

· 专家共识 ·

## 儿童肘关节损伤术中X线造影技术专家共识

中国医师协会骨科医师分会小儿骨科专业委员会, 中国医师协会骨科医师分会小儿骨科肢体矫形学组

**【摘要】**肘关节损伤是儿童最常见的损伤之一。儿童肘关节解剖结构的特殊性在于软骨组织多,常规X线检查无法使关节软骨充分显影,进而造成阅片困难。儿童肘关节次级骨化中心出现的时间存在个体差异,导致骨科医师在评估肘关节损伤情况时出现差异,增加了误诊、漏诊的风险,并影响治疗结果的精确评价。因此,建立早期、精准、有效的评估方法对儿童肘关节损伤的诊断和治疗至关重要。关节造影技术能够有效补充常规X线检查在软骨结构显影方面的不足,使其在儿童肘关节损伤的诊断和治疗评价中逐渐得到广泛应用,使诊断的准确性和治疗效果得以提高。尽管肘关节造影技术运用广泛,但不同地区和不同操作者在进行肘关节造影时的操作标准及操作习惯存在显著差异,严重影响了造影效果的统一性和可靠性。当前,亟待建立一套标准化、高效的肘关节造影技术流程。因此,为了使小儿骨科医师在进行肘关节造影时获得一致和可靠的成像结果、减少不必要的重复操作,并避免潜在并发症的发生,现综合文献回顾及调查研究形成《儿童肘关节损伤术中X线造影技术专家共识》。本共识系统总结了儿童肘关节周围骨折的诊疗难点,详细阐述了术中X线造影技术在解决这些问题中的应用,以临床问题为导向,归纳出7个关键问题:①肘关节术中造影的概念;②肘关节术中X线造影的适应证;③肘关节术中X线造影的常用方法;④造影剂的选择;⑤造影剂的安全性;⑥造影剂使用前是否进行过敏试验;⑦造影剂是否需要稀释。本共识旨在指导、规范肘关节造影技术在儿童肘关节损伤中的临床应用,以推动肘关节造影技术在骨科学中的普及和发展。

**【关键词】**肘关节损伤;关节造影术;儿童;造影剂;X线

**【中图分类号】** R683

**【文章编号】** 2095-9958(2024)08-0678-08

**【文献标志码】** A

DOI:10.3969/j.issn.2095-9958.2024.08.02

## Expert consensus on X-ray arthrography techniques for pediatric elbow injuries

Pediatric Orthopaedic Committee of Chinese Association of Orthopaedic Surgeons, Pediatric Orthopaedic Limb Deformity Correction Group of Chinese Association of Orthopaedic Surgeons

Corresponding Authors: JIE Qiang, ZHANG Zhongli

**【Abstract】** Elbow injuries are among the most common injuries in children. The unique anatomical features of the pediatric elbows, characterized by abundant cartilaginous tissue, make it difficult to adequately visualize the articular cartilage on conventional X-rays, leading to challenges in radiographic interpretation. Variations in the timing of secondary ossification centers in pediatric elbow joints lead to differences in the assessment of elbow injuries by orthopedic surgeons, increasing the risk of misdiagnosis and missed diagnosis, and may finally affect the accurate evaluation of treatment outcomes. Consequently, establishing an early, accurate, and effective assessment method is vital for the diagnosis and treatment of pediatric elbow injuries. Arthrography effectively supplements the limitations of conventional X-ray imaging in cartilage. Therefore, this technique has gradually gained popularity for diagnosing and evaluating the treatment outcomes of pediatric elbow injuries, aiming to improve diagnostic accuracy and treatment outcomes. Despite the widespread use of elbow joint arthrography, there are significant differences in operation standards and habits among different regions and operators, which severely affects the uniformity and reliability of the arthrographic effects. At present, there is an urgent need to establish a standardized and effective elbow arthrography technique. Therefore, to ensure consistent and reliable imaging results during elbow joint arthrography, reduce unnecessary repeated procedures, and minimize complications, the "Expert Consensus on X-ray Arthrography Techniques in Pediatric Elbow Injuries" was developed based on literature review and survey research. This consensus

**【通信作者】** 颉强, E-mail: jieqiangchina@126.com; 张中礼, E-mail: dageanuoj@163.com

**【引用格式】** 中国医师协会骨科医师分会小儿骨科专业委员会, 中国医师协会骨科医师分会小儿骨科肢体矫形学组. 儿童肘关节损伤术中X线造影技术专家共识[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2024, 17(8): 678-685.

systematically summarizes the challenges in the diagnosis and treatment of pediatric fractures around the elbow and elaborates in detail on the application of intraoperative X-ray angiography in addressing these issues. Guided by clinical problems, seven key issues are identified: ① the concept of intraoperative elbow arthrography; ② indications for intraoperative elbow X-ray angiography; ③ techniques for intraoperative elbow X-ray angiography; ④ choice of contrast agents; ⑤ the safety of contrast agents; ⑥ whether skin testing is needed before the use of contrast agents; ⑦ whether contrast agents need to be diluted. This expert consensus aims to guide and standardize the clinical application of elbow arthrography in pediatric elbow injuries, thereby promoting its widespread adoption and development within the field of orthopedics.

**【Key words】** Elbow Joint Injury; Arthrography; Pediatric; Contrast Agent; X-ray

## 1 专家共识制定背景

肘关节周围骨折是儿童肢体骨折的常见类型, 约占12%<sup>[1]</sup>。这类骨折如果能够在早期得到正确诊治, 患儿预后通常较好; 相反, 治疗延误则可导致复杂的并发症, 后续需要多次手术治疗, 甚至可能留下终身残疾。这些问题不仅严重影响儿童的健康, 还给患儿家庭和社会带来长期的经济负担和压力。因此, 制定一套标准化的诊疗流程对于提高儿童肘关节周围骨折治愈率、降低致残率至关重要。

儿童肘关节周围骨折的早期诊治相对困难, 主要原因有以下4点: ①骨化中心的多样性和个体差异: 儿童肘关节周围存在6个次级骨化中心, 其出现时间和速度存在性别和个体之间的差异<sup>[2]</sup>。儿童6个次级骨化中心出现的顺序和年龄约为: 肱骨小头(男1岁、女1岁), 桡骨头(男7岁、女5岁), 肱骨内上髁(男7岁、女5岁), 肱骨滑车(男11岁、女9岁), 尺骨鹰嘴(男11岁、女9岁), 肱骨外上髁(男12岁、女10岁)<sup>[2]</sup>。②影像学表现的多样性: 由于次级骨化中心是按照一定顺序出现的, 相同类型的骨折在不同的骨化中心阶段可能表现出不同的影像学特征, 增加了诊断的难度(如儿童肘关节周围只有肱骨小头次级骨化中心时, 肱骨远端经髁骨折可能与肘关节脱位在影像学上难以区分)。此外, 骨折线经过肱骨内髁的情况可能与肱骨内髁骨折混淆<sup>[3]</sup>, 进一步增加了诊断的难度。③软骨结构的不可视性: 次级骨化中心出现前, 肘关节的软骨结构在常规X线片上不可见, 限制了对关节内部结构完整性的评估, 给骨折诊断带来了极大的挑战和不确定性。④软组织结构的影响: 儿童肘关节韧带和关节囊等软组织结构在维持关节稳定性中起着重要作用, 这些结构的损伤可能掩盖骨折事实或易被误判为骨折, 导致出现漏诊或误诊。

提高对肘关节周围骨折诊治准确率的关键在于使软骨结构得到有效显影。虽然磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)在展示软骨结构方面具有显著优势<sup>[4]</sup>, 但是由于设备特性和操作限制, 无法在手术过程中对麻醉后的体位变化和复位过程中的骨折对位进行实时、动态监测。因此, MRI在该领域更多地应用于术前的全面评估, 而难以满足术中即时指导的需求。

尽管超声检查在软组织显影方面展现出一定的优势, 国内外众多医师也对超声检查应用于儿童肘关节周围骨折的诊断标准进行了深入的研究和讨论, 并提出了一些标准化的诊疗方法<sup>[5]</sup>。但其在临床应用仍面临以下挑战: ①学习曲线与技能要求: 超声检查需要操作者具备一定的技能和经验, 以达到较高的诊断准确率, 一定程度上限制了其在非专业人员中的普及和应用。②次级骨化中心的遮挡: 在肘关节出现多个次级骨化中心的情况下, 超声检查可能受到次级骨化中心的遮挡, 导致对骨折部位的观察受限, 具有一定的诊断局限性。③专业界限与资质争议: 虽然超声检查可以实现术前和术中对骨折情况的动态观察, 以评估骨折部位变化情况、提高诊断的准确性, 但鉴于超声专业属于非骨科专业, 其在手术中的应用存在资质争议, 即非超声专业人员在术中获取的超声影像是否可以作为诊治依据尚存争议。因此, 现有的术前及术中诊断方法对于儿童肘关节周围骨折具有一定的局限性。

为了提高儿童肘关节周围骨折的诊治准确率, 确保肘关节次级骨化中心的软骨结构在影像中清晰可见, 进而制定规范且合理的治疗策略, 肘关节损伤术中X线造影技术因其安全、有效、简便、微创的特点而被广泛应用。目前, 国内外尚未形成肘关节损伤术中X线造影技术的应用规范, 临床实践中常因技术使用标准不一致而导致判断误差、失误乃至出现并

发症,迫切需要建立相关共识以指导该技术的规范化应用。现系统总结了儿童肘关节周围骨折的诊疗难点,并详细阐述了术中X线造影技术在解决这些问题中的应用,以临床问题为导向,综合文献回顾及调查研究形成《儿童肘关节损伤术中X线造影技术专家共识》。本共识的形成遵循了严格的制定过程:①德尔菲法共识会:专家通过匿名投票就技术的关键应用点达成初步共识;②多轮讨论会:对德尔菲法中收集到的意见进行深入讨论,细化内容,解决分歧;③终审会:最终确定7个关键问题,确保共识的全面性和实用性。本共识草案制定后,由独立的评审小组进行了细致的评审,通过讨论会的形式对评审意见进行总结与分析,以确保所有意见被充分考虑,并根据评审意见对共识进行修改,使共识内容更加完善,同时确保了共识的专业性和权威性,以指导、规范肘关节造影技术在儿童肘关节损伤中的临床应用,推动肘关节造影技术在骨科学中的普及和发展。

## 2 儿童肘关节术中X线造影技术要点

### 2.1 肘关节术中X线造影的概念

儿童肘关节术中X线造影是一种利用造影剂增强软骨结构显影的影像学技术<sup>[6]</sup>。其基本原理是将造影剂注入肘关节的关节囊内,使造影剂在关节囊内弥散,以清晰地勾勒出由软骨构成的关节面形态。目前最常用的为碘造影剂(iodinated contrast media, ICM)。进行X线透视时,肘关节关节面的形态得以显现,有助于医师准确判断骨折类型,进而制定更为精准的治疗策略。关节造影技术应用于X线检查起始于1955年<sup>[6]</sup>。此后,该技术与现代影像学手段[如计算机断层扫描(computed tomography, CT)、MRI及超声检查]相结合,成为评估和检查关节结构的一种重要手段。

儿童肘关节术中X线造影技术在临床实践中有两大关键作用:①明确诊断。对于尚处于生长发育阶段的儿童,其骨化中心可能尚未完全形成,此时术中肘关节造影技术能够提供清晰的影像,帮助医师准确判断骨折类型<sup>[7]</sup>(图1)。肱骨远端经髁骨折作为儿童骨折的常见类型,其诊断常依赖于肘关节造影技术,否则难以做出精确诊断(图2)。此外,对于移位不明显的特殊骨折(如孟氏骨折),肘关节造影技术能有效评估肱桡关节的对位情况,为诊断提供关键证据,避免因影像模糊而导致诊断困难<sup>[9]</sup>(图3)。

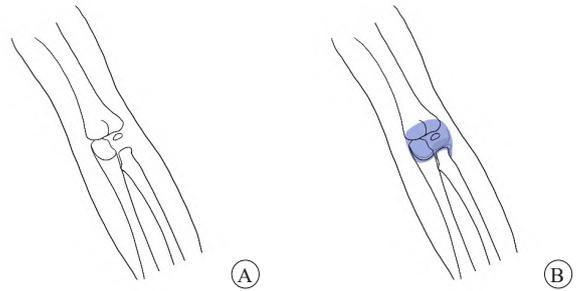


图1 儿童肘关节X线造影前(A)、后(B)示意图



图2 肱骨远端经髁骨折造影前(A)、后(B)X线片



图3 孟氏骨折造影前(A)、后(B)X线片

②指导治疗。在儿童肱骨外髁骨折的处理中,骨折块的移位程度及软骨关节面的连续性是决定治疗方案的重要依据(图4)。虽然通过术前的肘关节正侧位、内斜位X线片能够初步评估骨折块的移位情况,但对于软骨关节面的完整性和连续性判断,则需要依赖术中肘关节造影技术。如果骨折移位较小,且

软骨关节铰链未发生断裂时,可以考虑采用保守治疗结合密切随访的方案;当骨折移位较大,且软骨关节铰链断裂时,可能需要采用闭合复位内固定术;而对于移位显著且软骨关节铰链断裂的复杂情况,常采用开放复位内固定术以确保骨折的稳定复位和愈合。因此,术中肘关节X线造影技术对于肱骨外髁骨折的治疗具有重要的指导意义,能够帮助医师选择最适宜的治疗方案<sup>[9-10]</sup>。



图4 肱骨外髁骨折造影正位(A)、侧位(B)、后位(C)X线片

## 2.2 肘关节术中X线造影的适应证

术中X线造影技术的应用,尤其是对于儿童肘关节损伤的诊断与治疗,具有特定的适应证。在MRI和CT技术出现之前,肘关节造影主要用于成人患者,以检测关节内游离体、关节内骨折及软骨关节炎等疾病<sup>[6]</sup>。然而,随着MRI和CT技术的广泛应用,肘关节造影的使用频率有所下降,但值得注意的是,对于尚未形成骨化中心或者骨骺未闭合的儿童患者,肘关节造影技术仍是一种至关重要的诊断工具,特别是:①肘关节次级骨化中心融合前发生的骨折;②涉及肘关节关节囊内结构的骨折;③肘关节脱位:包括关节囊破裂,尺侧副韧带、桡侧副韧带、环状韧带破裂。具体而言,儿童肘关节损伤术中X线造影的适应证主要包括:肱骨远端骨骺分离骨折、肱骨外髁骨折、肱骨内髁骨折、桡骨颈骨折、孟氏骨折、肘关节脱位(图5、表1)。

肘关节造影对于骨化中心尚未出现的儿童肱骨远端经骺骨折的诊断和治疗具有重要意义<sup>[11]</sup>。

Akbarnia等<sup>[11]</sup>分析了6例肱骨远端骨折婴儿的病例,通过比较术前X线片和关节造影结果,发现5例患儿的术前X线片诊断结果存在偏差。这表明,在骨化中心未完全形成的情况下,肘关节造影能够提供

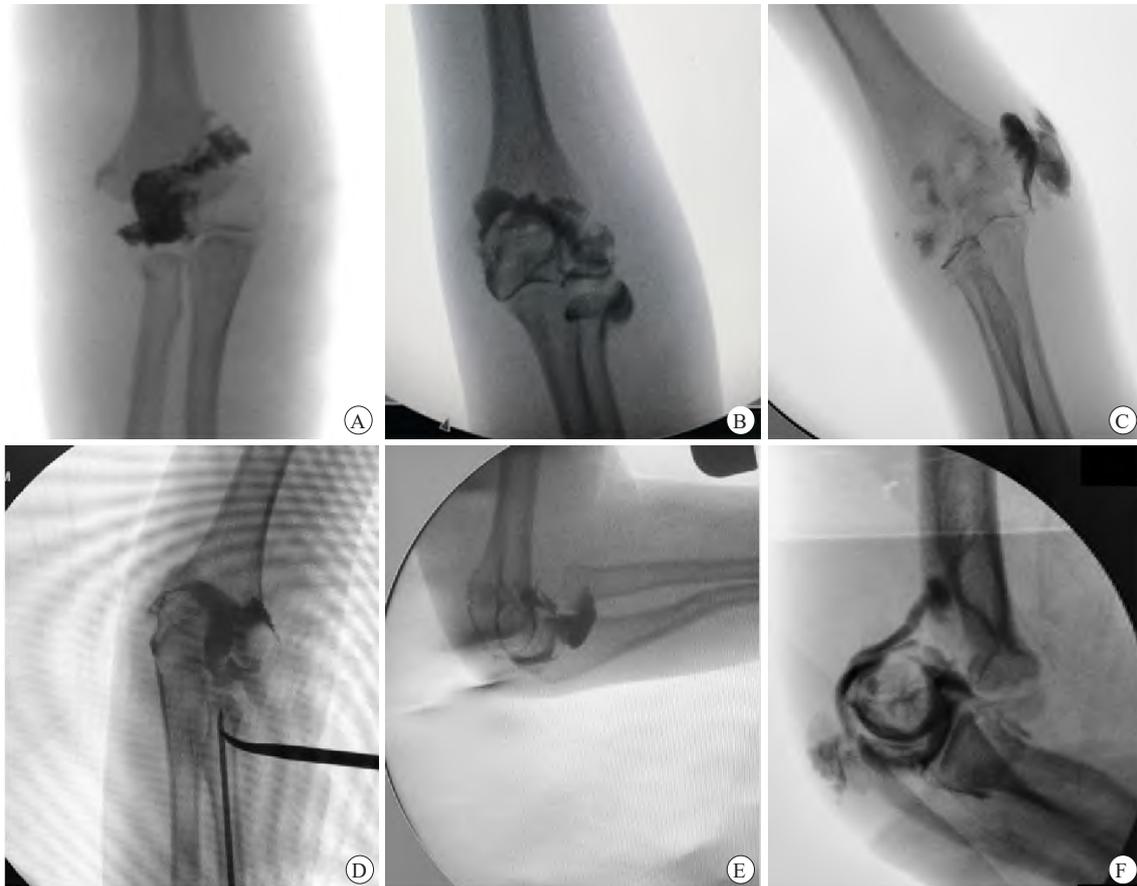
更为准确的骨折信息,有助于明确诊断并指导后续治疗。Marzo等<sup>[10]</sup>通过分析比较16例肱骨外髁骨折患儿的术前X线片和术中关节造影结果,其中11例患儿的治疗方案在考虑关节造影结果后发生了改变。具体而言,其中3例原计划手术治疗的患儿在基于关节造影结果后改为保守治疗;2例术前认为软骨关节面连续的患儿,在关节造影后发现关节面断裂;6例术前认为软骨关节面断裂的患儿,通过关节造影发现1例关节面连续。该研究还强调,术中肘关节造影对于肱骨外髁骨折的治疗具有重要的指导作用。Leet等<sup>[13]</sup>回顾分析了21例肱骨内髁骨折患儿的病例,发现4例患儿的诊断无法通过术前X线片明确,需要依赖肘关节造影来提供关键的诊断信息。Javed等<sup>[12]</sup>报道了1例7岁桡骨颈骨折患儿,强调在桡骨头骨化中心未出现的情况下,肘关节造影在判断闭合复位情况中的重要作用。Lee等<sup>[8]</sup>通过回顾性分析10例孟氏损伤患儿术前X线片和术中造影结果,发现其中5例患儿的诊断需要术中造影来进一步确认,同时,术中造影对于评估复位效果同样至关重要。该研究认为,肘关节术中造影技术不仅有助于发现隐匿的桡骨头脱位,还能够为医师提供准确的复位效果评估,从而指导后续治疗。

## 2.3 肘关节术中X线造影的常用方法

术中肘关节X线造影技术是儿童骨折诊断和治疗中不可或缺的工具,主要通过2种入路实现:外侧入路<sup>[8,13-14]</sup>和后侧入路<sup>[5,15-16]</sup>(图6)。

外侧入路的骨性标志包括肱骨外髁、尺骨鹰嘴突和桡骨头。具体操作时,患者需保持肘部90°屈曲。操作者在肱骨外髁和尺骨鹰嘴的顶点作连线,连线中点再与桡骨头作连线,此连线的中点即为肘关节造影外侧入路进针点,下压可触及外侧肘关节腔空虚感。穿刺针与前臂以约45°角向前内刺入肘关节,此时有明显突破感<sup>[13]</sup>。通过穿刺针回抽,观察是否有关节内积血反流,确认是否成功进入关节腔内。此外,也可以注射少量造影剂,通过X线透视确认针尖位置,必要时调整方向。需注意,若穿刺针未准确进入关节腔,造影剂可能蓄积于关节外软组织,影响成像质量。

后侧入路的骨性标志包括尺骨鹰嘴顶端、肱骨内髁、肱骨外髁。患者同样需保持肘部90°屈曲。操作者将穿刺针沿尺骨鹰嘴顶端垂直刺入鹰嘴窝和肘关节内,术中透视引导穿刺针定位。通过回抽观察



A. 肱骨远端骨骺分离骨折; B. 肱骨外髁骨折; C. 肱骨内上髁骨折合并关节囊破裂; D. 桡骨颈骨折; E. 孟氏骨折; F. 肱骨外髁骨折合并肘关节脱位。

图5 肘关节造影诊断不同类型骨折

表1 儿童肘关节造影的适应证

适应证	作用
肱骨远端骨骺分离骨折	明确诊断, 辅助判断复位
肱骨外髁骨折	判断软骨关节面连续性
肱骨内髁骨折	明确诊断
桡骨颈骨折	明确诊断, 辅助判断复位
孟氏骨折	明确诊断, 辅助判断复位
肘关节脱位	明确诊断

注: 其他术者认为需要造影的情况, 可用于明确诊断或者辅助判断复位情况等。

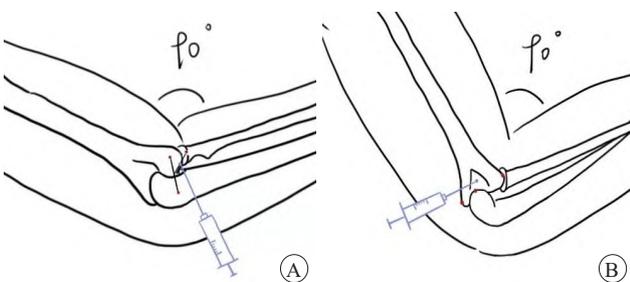


图6 肘关节造影外侧入路(A)、后侧入路(B)示意图

是否有不凝血反流, 确定穿刺针位于肘关节之内。后侧入路适用于广泛的肘关节内或关节周围损伤的诊断和治疗结果评估<sup>[10,17]</sup>。

2种入路都具备操作简便的优势。术者可以根据个人习惯和具体病例选择。值得注意的是, 有学者建议在对外髁骨折进行造影时, 后侧入路可能是更佳选择<sup>[18]</sup>。理由在于, 即使造影剂未正确注入关节囊内, 后侧入路对观察外髁骨折影响相对较小, 避免了因造影剂外溢导致的影像干扰。既往研究表明, 医师在选择造影入路时, 常根据不同的骨折类型及个人操作习惯, 灵活决定使用哪种入路进行肘关节造影(表2)。

本共识讨论前期, 专家组对全国205位具有肘关节造影经验的小儿骨科医师进行调查研究, 数据揭示了医师在选择造影入路时的偏好。调查结果显示, 多数医师(54.15%)倾向于采用外侧入路进行肘关节造影; 少数医师(41.95%)更倾向于采用后侧入路的方法; 另有极少数医师(3.90%)采取更为灵活的

表2 肘关节术中X线造影入路选择的相关文献

作者	年份	入路选择
Cha等 <sup>[14]</sup>	2020	外侧或者后侧
Wu等 <sup>[5]</sup>	2021	后侧
Swarup等 <sup>[15]</sup>	2020	后侧
Tharakan等 <sup>[16]</sup>	2016	后侧
Nowicki和Duhn <sup>[13]</sup>	2014	外侧或者后侧
Lee等 <sup>[8]</sup>	2011	外侧

策略,即根据骨折的具体类型来决定选择外侧或者后侧入路进行造影。

## 2.4 造影剂的选择

ICM是当前在X线和CT造影检查中应用最为广泛的造影剂之一<sup>[13]</sup>。ICM不仅在血管造影中发挥关键作用,同样适用于关节造影领域。ICM可以增强造影的原理在于碘元素的光电吸收效应及相对较高的原子量,这使其能有效吸收X射线,从而在影像上形成增强效果<sup>[19]</sup>。随着医学不断地发展和更新,ICM经历了从离子型、单聚体、高渗性到非离子型、二聚体、次高渗以及等渗型(图7),其安全性与日俱增。

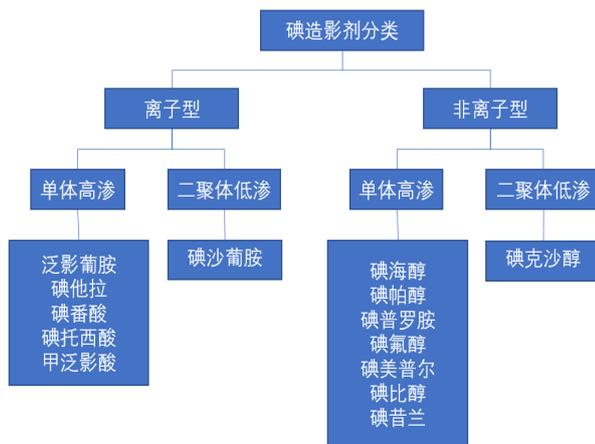


图7 ICM的分类

目前,临床实践中最常用的ICM为非离子型、低渗或等渗造型,这类ICM因较低的不良反应发生率而备受青睐。相比之下,离子型ICM由于较高的不良反应发生率,近年来其临床应用已显著减少。本共识讨论前期,专家组对全国205位具有肘关节造影经验的小儿骨科医师进行调查研究,结果显示:在

ICM种类的选择上,多数医师(64.40%)偏好使用碘海醇,少数医师(30.20%)选择使用碘克沙醇,另有极少数医师分别选用碘氟醇(3.90%)和泛影葡胺(1.50%)。

## 2.5 造影剂的安全性

静脉注射ICM确实存在导致过敏反应及其他不良反应的风险。根据反应机制的不同,ICM导致的不良反应可大致分为2类:①类过敏反应:此反应是机体对ICM的一种生理性应答,其发生与ICM的注射剂量、注射速度和理化性质有关<sup>[20]</sup>。②过敏反应:属于抗原抗体介导的免疫反应,与ICM的注射剂量、注射速度和理化性质无直接关联。过敏反应根据发生时间的快慢,分为急性(注射后1h以内)、迟发(注射后1h至1周)和晚发(注射1周后)不良反应。离子型ICM的过敏反应发生率较高(0.7%~3.1%),非离子型ICM的过敏反应发生率较低(0.02%~0.04%)<sup>[21-22]</sup>。值得注意的是,ICM导致的不良反应多数为皮肤反应,严重不良反应发生率相对较低,致命过敏反应发生率为1:100 000<sup>[21-22]</sup>。

在关节造影领域,ICM引发不良反应的情况比较罕见<sup>[21]</sup>。尽管有学者报道成人使用碘克沙醇进行膝关节CT造影后出现急性泛发性发疹性脓疱病<sup>[23]</sup>,但在儿童关节造影方面,尚未有ICM不良反应的文献报道。儿童关节造影中罕有出现ICM不良反应的原因可能有:①用量少:在血管造影中,造影剂的用量为300~400 mL<sup>[24]</sup>。相比之下,关节造影术中,ICM用量仅为0.5~3.0 mL。由于类过敏反应与注射剂量有关,儿童关节造影中较低的ICM用量显著降低了不良反应的发生率。②关节腔内注射:ICM进入关节腔后,其被吸收进入循环系统的过程较为缓慢,这也有助于降低不良反应的发生率。

## 2.6 造影剂使用前是否进行过敏试验

原则上,不建议常规进行ICM使用前的过敏试验。主要基于以下2点考虑:①类过敏反应的不可预测性:ICM引起的类过敏反应,由于其生理应答的特性,无法通过常规过敏试验预测<sup>[25]</sup>;②过敏试验的不确定性:过敏试验对于预测ICM引起的真正过敏反应的价值尚未得到充分证实。即使过敏试验结果呈阴性,患者仍可能发生过敏反应;同样,结果为阳性的患者也不一定在实际使用中会发生过敏反应<sup>[21]</sup>。对于是否需要进行过敏试验,不同的ICM,应遵循各

自的产品说明书指导。说明书中的指导信息通常基于临床试验数据和产品特性,能够提供更精准的使用建议。

## 2.7 造影剂是否需要稀释

自肘关节造影术提出至今,大多数研究中采用的ICM和生理盐水稀释比例为1:1<sup>[8,13-14,16]</sup>。但也有部分研究未对ICM进行稀释<sup>[5]</sup>。从现有文献来看,无论是进行稀释,ICM都可以实现较好的造影效果。

目前,尚无研究对比稀释与未稀释的ICM在造影效果和并发症发生率上的差异。有学者在CT血管造影成像相关研究中发现,高浓度ICM能够提供更好的造影效果,主要体现在图像的噪声减少和像素提升<sup>[26]</sup>。

既往文献显示,在实施肘关节术中X线造影时,多数医师倾向于将ICM与生理盐水以1:1的比例进行稀释(表3)。

表3 发表的文献里对于ICM是否稀释的相关文献

作者	年份	稀释方法
Cha等 <sup>[14]</sup>	2020	生理盐水 1:1
Tharakan等 <sup>[16]</sup>	2016	生理盐水 1:1
Nowicki和Duhn <sup>[13]</sup>	2014	生理盐水 1:1
Lee等 <sup>[8]</sup>	2011	生理盐水 1:1
Wu等 <sup>[5]</sup>	2021	不稀释

本共识讨论前期,专家组对全国205位具有肘关节造影经验的小儿骨科医师进行调查研究,结果显示:在是否稀释ICM的选择上,少数医师(37.07%)倾向于使用生理盐水以1:1的比例对ICM进行稀释;而多数医师(62.93%)选择不稀释。

附:《儿童肘关节损伤术中X线造影技术专家共识》专家委员会成员(按姓氏拼音排序)

### 指导专家

林凤飞(福州市第二医院)  
杨建平(天津市天津医院)

### 编写专家组成员

陈顺有(福州市第二医院)  
颀强(西安交通大学附属红会医院)  
陆清达(西安交通大学附属红会医院)  
沈品泉(上海交通大学医学院附属新华医院)  
唐欣(华中科技大学医学院附属武汉协和医院)  
唐学阳(四川大学华西医院)  
王达辉(复旦大学附属上海儿童医院)

王恩波(中国医科大学附属盛京医院)  
韦宜山(内蒙古医科大学第二附属医院)  
徐宏文(广州市妇女儿童医疗中心)  
许洪涛(山东大学齐鲁医院)  
严亚波(空军军医大学西京医院)  
张中礼(天津市天津医院)  
郑朋飞(南京市儿童医院)

### 外审专家组成员

陈后平(贵阳市妇幼保健院)  
郭东(首都医科大学附属北京儿童医院)  
金斌(安徽省儿童医院)  
康映泉(福建省立医院)  
李炳钻(泉州市正骨医院)  
李天友(山东省省立医院)  
刘琦(厦门大学第一附属医院)  
刘振江(首都儿科研究所附属儿童医院)  
鲁明(首都医科大学附属北京积水潭医院)  
任秀智(天津市武清区人民医院)  
宿玉玺(重庆市儿童医院)  
唐伟(山东烟台山医院)  
文捷(湖南省人民医院)  
辛曾峰(浙江大学第二附属医院)  
姚子明(首都医科大学附属北京儿童医院)

### 执笔作者

陆清达(西安交通大学附属红会医院)  
严亚波(空军军医大学西京医院)

【利益冲突】所有参与的编写委员会成员及执笔人均声明与共识中涉及的药物、器械无任何利益冲突

## 参考文献

- [1] Flynn JM. Rockwood and wilkins' fractures in children, eighth edition[M]. Contact Dermatitis, 2015.
- [2] Cheng JC, Wing-Man K, Shen WY, et al. A new look at the sequential development of elbow-ossification centers in children[J]. J Pediatr Orthop, 1998, 18(2): 161-167.
- [3] Leet AI, Young C, Hoffer MM. Medial condyle fractures of the humerus in children[J]. J Pediatr Orthop, 2002, 22(1): 2-7.
- [4] Gufler H, Schulze CG, Wagner S, et al. MRI for occult physal fracture detection in children and adolescents[J]. Acta Radiol, 2013, 54(4): 467-472.
- [5] Wu X, Li X, Yang S, et al. Determining the stability of minimally displaced lateral humeral condyle fractures in children: ultrasound is better than arthrography[J]. J Orthop Surg Res, 2021, 16(1): 32.
- [6] Arvidsson H, Johansson O. Arthrography of the elbow-joint

- [J]. *Acta radiologica*, 1955, 43(6): 445-452.
- [7] Jacobsen S, Hansson G, Nathorst-Westfelt J. Traumatic separation of the distal epiphysis of the humerus sustained at birth[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2009, 91(6): 797-802.
- [8] Lee DH, Han SB, Park JH, et al. Elbow arthrography in children with an ulnar fracture and occult subluxation of the radial head[J]. *J Pediatr Orthop B*, 2011, 20(4): 257-263.
- [9] Mintzer CM, Waters PM, Brown DJ, et al. Percutaneous pinning in the treatment of displaced lateral condyle fractures[J]. *J Pediatr Orthop*, 1994, 14(4): 462-465.
- [10] Marzo JM, d'Amato C, Strong M, et al. Usefulness and accuracy of arthrography in management of lateral humeral condyle fractures in children[J]. *J Pediatr Orthop*, 1990, 10(3): 317-321.
- [11] Akbarnia BA, Silberstein MJ, Rende RJ, et al. Arthrography in the diagnosis of fractures of the distal end of the humerus in infants[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1986, 68(4): 599-602.
- [12] Javed A, Guichet JM. Arthrography for reduction of a fracture of the radial neck in a child with a non-ossified radial epiphysis[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2001, 83(4): 542-543.
- [13] Nowicki PD, Duhn R. The use of arthrography in pediatric orthopaedic surgery[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2014, 22(8): 472-481.
- [14] Cha SM, Shin HD, Choi ES. Long-term outcomes of distal humeral epiphyseal separations treated via closed reduction and pinning under arthrogram[J]. *Injury*, 2020, 51(2): 207-211.
- [15] Swarup I, Chan C, Mehta N, et al. Does an elbow arthrogram change management after closed reduction of mildly displaced lateral condyle fractures in children?[J]. *J Pediatr Orthop B*, 2022, 31(1):7-11..
- [16] Tharakan SJ, Lee RJ, White AM, et al. Distal humeral epiphyseal separation in a newborn[J]. *Orthopedics*, 2016, 39(4): e764-e767.
- [17] Yates C, Sullivan JA. Arthrographic diagnosis of elbow injuries in children[J]. *J Pediatr Orthop*, 1987, 7(1): 54-60.
- [18] Song KS, Waters PM. Lateral condylar humerus fractures: which ones should we fix?[J]. *J Pediatr Orthop*, 2012, 32: 5-9.
- [19] Benzon HT, Schechtman J, Zheng SC, et al. Patients with a history of hypersensitivity reaction to iodinated contrast medium and given iodinated contrast during an interventional pain procedure[J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2019, 44(1): 118-121.
- [20] Davenport MS, Perazella MA, Yee J, et al. Use of intravenous iodinated contrast media in patients with kidney disease: consensus statements from the American College of Radiology and the National Kidney Foundation[J]. 2020, 2(1): 85-93.
- [21] Rosado Ingelmo A, Dona Diaz I, Cabanas Moreno R, et al. Clinical practice guidelines for diagnosis and management of hypersensitivity reactions to contrast media[J]. *J Investig Allergol Clin Immunol*, 2016, 26(3): 144-155.
- [22] Krestan C. Contrast media? guidelines for practical use[J]. *Radiologe*, 2019, 59(5): 444-453.
- [23] Velter C, Schissler C, Moulinas C, et al. Acute generalized exanthematous pustulosis caused by an iodinated contrast radiocontrast medium for computed tomography arthrography of the knee[J]. *Contact Dermatitis*, 2017, 76(6): 371-373.
- [24] 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]. *中国介入心脏病杂志*, 2014, 22(6): 341-349.
- [25] Bansie RD, Karim AF, van Maaren MS, et al. Assessment of immediate and non-immediate hypersensitivity contrast reactions by skin tests and provocation tests: a review[J]. *Int J Immunopathol Pharmacol*, 2021, 35: 20587384211015061.
- [26] Saade C, Karout L, El Asmar K, et al. Impact of various iodine concentrations of iohexol and iodixanol contrast media on image reconstruction techniques in a vascular-specific contrast media phantom: quantitative and qualitative image quality assessment[J]. *Radiol Med*, 2021, 126(2): 221-230.

【收稿日期:2024-5-10】

【本文编辑:孙维】