

• 综 述 •

新生儿 MRI 检查药物镇静方式和非药物镇静方式的研究进展

陆 卓, 徐 莉

(电子科技大学医学院附属妇女儿童医院/成都市妇女儿童中心医院麻醉科, 四川 成都 610091)

[摘要] 新生儿磁共振检查(MRI)通常需要镇静以保证图像质量,镇静方式的选择需兼顾安全性、有效性。该文综述了新生儿 MRI 检查中常用的镇静方法,包括口服、滴鼻镇静药物(如水合氯醛、咪达唑仑、右美托咪定)及非药物镇静技术(如包裹、安抚奶嘴)。药物镇静虽然有效,但存在呼吸抑制等风险;非药物镇静安全性较高,但对部分新生儿效果有限。临床工作中可采用个体化镇静策略结合药物镇静与非药物镇静,提高镇静成功率并降低风险,确保新生儿 MRI 检查的安全与质量。

[关键词] 新生儿; 药物镇静; 非药物镇静; 磁共振检查; 综述

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2025.08.043 **中图法分类号:**R445.2

文章编号:1009-5519(2025)08-1984-04

文献标识码:A

Research progress of drug sedation and non-drug sedation in neonatal MRI

LU Zhuo, XU Li

(Department of Anesthesiology, Affiliated Women and Children's Hospital/Chengdu Women and Children's Center Hospital, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu, 610091 Sichuan, China)

[Abstract] Neonatal magnetic resonance imaging (MRI) often requires sedation to ensure the quality of the image, and the choice of sedation should be both safe and effective. This article reviews the common sedation methods in neonatal MRI examination, including oral or nasal sedative medications (e. g. chloral hydrate, midazolam, dexmedetomidine) and non-drug sedative techniques (e. g. wraps, pacifiers). Although drug sedation is effective, there are risks such as respiratory depression; Non-drug sedation is safer, but it doesn't work for all newborns. In clinical work, individual sedation strategies, which is combining drug sedation and non-drug sedation, improve the success rate of sedation and reduce the risk, so as to ensure the safety and quality of neonatal MRI.

[Key words] Neonatal; Drug sedation; Non-drug sedation; Magnetic resonance imaging; Review

随着扫描技术的发展,磁共振成像(MRI)检查越来越多的应用于新生儿中枢神经系统疾病的诊断。与计算机断层扫描(CT)等其他诊断方式相比, MRI 检查除了提供更清晰的软组织对比度和更丰富的图像信息,还可以避免患儿受到电离辐射^[1],减轻患儿家属的焦虑、担忧。MRI 检查要求患儿在嘈杂幽暗的环境中一动不动完成,对于无法配合的新生儿,通常需要提前镇静干预。本文将国内外新生儿 MRI 检查镇静方式的相关研究综述如下,旨在为临床工作提供参考。

1 药物镇静

与年龄较大的儿童和成人比较,新生儿独特的呼吸循环生理差异决定镇静风险更大,特别是早产儿更容易发生呼吸暂停、氧饱和度下降。同时,肝肾功能的不成熟可能导致麻醉药物排泄减慢和苏醒延迟^[2]。新生儿作为一个脆弱的群体,在使用镇静药物前需要权衡考虑以下内容:(1)新生儿的健康风险;(2)麻醉药物相关的神经毒性;(3)用药及监护人员是否接受

正规培训;(4)监护设备;(5)麻醉、护理及放射科人员对流程的熟练程度及抢救能力^[3-6]。

1.1 水合氯醛 水合氯醛具有镇静、催眠、抗惊厥等作用,临床上通常口服给药,但因味苦,用药时患儿易哭闹、挣扎,出现恶心、呕吐,造成镇静起效延迟^[7]。另外,还可以通过灌肠给药。近年来,水合氯醛是新生儿 MRI 检查的常用镇静药物。2017 年《中国小儿手术室外麻醉/镇静专家共识》推荐水合氯醛作为儿童镇静的首选药物^[8]。

在一项回顾性研究中,1 148 例新生儿通过口服、滴鼻、经胃管给药、纳肛水合氯醛行 MRI 检查,首次用药后能顺利完成检查的镇静成功率为 90.94%,首次镇静失败的新生儿可使用水合氯醛或咪达唑仑进行补救,补救成功率高达 96.00%^[9]。水合氯醛相关的不良事件中,其中呕吐发生率最高(5.66%);呼吸抑制主要表现为呼吸暂停、呼吸困难、舌后坠等,通过置入喉罩、口咽通气道、面罩/鼻导管吸氧,情况得到改善。该回顾性研究指出,缩短新生儿镇静前的禁食

时间或许可一定程度提高镇静成功率。在一项 411 例新生儿(其中 216 例早产儿)口服水合氯醛(用药范围在 20~80 mg/kg)行 MRI 检查的研究中,20 例新生儿出现氧饱和度下降,17 例吸氧后快速恢复,其中足月儿和早产儿不良事件发生率没有差异,表明水合氯醛可以安全地用于新生儿镇静^[10]。但也有研究表明,早产是水合氯醛镇静并发症的高危因素^[11],这可能是由于前一个研究只观察了水合氯醛镇静后呼吸系统相关不良事件与早产之间的关系。40 例新生儿水合氯醛纳肛行 MRI 检查,镇静成功率高达 95%^[12],纳肛可避免患儿因水合氯醛味苦,哭闹、呕吐造成水合氯醛用药量不准确的情况,但患有直肠炎及结肠炎的患儿不宜用此种方法。虽然水合氯醛可以安全有效的用于新生儿镇静,但检查过程中仍需要经验丰富的医生全程进行监护。

1.2 咪达唑仑 咪达唑仑是短效苯二氮类药物,咪达唑仑单独用药镇静成功率波动在 14%~62%,平均起效时间 53 min^[13]。0.3 mg/kg 咪达唑仑滴鼻用于新生儿 MRI 检查,镇静成功率达到 89%,用药后 20 min 达到最大的镇静深度^[14]。咪达唑仑滴鼻用药的新生儿 20 min 左右即可安排检查。7 例新生儿,其中包括 2 例纠正胎龄未满 40 周[纠正胎龄=实际月龄-(40-出生时孕周)/4]的早产儿,使用 0.1~0.2 mg/kg 咪达唑仑滴鼻完成 MRI 检查,用药后的 24 h 内没有死亡、心动过缓、低血压等不良事件发生^[15]。INSERRA 等^[16]研究发现,0.2 mg/kg 咪达唑仑滴鼻用于新生儿 MRI 检查镇静,起效快,大约 9 min,但首次镇静成功率低(35%),额外追加 0.2 mg/kg 咪达唑仑滴鼻增加氧饱和度下降的发生率,其中 4 例新生儿需要吸氧后恢复。卡塔尔的一项单中心研究中,考虑到早产儿通常需要鼻插管或 CPAP 治疗及咪达唑仑鼻内用药的烧灼不适感,研究者对 283 例新生儿使用口腔黏膜 0.1~0.2 mg/kg 咪达唑仑完成 MRI 检查,主要不良事件为血氧饱和度的下降(低于术前 10%)且与咪唑用药量正相关,大多数发生于有潜在先天性异常的新生儿^[17]。

1.3 右美托咪定 右美托咪定是一种高选择性 α_2 肾上腺素能受体激动剂,可诱导剂量依赖性镇静、抗焦虑作用。早产儿围术期易发生呼吸暂停,右美托咪定对呼吸影响小的特点在此人群是一种优势,特别是既往有早产呼吸暂停病史或目前需要呼吸支持治疗的患儿^[18]。中位初始推注剂量 1.39 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (范围 0.34~3.64 $\mu\text{g}/\text{kg}$),推注时间超过 10 min,随后以中位速率 1 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{h}$ (范围 0.5~3.5 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{h}$)连续输注,39 例患儿 MRI 检查镇静成功率达 93%,无明显呼吸抑制发生,剂量相关的心动过缓是最常见的不良反应,其中 4 例需要阿托品纠正处理。

儿科镇静研究联盟指出,右美托咪定滴鼻用于儿童 MRI 检查是安全、有效的^[19],但对于神经系统、肝肾功能等多系统未完全发育完善的新生儿,右美托咪

定滴鼻是否安全需要进一步探究。在一项研究中,13 例早产儿和足月儿使用右美托咪定 2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 滴鼻行 MRI 检查,未观察到心动过缓等不良反应,其中 1 例患儿需要吸入七氟醚补救,所有患儿均完成检查^[20]。BUA 等^[21]对 53 例纠正胎龄足月新生儿使用 3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 右美托咪定滴鼻行头颅 MRI 检查进行研究,其中 26 例一次性完成检查,与既往咪达唑仑滴鼻或静脉注射镇静相比,降低补救需要;既往咪达唑仑组有 2 例出现呼吸暂停需要正压通气,右美托咪定组 7 例出现短暂的血氧饱和度下降<94%,可自行缓解。单一用药增加用药量的同时,也增加了不良反应的发生率,联合用药具有明显优势。101 例新生儿使用 3.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 右美托咪定联合 0.2 mg/kg 咪达唑仑滴鼻^[16],首次镇静成功率高达 91%,极大的改善了单独用药的弊端。右美托咪定对呼吸抑制作用最小,但起效慢,与咪达唑仑联合使用提高了检查周转率,增加了新生儿镇静的有效性。

陈林嵩等^[22]对 380 例新生儿采用右美托咪定 2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 滴鼻联合 30 mg/kg 水合氯醛口服或右美托咪定 2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 滴鼻联合 0.3 mL/kg 水合氯醛灌肠行 MRI 检查,口服组首次镇静成功率明显高于灌肠组(90% vs. 62%),灌肠组起效时间快,共 19 例患儿出现心动过缓。

1.4 七氟烷 七氟烷起效快、苏醒快、无创、可控性强,对于新生儿是一种理想的麻醉药。一项回顾性研究中,892 例新生儿面罩吸入 5%七氟烷+5 L/min 氧气诱导,待睫毛反射消失后,保留自主呼吸,检查期间用 1%七氟烷+2 L/min 氧气维持镇静,期间最常见的不良反应为呼吸暂停(11 例),早产儿呼吸暂停发生率高于足月儿(2.4% vs. 0.5%);气道梗阻 7 例,可能与七氟烷抑制中枢神经系统导致口腔肌肉松弛有关;心率<90 次/分 5 例^[23]。6 例足月新生儿使用 3%七氟烷+4 L/min 氧气诱导,2%七氟烷+1.5 L/min 氧气维持镇静完成 MRI 检查,随着镇静深度的加深,磁共振矢状面成像显示,软腭及舌后气道前后径减小约 1 mm,气道阻力随之增加,潮气量减小,进而因呼吸困难诱发点头呼吸、伪影明显终止检查。建议降低七氟烷吸入浓度、联合小剂量右美托咪定及头部固定器,从而减少气道塌陷和改善影像质量^[24]。

1.5 褪黑素 褪黑素是一种内源性的吲哚胺,主要由松果体生成。新生儿血浆中循环的褪黑素主要来源于母体,出生后第 6~8 周开始生物合成。褪黑素的合成与维生素 B₆ 及色氨酸密不可分。一项前瞻性研究中,110 例新生儿(73 名早产儿及 37 名足月儿)口服三聚氰胺(包含褪黑素、色氨酸、维生素 B₆)完成 MRI 检查,根据入睡情况间断该药,最多用药量 2 mL(褪黑素 4 mg),褪黑素平均用药量(0.64±0.16)mg/kg,中位时间 25 min 即可实现入睡开始检查,镇静成功率 89.9%。有研究表明,口服褪黑素-色氨酸-维生素 B₆ 溶液是一种有用的镇静剂^[25]。

2 非药物镇静

2016 年,美国食品药品监督管理局发布警告:麻醉和镇静药物对 3 岁以下儿童和妊娠 3 个月以下胎儿的大脑具有潜在神经毒性^[26]。有研究发现,对于新生儿使用非药物镇静方法(包括营养性、非营养性吮吸,安抚奶嘴,耳塞,降噪耳机)行无痛诊断性检查(CT、MRI 等),镇静成功率高达 98.9%^[27]。

2.1 母乳喂养、非营养性吮吸和包裹法 非药物干预措施如母乳喂养、非营养性吮吸和包裹法常被用于早产儿 MRI 检查。HELLER 等^[28]在调查全国 NICU 新生儿行 MRI 检查前优先选择镇静方案的问卷中发现,半数以上中心优先选择喂养和包裹法。有研究表明,使用包被、床单包裹小婴儿,不仅有安抚作用,还能减轻疼痛,可用于足跟采血、早产儿视网膜病变筛查等疼痛操作及影像学检查^[29]。喂养联合包裹法通过喂奶、安抚、保暖诱导睡眠,包裹身体限制小婴儿检查中的活动。国外已将这种方法成功应用于小婴儿的 MRI 检查,极大减少了镇静剂的使用^[30]。

2.2 真空固定器 YAMAMURA 等^[31]验证一种特制的真空固定器可以在不使用镇静剂的情况下用于早产儿行 MRI 检查。64 例早产儿在真空保形固定器里行 MRI 检查,成功率 90.6%,和药物镇静组镇静效果相当且准备时间较药物镇静组短。GOLAN 等^[32]将真空婴儿夹板固定器用于新生儿行 MRI 检查,成功率高、风险低。沈晓霞等^[33]将真空固定器联合喂奶用于新生儿行头颅 MRI 检查,在不增加风险的前提下明显提高了头颅 MRI 检查成功率(真空固定器联合喂奶 vs 常规药物镇静 = 92% vs. 75%)。刘莲等^[34]在磁共振转运培养箱中对新生儿行头颅 MRI 检查,未能显著缩短检查时间,但提供了一个相对稳定的检查环境,安全性高。综上所述,真空固定器用于新生儿 MRI 检查具有成功率高、准备时间短等优点,但真空固定器是一种特殊装置,未能在临床普及应用。

2.3 葡萄糖溶液 口服葡萄糖溶液作为一种非药物干预措施已被用于足月和早产新生儿足后跟采血、皮下注射等有疼痛刺激的操作,因为口服葡萄糖通过甜味觉激活内源性阿片样物质的释放发挥镇痛作用。基于甜味刺激的内源性阿片样物质的镇静作用可以帮助新生儿顺利完成 MRI 检查。有研究显示,在 MRI 检查期间给予新生儿口服 30% 葡萄糖,结果 78.9% 的新生儿能顺利完成检查^[35]。因此,建议并支持将这一安全可靠的方法纳入新生儿 MRI 检查常规实践。

3 小 结

尽早获取 MRI 检查结果有助于新生儿疾病的诊断和治疗,但寻求理想的镇静方案仍需更多的临床研究。对新生儿进行镇静时,首先需要综合评估患儿情况,在此基础上,采用个体化镇静策略,严密监测生命体征,尽量避免过度镇静。

参考文献

[1] CALLAHAN J M, CRAVERO P J. Should I irradiate with computed tomography or sedate for magnetic resonance imaging? [J]. *Pediatr Radiol*, 2021, 52(2):1-5.

[2] PARK R S, PEYTON J M, KOVATSI S P G. Neonatal airway management[J]. *Clin perinatol*, 2019, 46(4):745-763.

[3] KARI M, LINDA F, GIBSON S L, et al. The effects of anesthesia on the pediatric developing brain; strategies to reduce anesthesia use in pediatric magnetic resonance imaging and nursing's role in driving patient safety[J]. *J Perianesth Nurs*, 2019, 34(5):900-910.

[4] RONIS MARTIN J J, PEDERSEN KIM B, WATT J, et al. Adverse effects of nutraceuticals and dietary supplements[J]. *Annu Rev Pharmacol Toxicol*, 2018, 58(5):583-601.

[5] MCCANN M E, SORIANO S G. Does general anesthesia affect neurodevelopment in infants and children? [J]. *Bmj*, 2019(3):367-369.

[6] JAIMES C, GEE M S. Strategies to minimize sedation in pediatric body magnetic resonance imaging [J]. *Pediatr Radiol*, 2016, 46(6):916-927.

[7] CUI Y, GUO L, MU Q, et al. Analysis of risk factors for chloral hydrate sedative failure with initial dose in pediatric patients: a retrospective analysis [J]. *Pediatr Drugs*, 2022, 24(4):403-412.

[8] 上官王宁, 尹宁, 左云霞. 小儿手术室外麻醉镇静专家共识[EB/OL]. (2020-02-20) [2024-05-17]. <http://www.csah.cn/guide/detail/394>. Html.

[9] 崔宇, 张茜茜, 杨静, 等. 水合氯醛镇静用于新生儿 MRI 检查的回顾性分析[J]. *中华麻醉学杂志*, 2023, 43(6):749-750.

[10] FINNEMORE A, TOULMIN H, MERCHANT N, et al. Chloral hydrate sedation for magnetic resonance imaging in newborn infants[J]. *Pediatr Anesth*, 2014, 24(2):190-195.

[11] JANG Y E, PARK J B, KANG P, et al. Risk factors for chloral hydrate sedation failure in pediatric patients: a retrospective analysis[J]. *Korean J anesthesiol*, 2024, 77(5):526-536.

[12] 孙文武, 朱彩华, 王有峰, 等. 新生儿 MRI 检查中水合氯醛纳肛的应用效果及其不良反应发生情况分析[J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2020, 18(12):134-17.

[13] DE ROVER I, WYLLEMAN J, DOGGER J J, et al. Needle-free pharmacological sedation techniques in paediatric patients for imaging procedures: a systematic review and meta-analysis[J]. *Br J Anaes*, 2023, 130(1):51-73.

[14] 王芳会, 张洁, 肖谧, 等. 咪达唑仑滴鼻用于新生儿磁共振镇静的效果研究: 前瞻性单盲随机对照研究[J]. *中国当代儿科杂志*, 2020, 22(5):441-445.

[15] KU L C, SIMMONS C, SMITH P B, et al. Intranasal midazolam and fentanyl for procedural sedation and analgesia in infants in the neonatal intensive care unit[J]. *J Neonatal Perinatal Med*, 2019, 12(2):143-148.

[16] INSERRA E, COLELLA U, CAREDDA E, et al. Safety and effectiveness of intranasal dexmedetomidine together with midazolam for sedation in neonatal MRI[J]. Paediatr Anaesth, 2022, 32(1): 79-83.

[17] DAOUD G, KARAYIL M, ALI S, et al. Intervention bundle for optimization of procedural sedation for newborns undergoing magnetic resonance imaging: a single-center quality improvement project in qatar [J]. Biomedicine hub, 2024, 9(1): 73-82.

[18] LEISTER N, YUCETEPE S, ULRICHS C, et al. Dexmedetomidine as a sole sedative for procedural sedation in preterm and neonate infants: a retrospective analysis[J]. Pediatr Anesth, 2022, 32(8): 907-915.

[19] SULTON C, KAMAT P, MALLORY M, et al. The use of intranasal dexmedetomidine and midazolam for sedated magnetic resonance imaging in children: a report from the pediatric sedation research consortium[J]. Pediatric emergency care, 2020, 36(3): 138-142.

[20] ZHOU J, LI H, LIN X. Intranasal dexmedetomidine is safe for procedural sedation in preterm and neonate infants[J]. Asia J surg, 2023, 46(3): 1280-1281.

[21] BUA J, MASSARO M, COSSOVEL F, et al. Intranasal dexmedetomidine, as midazolam-sparing drug, for MRI in preterm neonates[J]. Pediatr Anesth, 2018, 28(8): 810-815.

[22] 陈林嵩. 右美托咪定复合不同给药方式水合氯醛在不同年龄段小儿 MRI 检查镇静效果的临床研究[D]. 青岛: 青岛大学, 2021.

[23] 黄磊, 浦艳英, 刘坤伶, 等. 面罩吸入七氟醚应用于新生儿磁共振检查的回顾性分析[J]. 临床麻醉学杂志, 2019, 35(10): 1016-1017.

[24] YU C, PU Y, GU J, et al. Influence of nodding breath on functional magnetic resonance imaging in neonates with sevoflurane sedation[J]. Asian J surg, 2023, 46(5): 1959-1960.

[25] PICONE S, ARIGANELLO P, MONDI V, et al. A solution based on melatonin, tryptophan, and vitamin B6 (Melamil Tripto[®]) for sedation in newborns during brain MRI[J]. Ital J Pediatr, 2019, 45(1): 11-15.

[26] PARAD R B. Non-sedation of the neonate for radiologic procedures[J]. Pediatr Radiol, 2018, 48: 524-530.

[27] CUI Y, TANG M, MU Q, et al. Four-year review of safe and effective procedural sedation in neonates and young infants[J]. Front Pharmacol, 2024, 15: 1381413.

[28] HELLER B J, YUDKOWITZ F S, LIPSON S. Can we reduce anesthesia exposure? Neonatal brain MRI: swaddling vs. sedation, a national survey[J]. J Clin Anesth, 2017, 38: 119-122.

[29] NELSON A M. Risks and benefits of swaddling healthy infants: an integrative review[J]. MCN Am J Matern Child Nurs, 2017, 42(4): 216-225.

[30] SHARIAT M, MERTENS L, SEED M, et al. Utility of feed-and sleep cardiovascular magnetic resonance in young infants with complex cardiovascular disease[J]. Pediatr Cardiol, 2015, 36(4): 809-812.

[31] YAMAMURA K, TAKATSU Y, MIYATI T, et al. Brain magnetic resonance imaging using a customized vacuum shape-keeping immobilizer without sedation in preterm infants[J]. Magn Reson Imag, 2018, 54: 171-175.

[32] GOLAN A, MARCO R, RAZ H, et al. Imaging in the newborn: infant immobilizer obviates the need for anesthesia[J]. Isr Med Assoc J, 2011, 13(11): 663-665.

[33] 沈晓霞, 刘婷婷, 高福生, 等. 真空固定器联合喂奶方式在新生儿头颅磁共振成像中的应用: 前瞻性随机对照研究[J]. 中国当代儿科杂志, 2020, 22(5): 435-440.

[34] 刘莲, 张鹏, 夏红萍, 等. 磁共振转运培养箱用于新生儿头颅磁共振检查的多中心前瞻性随机对照研究[J]. 中国当代儿科杂志, 2020, 22(12): 1251-1255.

[35] EKER H E, COK O Y, CETINKAYA B, et al. Oral 30% glucose provides sufficient sedation in newborns during MRI[J]. J anesth, 2017, 31(2): 206-211.

(收稿日期: 2025-01-22 修回日期: 2025-05-24)

(上接第 1983 页)

[24] 陈永沛, 胡衍辉, 张杰, 等. 驱动压指导肺保护性通气对老年患者胸腔镜手术炎症反应的影响[J]. 江西医药, 2020, 55(8): 1108-1111.

[25] 黄伟坚, 李洋, 王海彦, 等. 基于驱动压的肺保护性通气策略在婴儿单肺通气中的应用效果[J]. 实用医学杂志, 2024, 40(3): 360-364.

[26] VAN DER ZEE P, GOMMERS D. Recruitment maneuvers and higher PEEP, the So-Called open lung concept, in patients with ARDS[J]. Crit Care, 2019, 23(1): 73.

[27] 李子龙, 张慧, 叶丹, 等. 肺保护性通气策略在非肺脏疾病患者全麻机械通气中的研究进展[J]. 赣南医科大学学报, 2024, 44(10): 1071-1077.

[28] YOUNG C C, HARRIS E M, VACCHIANO C, et al. Lung-protective ventilation for the surgical patient: international expert panel-based consensus recommendations [J]. Br J Anaesth, 2019, 123(6): 898-913.

[29] 王晖, 赵晔, 陈晓红, 等. 肺复张手法与单纯小潮气量机械通气治疗急性呼吸窘迫综合征[J]. 临床肺科杂志, 2009, 14(1): 10-12.

[30] MIURA Y, ISHIKAWA S, NAKAZAWA K, et al. Effects of alveolar recruitment maneuver on end-expiratory lung volume during one-lung ventilation[J]. J Anesth, 2020, 34(2): 224-231.

[31] 唐雪姣, 殷小容. 手法肺复张对行胸腔镜肺叶切除术老年患者麻醉苏醒期低氧血症及肺部并发症的影响[J]. 临床肺科杂志, 2022, 27(5): 672-675.

(收稿日期: 2025-01-16 修回日期: 2025-05-11)