进行多方位评估,有助于影像技师根据患者的具体情况选择适宜的处理方法,进一步为临床应用提供参考。

[参考文献]

- [1]邱海燕.碘对比剂急性不良反应的风险因素分析及预控方案制定[D].中国人民解放军陆军军医大学,2023.
- [2]甘淼,刘畅,赵丽,等 CT 对比剂急性不良反应的相关因素分析.中国医科大学学报,2020,49(5):458-462.
- [3]李雪,郑淑梅,屈梅香.影像科碘对比剂输注安全专家共识[J].介入放射学杂志,2018,27(8):707-712.
- [4]Rear R,Bell RM,Hausenloy DJ.Contrast-induced nephropathy following angiography and cardiac interventions[J].Heart,2016,102(8):638-648.
- [5]黄炜超.造影剂肾病防治的相关研究进展[J].中国社

区医师,2023,39(4):4-6.

[6]Patti G,Nusca A,Chello M,et al.Usefulness of statin pretreatment to prevent contrast-induced nephropathy and to improve long-term outcome in patients undergoing percutaneous coronary intervention[J].Am J Cardiol,2008,101(3):279-285.

[7]Umakoshi H,Nihashi T,Shimamoto H, et al.Pharmacologic and nonpharmacologic interventions to prevent hypersensitivity reactions of non-ionic iodinated contrast media:a systematic review protocol[J].BMJ Open,2020 ,10(3):e033023.

[8]中华医学会放射学分会放射护理专业委员会放射诊断护理学组.影像科碘对比剂输注安全专家共识[J].介入放射学杂志,2018,27(8):707-712.

[9]周丽红,林碧霞,蓝文珍,等.预防性使用地塞米松在降低碘对比剂不良反应中的应用价值[J].中国卫生标准管理,2023,14(18):131-134.

[10]范媛媛,敬茜,周曾蓉.高压静脉注射碘对比剂渗漏因

素及管理策略研究进展[J].中国 CT 和 MRI 杂志,2024,22(10):165-167.

[11]肖群华,徐凌,李根美.80例碘对比剂不良反应报告分析[J].医学理论与实践,2024,37(10):1745-1747.

[12]Briguori C, Condorelli G. Hydration in contrast-induced acute kidney injury[J].Lancet,2014,383(9931):1786-1788.

[13]崔群,杜维,张少柯,等.CT增强碘对比剂急性不良反应发生及影响因素分析[J].广州医药,2025,56(6):829-835.

[14]章爱华,高文霞,姚世文.心脏CT血管成像中碘对比剂浓度对肥胖病人冠状动脉检查图像质量、肾功能及碘用量的影响[J].安徽医药,2023,27(9):1800-1803.

作者简介：

黎梦欣（2003-），女，汉族，重庆市铜梁区人，本科，广西中医药大学赛恩斯新医药学院，研究方向为医学影像学。

基金项目：

项目来源：广西中医药大学赛恩斯新医药学院大学生创新创业训练项目（自治区级），项目编号：S202413643070。