

Non-sedative intervention for improving imaging quality of cranial MR in preschool children

WANG Shuting, LIU Jungang, RAO Zhiyuan, HUANG Bingxu, SHI Minghui, PAN Shiqiang, XIAO Hengke, JIANG Zhongzhen, WANG Jian*

(Department of Radiology, Xiamen Hospital of the Children's Hospital of Fudan University, Xiamen 361006, China)

[Abstract] **Objective** To observe the value of non-sedative intervention for improving imaging quality of cranial MR in preschool children. **Methods** A total of 144 pediatric patients who would undergo cranial MR examination were prospectively enrolled and divided into non-sedation group ($n=62$) and sedation group ($n=82$) according to whether needing sedation. ROI was selected in brainstem, cerebellar white matter, frontal cortex, occipital cortex, head of the caudate nucleus, centrum semiovale, genu of the corpus callosum, splenium of the corpus callosum, cerebrospinal fluid and background, respectively. The signal intensity of each ROI was measured, and image signal-to-noise ratio (SNR) was calculated. The subjective scores and objective evaluations of MR T1WI, T2WI and T2-fluid attenuated inversion recovery (FLAIR) were compared between groups, the differences of objective indicators in non-sedation group were analyzed between different genders, and the correlations of objective indicators with age were observed. **Results** The inter-observer consistency of imaging quality scores was good ($Kappa=0.78$, $P<0.05$). No significant difference of clarity score of gray white matter interface in each sequence was found between groups (all $P>0.05$). The proportion of ones with grade 1 T1WI and T2WI artifact scores in non-sedation group were lower than in sedation group (both $P>0.05$), while no significant difference of T2-FLAIR artifact scores was observed between groups ($P>0.05$). In T2WI, SNR of gray matter, cerebrospinal fluid and brainstem of non-sedation group were lower than those of sedation group ($Z=-2.833$, -3.111 , -3.990 , all $P<0.05$), while no significant difference of other objective indicators was detected between groups (all $P>0.05$). There was no significant difference of objective indicators between different genders in non-sedation group (all $P>0.05$). SNR of brainstem in T2WI showed a weak positive correlation with patient's age ($r_s=0.255$, $P=0.045$), while other indicators showed no significant correlation with age (all $P>0.05$). **Conclusion** Non-sedative intervention was helpful to improving imaging quality of cranial MR in preschool children.

[Keywords] child; brain; magnetic resonance imaging; prospective studies

DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2026.03.023

非镇静干预用于改善学龄前儿童颅脑 MR 成像质量

王舒婷, 刘俊刚, 饶志远, 黄炳旭, 施明慧, 潘世强, 肖珩珂, 蒋中臻, 王 健*

(复旦大学附属儿科医院厦门医院放射科, 福建 厦门 361006)

[摘要] **目的** 观察非镇静干预用于改善学龄前儿童颅脑 MR 成像质量的价值。 **方法** 前瞻性纳入 144 例将接受颅脑 MR 检查患儿, 根据是否需要镇静分为非镇静组 ($n=62$) 与镇静组 ($n=82$)。分别选取脑干、小脑白质、额叶皮层、枕叶皮层、尾状核头、半卵圆中心、胼胝体膝部、胼胝体压部、脑脊液及背景共 10 个 ROI, 测量其信号强度, 计算图像信噪比 (SNR)。比较组间 MR T1WI、T2WI 及 T2-液体衰减反转恢复 (FLAIR) 图像主观评分和客观评价结果; 观察非镇静组内

[基金项目] 厦门市科技计划项目 (3502Z20199096)。

[第一作者] 王舒婷 (1990—), 女, 福建福清人, 本科, 主管技师。研究方向: 影像技术。E-mail: 2999011@qq.com

[通信作者] 王健, 复旦大学附属儿科医院厦门医院放射科, 361006。E-mail: wangjianzhi2005@163.com

[收稿日期] 2025-02-18 **[修回日期]** 2025-09-02

不同性别患儿客观指标差异,分析客观指标与年龄的相关性。**结果** 观察者间图像质量评分的一致性较好(Kappa = 0.78, $P < 0.05$)。组间各序列灰白质界面清晰度评分差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。非镇静组 T1WI 及 T2WI 伪影评分 1 级者占比低于镇静组(P 均 > 0.05);T2-FLAIR 伪影评分组间差异无统计学意义($P > 0.05$)。非镇静组 T2WI 大脑灰质、脑脊液及脑干 SNR 均低于镇静组($Z = -2.833, -3.111, -3.990, P$ 均 < 0.05),组间其余客观指标差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。非镇静组不同性别间客观指标差异均无统计学意义(P 均 > 0.05);T2WI 脑干 SNR 与年龄呈弱正相关($r_s = 0.255, P = 0.045$),其余指标与年龄无明显相关(P 均 > 0.05)。**结论** 非镇静干预有助于改善学龄前儿童颅脑 MR 成像质量。

[关键词] 儿童; 脑; 磁共振成像; 前瞻性研究

[中图分类号] R72; R445.2 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2026)03-0434-05

学龄前期儿童心理发育未成熟,难以配合 MR 检查,多需接受药物镇静;但镇静药物存在急性意外风险,甚至可能存在神经毒性和导致长期认知缺陷等延迟影响^[1]。近年国外已利用 MR 模拟机训练及互动游戏等非镇静措施进行 MR 检查前干预^[2-4],以提高检查成功率和图像质量。本研究观察非镇静干预用于改善学龄前儿童颅脑 MR 成像质量的价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象 前瞻性纳入 2022 年 7 月—2023 年 7 月复旦大学附属儿科医院厦门医院 144 例接受颅脑 MR 检查患儿,检查前均进行非镇静干预;其中 62 例经非镇静干预顺利完成 MR 检查(非镇静组),男 26 例、女 36 例,年龄 3~6 岁、平均(4.8±0.7)岁;82 例经干预后仍不能配合,予镇静后接受检查(镇静组,图 1),男 56 例、女 26 例,年龄 3~6 岁、平均(4.1±0.7)岁。纳入标准:①年龄 3~6 岁;②生命体征稳定,无心血管系统、呼吸系统疾病史。排除标准:①MR 检查禁忌证;②神经系统发育异常,存在认知障碍;③幽闭恐惧症。本研究经医院伦理委员会批准(厦儿科伦审[2023]53 号);检查前患儿监护人均签署知情同意书。

1.2 仪器与方法

1.2.1 非镇静干预 检查前进行系统化干预:①MR 声音脱敏训练,以 MR 扫描真实声音促使患儿适应噪声环境,每次训练 10 min,连续 3 天;②互动游戏训

练,提供专门的互动游戏视频,指导家长协助开展静止训练,每日训练 15 min,连续 3 天;③MR 模拟机体验,检查前以自制 MR 模拟机(图 2)帮助患儿熟悉 MR 扫描环境、体验扫描过程,约 15 min;④无磁降噪耳机,检查中予患儿聆听音乐,以降低 MR 噪声,提高其配合度。干预有效评估标准:患儿于 MR 模拟机内保持静止 10 min 以上,对扫描环境和噪声表现出适应行为,无明显恐惧和抗拒反应。建立监护人微信群,每日打卡,并由专业人员远程指导提高患儿依从性。

1.2.2 MR 检查 采用 Siemens Skyra 3.0T 超导 MR 仪、16 通道头颈线圈。嘱患儿仰卧、头先进,扫描范围自颅底至颅顶,采集常规颅脑轴位 T1WI、T2WI 及 T2-液体衰减反转恢复(fluid attenuated inversion recovery, FLAIR)图像。参数:① T1WI, TR 1 800 ms, TE 9 ms, TI 894 ms, FOV 230 mm × 187 mm, 矩阵 320 × 240;② T2WI, TR 4 330 ms, TE 109 ms, FOV 230 mm × 194 mm, 矩阵 384 × 267;③ T2-FLAIR, TR 8 500 ms, TE 81 ms, TI 2 440 ms, FOV 230 mm × 194 mm, 矩阵 320 × 224;层厚均为 5 mm,层间距均为 1.5 mm;扫描时间共 4 min 1 s。

1.3 图像分析

1.3.1 主观评分 由 2 名具有 5 年以上影像学诊断经验的主治医师采用双盲法对图像质量进行评分。

①灰白质界面清晰度(观察额叶灰质与皮层下白质、深

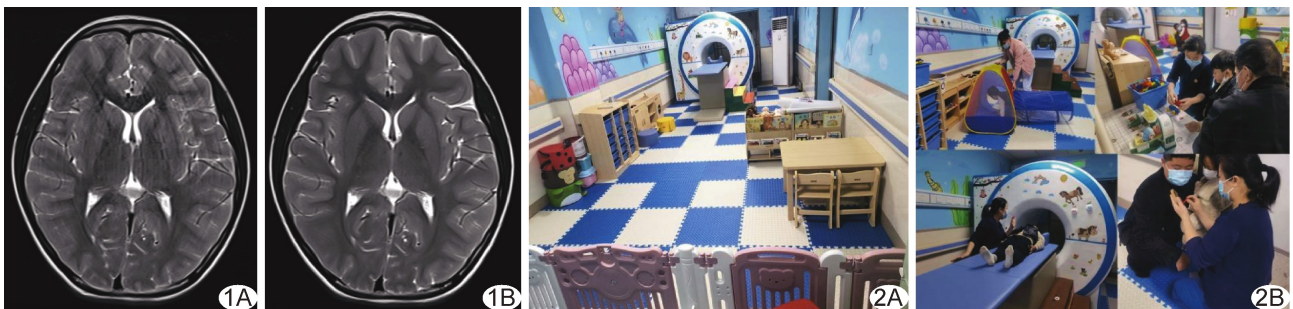


图 1 患儿男,5 岁,颅脑轴位 MR T2WI A. 非镇静干预后图像存在弧形运动伪影,提示干预失败;B. 镇静后图像无运动伪影

图 2 非镇静干预 A. 安抚室,含 MR 模拟机体验区、游戏互动区和阅读区;B. MR 检查前使患儿体验模拟机,与之进行互动游戏

部灰质核团与周围白质界面);5分,非常清晰;4分,较清晰;3分,模糊,但可分辨;2分,模糊,较难分辨;1分,无明确界限。②运动伪影:1级,无伪影;2级,极轻微伪影,较难发现;3级,轻微伪影,不明显;4级,明显伪影,影响诊断;5级,严重伪影,不能接受;1~3级不影响诊断。2名医师评分不一致时,经共同阅片达成共识。

1.3.2 客观评价 以信噪比(signal-to-noise ratio, SNR)为评价指标。由上述2名医师共同阅片。于每个序列图像中勾画10个0.10 cm²的ROI,包括脑干、小脑白质、额叶皮层、枕叶皮层、尾状核头、半卵圆中心、胼胝体膝部、胼胝体压部、脑脊液及背景;见图3。对额叶皮层、枕叶皮层及尾状核头取信号强度平均值作为大脑灰质信号强度,对半卵圆中心、胼胝体膝部及胼胝体压部取信号强度平均值作为大脑白质信号强度。

1.4 统计学分析 采用SPSS 23.0统计学分析软件。以 $\bar{x} \pm s$ 表示符合正态分布的计量资料,以中位数(上下四分位数)表示不符合者,组间行t检验或Mann-Whitney U检验。以例表示计数资料,以 χ^2 检验进行比较。以Spearman秩相关系数分析评估非镇静组客观指标与年龄的相关性, $|r_s| \leq 0.30$ 为弱相关、 $0.30 < |r_s| \leq 0.60$ 为低度相关、 $0.60 < |r_s| \leq 0.80$ 为中度相关、 $|r_s| > 0.80$ 为强相关。采用Kappa检验分析观察者间对于图像质量主观评分的一致性, $0.80 < Kappa \leq 1.00$ 为一致性好, $0.60 < Kappa \leq 0.80$ 为一致性较好, $0.40 < Kappa \leq 0.60$ 为一致性中等, $0.20 < Kappa \leq 0.40$ 为一致性一般, $Kappa \leq 0.20$ 为一致性较

差。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

镇静组男性占比显著高于非镇静组($\chi^2 = 10.015, P = 0.002$),而年龄低于非镇静组($t = 5.942, P < 0.001$)。

2.1 主观评分 观察者间对于图像质量主观评分的一致性较好(Kappa=0.78, $P < 0.05$)。组间各序列灰白质界面清晰度评分差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。非镇静组T1WI及T2WI伪影评分1级者占比低于镇静组(P 均 > 0.05),而组间T2-FLAIR伪影评分差异无统计学意义($P > 0.05$);见表1、2。

2.2 客观评价 非镇静组T2WI大脑灰质、脑脊液及脑干SNR均低于镇静组($Z = -2.833, -3.111, -3.990, P$ 均 < 0.05);其余客观指标组间差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。非镇静组不同性别间客观指标差异均无统计学意义(P 均 > 0.05),T2WI脑干SNR与患儿年龄呈弱正相关($r_s = 0.255, P = 0.045$),其余指标与患儿年龄无明显相关(P 均 > 0.05)。

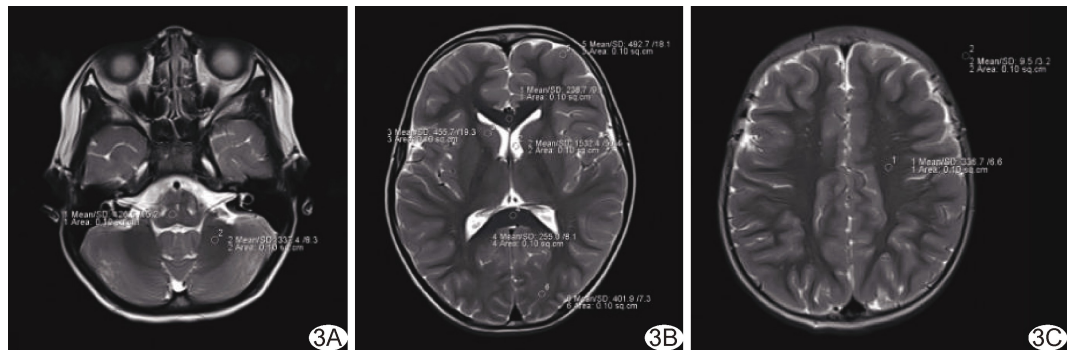


图3 勾画ROI示意图 在颅脑轴位MR T2W中分别于脑干、小脑白质区(A)、额叶皮层、枕叶皮层、尾状核头、胼胝体膝部、胼胝体压部、脑脊液区(B)及半卵圆中心和背景区(C)勾画ROI

表1 比较患儿颅脑各序列图像灰白质界面清晰度评分(例)

组别	T1WI			T2WI			T2-FLAIR 图像		
	3分	4分	5分	1分	4分	5分	3分	4分	5分
非镇静组(n=62)	1	3	59	1	7	54	0	5	56
镇静组(n=82)	0	3	79	2	6	76	1	7	72
χ^2 值	1.223			2.031			0.980		
P 值	1.000			0.300			1.000		

表2 比较患儿颅脑各序列图像伪影评分(例)

组别	T1WI			T2WI			T2-FLAIR 图像		
	1级	2级	3级	1级	2级	3级	1级	2级	3级
非镇静组(n=62)	25	23	14	29	25	8	55	7	0
镇静组(n=82)	72	8	2	74	6	2	77	4	1
χ^2 值	36.970			32.763			2.661		
P 值	< 0.001			< 0.001			0.203		

表 3 患儿颅脑各序列图像 SNR 比较

组别	T1WI				
	大脑灰质	大脑白质	脑脊液	脑干	小脑白质
非镇静组 (n=62)	44.23(32.33,56.13)	56.38(37.63,75.13)	9.40(6.35,12.45)	50.67(33.57,67.77)	52.16(35.06,69.26)
镇静组 (n=82)	43.03(33.43,52.63)	54.69(41.34,68.04)	9.24(7.22,11.26)	53.81(42.36,65.26)	54.08(41.43,66.73)
Z 值	0.871	0.602	1.171	-0.492	-0.941
P 值	0.381	0.548	0.244	0.620	0.347
组别	T2WI				
	大脑灰质	大脑白质	脑脊液	脑干	小脑白质
非镇静组 (n=62)	51.37(42.67,60.07)	29.33(25.08,33.58)	145.40(121.15,169.65)	42.24(35.74,48.74)	35.78(27.88,43.68)
镇静组 (n=82)	54.50(46.95,62.05)	30.81(26.41,35.21)	156.60(136.40,176.80)	48.82(41.22,56.42)	40.70(34.40,47.00)
Z 值	-2.833	-1.771	-3.111	-3.990	-2.692
P 值	0.005	0.770	0.020	<0.001	0.070
组别	T2-FLAIR 图像				
	大脑灰质	大脑白质	脑脊液	脑干	小脑白质
非镇静组 (n=62)	19.88(18.18,21.58)	13.89(12.56,15.22)	2.52(1.74,3.30)	18.89(17.19,20.59)	17.20(15.23,19.17)
镇静组 (n=82)	19.70(17.74,21.66)	13.92(12.07,15.77)	1.97(1.15,2.79)	20.38(18.17,22.59)	18.11(15.79,20.43)
Z 值	1.083	-0.292	2.160	-2.791	-2.452
P 值	0.280	0.771	0.310	0.050	0.140

3 讨论

MR 已广泛用于诊断儿童颅脑疾病^[5],但检查时间长、噪声大,儿童常因恐惧或无法配合而需镇静,但镇静药物可致低血压、呼吸抑制及过敏等^[6-9],一旦麻醉科介入,增加设备、药品及人力投入,延长留院时间并提高医疗费用、占用医疗资源^[10-11]。如何在保证图像质量的前提下避免使用镇静药物成为优化儿科 MR 检查流程的关键。

本研究对 144 例患儿行 MR 检查前非镇静干预,其中 62 例干预成功(62/144,43.06%),有效减少了镇静药物使用率及不良事件发生率,但与国外研究^[12]相比成功率较低,可能与经验有限、干预手段相对较少及家长配合度不足有关。

本研究组间各序列灰白质界面清晰度评分差异均无统计学意义(P 均 >0.05),表明非镇静干预 MR 检查能清晰显示解剖细节。非镇静组 T1WI 及 T2WI 伪影评分中 1 级者占比低于镇静组(P 均 >0.05),提示该组图像质量有所下降,但伪影评分均在 1~3 级,不影响临床诊断。非镇静组 T2WI 大脑灰质、脑脊液及脑干 SNR 均低于镇静组但差异较小,且主观评分显示图像质量不影响诊断。

本研究非镇静组不同性别间客观指标差异均无统计学意义,仅 T2WI 脑干 SNR 与年龄呈弱正相关($r_s=0.255, P=0.045$),表明对于不同性别和年龄的学龄前儿童实施有效非镇静干预措施均有助于成功完成检查。此外,镇静组中男性占比高于、而年龄低于非镇静组,提示对于男性和低龄患儿可能需要更为个体

化的方案及延长适应时间。

综上,以非镇静干预改善学龄前儿童颅脑 MR 成像质量具备可行性。本研究的主要局限性:①样本量相对较小,尤其非镇静组病例有限;②未对不同年龄段进行亚组分析;③未能评估长期干预效果;有待后续扩大样本量,针对不同年龄、性别实施个体化非镇静干预方案,以进一步提高非镇静干预 MR 检查成功率、减少镇静药物使用。

利益冲突:全体作者声明无利益冲突。

作者贡献:王舒婷研究设计、撰写和修改文章;刘俊刚指导、修改文章;饶志远和黄炳旭图像和数据分析;施明慧、潘世强、肖珩珂和蒋中臻数据分析;王健指导、统计分析、经费支持。

[参考文献]

- [1] 刘磊,孙盈盈,孙雅娟,等.全麻诱导期多模式非药物处理对学龄前儿童苏醒期谵妄的影响[J].中华麻醉学杂志,2023,43(9):1031-1036.
- [2] HARRINGTON S G, JAIMES C, WEAGLE K M, et al. Strategies to perform magnetic resonance imaging in infants and young children without sedation[J]. Pediatr Radiol, 2022,52(2):374-381.
- [3] 邓晓芳,庄德义,刘俊刚,等.应用智能化安抚策略信息系统降低学龄前儿童短时磁共振镇静率的质量改进研究[J].中国循证儿科杂志,2023,18(1):58-61.
- [4] 吴小花,周莲娟,俞君,等.学龄前儿童磁共振成像检查前心理准备游戏的设计与实践[J].中华护理教育,2023,20(3):338-342.
- [5] COPELAND A, SILVER E, KORJA R, et al. Infant and child

- MRI: A review of scanning procedures [J]. *Front Neurosci*, 2021, 15:666020.
- [6] FONG C Y, LIM W K, LI L, et al. Chloral hydrate as a sedating agent for neurodiagnostic procedures in children [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2021, 8(8):CD11786.
- [7] KOLASKI K. Is chloral hydrate effective and safe as a sedating agent for neurodiagnostic procedures in children? A cochrane review summary with commentary [J]. *Dev Med Child Neurol*, 2022, 64(8):941-943.
- [8] 王云, 江来. 全身麻醉对小儿脑发育影响的临床研究进展 [J]. *中华麻醉学杂志*, 2022, 42(11):1397-1400.
- [9] ANWAR I, MCCABE B, SIMCOCK C, et al. Paediatric magnetic resonance imaging adaptations without the use of sedation or anaesthesia: A narrative review [J]. *J Med Imaging Radiat Sci*, 2022, 53(3):505-514.
- [10] 潘守东, 王天龙. 重视儿童麻醉苏醒期谵妄的识别、预防和处理 [J]. *药物不良反应杂志*, 2023, 25(6):321-323.
- [11] ASHMORE J, DI PIETRO J, WILLIAMS K, et al. A free virtual reality experience to prepare pediatric patients for magnetic resonance imaging: Cross-sectional questionnaire study [J]. *JMIR Pediatr Parent*, 2019, 2(1):e11684.
- [12] JAIMES C, ROBSON C D, MACHADO-RIVAS F, et al. Success of nonsedated neuroradiologic MRI in children 1—7 years old [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2021, 216(5):1370-1377.

使用阿拉伯数字和汉字数字的一般原则

根据 GB/T 15835《出版物上数字用法的规定》

(1) 在统计图表、数学运算、公式推导中所有数字包括正负整数、小数、分数、百分数和比例等, 都必须使用阿拉伯数字。

(2) 在汉字中已经定型的词、词组、成语、缩略语等都必须使用汉语数字, 例如: 一次方程、三维超声、二尖瓣、法洛四联症、星期一、五六月、八九个月、四十七八岁等。

(3) 除了上述情况以外, 凡是使用阿拉伯数字而且又很得体的地方, 都应该使用阿拉伯数字。遇到特殊情况时, 可以灵活掌握, 但应该注意使全篇同一。

(4) 如果数字的量级小于 1 时, 小数点前面的零(0)不能省去, 如 0.32 不能写成.32。