

快速成像技术在儿童磁共振检查中的应用研究

张高峰 尤丽芹 (通讯作者) 毕红春

昆明市儿童医院 云南 昆明 650034

【摘要】：目的：探究快速成像技术应用于儿童磁共振（MRI）检查的临床价值。方法：选取 2025 年 1 月—2025 年 12 月于本院接受磁共振检查的 80 例患儿为研究对象，随机分为对照组、实验组各 40 例。对照组采用常规 MRI 成像技术检查，实验组应用快速成像技术开展扫描，统一检查部位与扫描参数基准，对比两组检查效果。结果：实验组扫描耗时显著短于对照组，检查成功率、图像优良率显著高于对照组，运动伪影发生率显著低于对照组，各项指标组间差异均具备统计学意义（ $P < 0.05$ ）。结论：快速成像技术可有效缩短儿童磁共振扫描时长，规避患儿躁动引发的图像伪影问题，大幅提升检查成功率与成像质量，适配儿童依从性差的检查特点，安全性与实用性极强，可在儿童磁共振临床检查中普及应用。

【关键词】：快速成像技术；儿童患者；磁共振检查；成像质量；检查成功率

DOI:10.12417/2811-051X.26.10.084

引言

磁共振检查凭借无辐射、分辨率高、软组织成像清晰的优势，成为儿童颅脑、骨关节、腹腔脏器病变筛查与诊断的核心影像学手段^[1]。但常规 MRI 成像技术扫描序列多、耗时较长，而儿童患儿自控能力薄弱、配合度较差，检查过程中易出现躁动、翻身、哭闹等行为，极易引发运动伪影，导致图像质量不达标、检查重复进行，不仅增加检查耗时与医疗资源消耗，还会加重患儿及家属的心理负担。快速成像技术依托优化扫描序列、重构采集算法，可在保障成像精度的前提下压缩扫描时长，适配儿童检查特殊性^[2]。本研究创新性对比分析快速成像与常规成像技术在儿童 MRI 检查中的应用效果，为儿童影像学精准检查提供技术参考。

1 研究资料与方法

1.1 一般资料

选取 2025 年 1 月—2025 年 12 月本院收治的 80 例行磁共振检查的患儿为研究样本，涵盖颅脑、膝关节、腹部等常规检查部位，患儿年龄跨度符合儿童影像学检查群体特征，样本选取随机且无选择性偏倚，研究数据具备临床代表性。采用随机数字表法将 80 例患儿均分为对照组与实验组，每组 40 例。纳入标准：临床疑似脏器、神经系统、骨关节病变，需行 MRI 检查确诊；年龄 4~12 岁；生命体征平稳，无检查禁忌证。排除标准：体内存在金属植入物、幽闭恐惧症患者；合并重度脏器功能不全、意识障碍；检查前使用镇静药物；临床资料缺失者。基线统计学检验显示，两组患儿性别构成（ $\chi^2=0.201$ ， $P=0.654$ ）、年龄分布（ $t=0.607$ ， $P=0.545$ ）对比无显著统计学差异（ $P > 0.05$ ），基线资料均衡可比。

1.2 实验方法

所有患儿均采用本院同一台 3.0T 超导磁共振扫描仪完成影像学检查，检查前统一由专职影像护理人员开展健康宣教与心理疏导，详细告知患儿及家属检查流程、环境特点、体位配

合要点及相关注意事项，对情绪紧张、躁动不安的患儿给予耐心安抚与情绪干预，全程不使用镇静药物，最大程度保障研究的安全性、真实性与客观性。

对照组采用常规磁共振成像技术开展检查，依据不同检查部位设置对应的传统扫描序列，包含常规 T1WI、T2WI、FLAIR 等基础序列，严格遵循医院标准扫描参数完成数据采集、信号接收与图像重建工作，全程按照固有流程规范操作，不进行任何参数优化与序列精简，完整完成全部序列扫描后统一输出成像结果。

实验组采用优化后的快速成像技术进行扫描检查，在常规成像原理与诊断标准基础上，采用临床主流磁共振快速扫描序列组合完成成像，具体包括快速自旋回波（FSE/TSE）、单次激发快速自旋回波（SS-FSE/SS-TSE）、快速扰相梯度回波（快速 GRE/FLASH/T1-FFE）、平面回波成像（EPI）、快速反转恢复序列（STIR/FLAIR）及梯度自旋回波（GRASE），同时联合并行采集技术（SENSE、GRAPPA）进一步提升扫描效率。在完整保留病灶诊断核心信息、严格保障诊断精度的前提下，精简临床非必要的冗余扫描步骤，合理调整重复采集次数、层厚、层间隔等核心扫描参数，大幅压缩单序列扫描时长与整体检查时间。同时结合 4~12 岁儿童检查依从性差、耐受度低的临床特点优化整体扫描流程，优先采集临床核心诊断序列，最大限度缩短患儿躺卧静检时长；全程实时监测患儿状态，根据患儿配合情况灵活微调扫描参数，有效规避轻微躁动引发的图像失真与信号干扰。扫描完成后采用专属快速图像重建算法处理原始数据，自动修正、过滤轻微运动干扰产生的伪影，进一步提升图像整体清晰度与对比度。两组所有成像结果均由本院 2 名资深影像主治医师采用双盲法独立阅片，统一图像质量评判标准与诊断依据，排除个人主观判定偏差，确保两组检查条件除成像技术不同外，其余环境、设备、人员、流程完全一致，充分保障本次研究结果的科学性与准确性。

1.3 观察指标

1.扫描耗时：精准统计两组患儿从体位摆放完成至全部序列扫描结束的单次完整检查扫描时长；2.图像优良率：由两名影像医师双盲评估图像清晰度、伪影情况、解剖结构显示度，统计符合临床诊断标准的优良图像占比；3.检查成功率：统计两组患儿无需二次扫描、一次性顺利完成全程检查且图像达标的患儿占比。

1.4 统计学分析

用 SPSS 26.0 分析，计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示，用 t 检验；计数资料 $[n(\%)]$ ，用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为有统计学意义。

本研究所有收集的临床数据与影像资料均采用 SPSS 26.0 统计学软件进行系统化分析处理，其中计量资料（扫描耗时）属于正态分布数据，以均数±标准差 $(\bar{x} \pm s)$ 表示，组间数据对比采用独立样本 t 检验；计数资料（图像优良率、检查成功率）以 $[n(\%)]$ 表示，组间数据对比采用 χ^2 检验，以 $P < 0.05$ 为组间差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患儿扫描耗时对比

表 1 两组患儿磁共振检查扫描耗时对比 $(\bar{x} \pm s, \text{min})$

指标	对照组(n=40)	实验组(n=40)	t 值	P 值
扫描耗时	18.65±3.24	8.42±2.16	16.528	0.000

统计结果显示，实验组患儿磁共振检查扫描耗时显著短于对照组，经独立样本 t 检验分析， $t=16.528$ ， $P=0.000$ ，组间数据差异具有显著统计学意义 ($P < 0.05$)。

2.2 两组患儿图像优良率对比

表 2 两组患儿检查图像优良率对比 $[n(\%)]$

指标	对照组(n=40)	实验组(n=40)	χ^2 值	P 值
图像优良率	72.50%	95.00%	7.439	0.006

实验组图像优良率显著高于对照组，经卡方检验分析， $\chi^2=7.439$ ， $P=0.006$ ，组间差异存在统计学意义 ($P < 0.05$)。

2.3 两组患儿检查成功率对比

表 3 两组患儿磁共振检查成功率对比 $[n(\%)]$

指标	对照组(n=40)	实验组(n=40)	χ^2 值	P 值
检查成功率	77.50%	97.50%	7.314	0.007

实验组患儿一次性检查成功率显著高于对照组，经卡方检验验证， $\chi^2=7.314$ ， $P=0.007$ ，组间差异具有统计学意义 ($P <$

0.05)，说明快速成像技术可有效提升儿童 MRI 检查的整体效率与成功率。

3 讨论

儿童磁共振检查是儿科临床疾病诊断的重要影像学手段，相较于 CT、X 线检查，其无电离辐射、软组织分辨率高、可多方位成像，能够精准清晰显示儿童颅脑发育、骨关节损伤、腹腔脏器病变等细微病理改变，对儿科疑难疾病的早期筛查、确诊与预后评估具有不可替代的临床价值。但儿童群体生理与心理特性特殊，低龄患儿认知能力、自控能力、环境适应能力较差，对密闭扫描环境、机器噪音存在明显恐惧心理，检查过程中极易出现哭闹、躁动、肢体移位等行为，这也是制约儿童磁共振检查质量与效率的核心因素。常规磁共振成像技术扫描序列繁琐、采集参数保守、整体扫描时长偏长，患儿长时间保持静止体位难度极大，极易引发运动伪影，造成图像模糊、结构显示不清，无法满足临床诊断标准，进而导致重复扫描、二次检查，不仅延长患儿检查时长、增加家属焦虑情绪，还会造成医疗设备资源与人力资源的浪费，同时反复检查也会提升患儿不适体验，形成检查配合度差、成像质量低的恶性循环，因此优化儿童磁共振扫描技术、适配儿童检查特殊性是儿科影像领域的重点研究方向^[3]。

本研究结果明确证实，快速成像技术应用于 4~12 岁儿童磁共振检查具备显著优势，可全方位优化检查效率、成像质量与检查成功率。从扫描效率层面分析，实验组扫描时长大幅缩短，相较于常规成像技术优势极为突出。常规 MRI 技术为保障成像精度，采用多序列、高重复采集模式，扫描流程冗余繁琐，整体耗时久。而本研究采用的各类快速 MRI 序列可从原理上大幅缩短采集时间：快速自旋回波 (FSE/TSE) 通过单次激发多回波采集，摒弃常规序列逐次采集的弊端，显著缩短常规序列扫描时间；单次激发快速自旋回波 (SS-FSE/SS-TSE) 可单次激发完成全层回波采集，单层成像耗时不足 1s，适配无法长时间静卧的躁动患儿；快速扰相梯度回波 (快速 GRE) 成像速度快，适用于动态增强及快速解剖成像；平面回波成像 (EPI) 成像速度可达毫秒级，是弥散成像、功能成像的核心快速序列；快速反转恢复序列 (STIR/FLAIR) 可快速完成脂肪抑制、组织信号抑制，兼顾成像速度与对比度；梯度自旋回波 (GRASE) 融合梯度回波与自旋回波优势，成像快且伪影少，配合 SENSE、GRAPPA 并行采集技术，可进一步成倍提升扫描效率。该技术组合在不丢失核心诊断信息、不降低病灶识别精度的前提下，精简非必要扫描序列，优化相位编码、层间距、采集次数等核心参数，重构图像快速采集与重建模型，大幅压缩无效扫描时长，将患儿体位保持时间缩短一半以上。检查时长的缩减，可极大降低 4~12 岁患儿躯体疲劳感与心理抵触情绪，从时间维度减少患儿躁动、移位的概率，为高质量成像奠定基础，完美适配该年龄段儿童无法长时间静卧检查的生理特

点^[4]。

从成像质量层面分析, 实验组图像优良率显著高于对照组, 充分体现了快速成像技术的临床应用价值。常规扫描因时长较长, 患儿中后期躁动概率大幅提升, 运动伪影、重影、模糊等问题频发, 导致大量图像无法用于精准诊断。而上述快速扫描序列搭配专属快速重建算法, 不仅能缩短扫描周期, 还可自动过滤 4~12 岁患儿小幅肢体移动引发的轻度伪影, 优化图像对比度与清晰度, 精准保留病灶细节与正常组织解剖结构。同时, 该技术聚焦临床核心诊断区域成像, 强化关键部位成像精度, 规避了常规技术面面俱到、重点模糊的缺陷, 能够为儿科神经系统、骨关节、腹部病变的精准诊断提供清晰、可靠的影像学依据, 有效降低漏诊、误诊风险。

从临床检查成功率层面分析, 实验组一次性检查成功率显著优于对照组, 大幅减少了重复扫描情况。常规检查模式下, 4~12 岁患儿因无法耐受长时间静卧, 中途易出现剧烈躁动, 导致检查中断或成像失效, 需重新预约、二次检查, 极大影响临床诊疗节奏。快速成像技术通过短时扫描、低干扰成像的优势, 最大程度适配该年龄段儿童检查依从性特点, 无需依赖镇静药物干预, 即可实现一次性顺利成像, 既规避了镇静药物带来的潜在风险, 又提升了检查效率, 减少医疗资源消耗, 同时提升患儿家属检查满意度, 改善医患沟通体验, 具备极高的临床实用性与安全性。

从技术创新与临床发展层面分析, 快速成像技术有效突破了传统儿童磁共振检查的固有技术瓶颈, 彻底改变了以往“长时扫描、被动耐受、反复补扫”的传统落后模式, 构建了“短时、高效、精准、安全、舒适”的新型儿童影像检查体系。传统儿童 MRI 检查为提升成功率, 多依赖镇静麻醉手段提升患儿配合度, 存在一定的医疗安全隐患, 而快速成像技术通过多类快速扫描序列联合并行采集技术的算法与参数优化革新方

式替代药物干预, 实现无创、安全、高效的 4~12 岁儿童磁共振检查, 高度契合现代儿科精准医疗、舒适化医疗、安全医疗的核心发展理念。同时, 该技术操作便捷、适配性强, 无需更换高端设备, 仅通过扫描参数与序列方案优化即可实现, 可广泛适配各级医院儿科影像检查场景, 具备极强的临床推广价值与应用前景。

现阶段临床 4~12 岁儿童磁共振检查仍存在诸多短板, 常规技术的局限性长期制约儿科影像诊断效率, 而快速成像技术从技术层面解决了该年龄段儿童配合度低、成像质量差、检查耗时长等核心痛点, 实现了技术优势与儿童生理心理特征的精准适配。但本研究仍存在一定局限性, 研究样本量有限, 仅涵盖部分常见检查部位, 后续可扩大样本量、拓展检查部位, 进一步验证该技术的普适性。总体而言, 快速成像技术相较于常规成像技术, 在儿童 MRI 检查中具备全方位应用优势, 可有效弥补传统技术缺陷, 推动儿童磁共振检查技术向高效化、精准化、舒适化方向发展。

4 结论

4~12 岁儿童群体的特殊性导致常规磁共振成像技术存在检查耗时长、伪影发生率高、成像质量差、成功率低等诸多问题, 难以适配现代儿科精准诊疗的临床需求。快速成像技术通过优化多种快速专属扫描序列、联合并行采集技术、重构采集算法、精简冗余流程, 有效突破传统技术瓶颈, 大幅缩短儿童磁共振扫描时长, 从根源降低患儿躁动引发的运动伪影风险。同时可显著提升图像成像质量与一次性检查成功率, 无需借助镇静药物即可完成高质量检查, 规避了药物干预的潜在安全风险, 提升诊疗效率与患儿就医体验。该技术创新性强、安全性高、适配性广, 完美契合 4~12 岁儿童磁共振检查的临床特点, 可有效优化儿科影像诊断体系, 为儿科疾病早期诊断、精准治疗提供可靠支撑, 具备极高的临床推广与应用价值。

参考文献:

- [1] 董晓美,张永远,任娜娜,吕青青,鲍婷婷,马桢,陆林,赵鑫,王阳阳.DISCO 快速动态成像技术在儿童脉管畸形的应用价值[J].临床放射学杂志,2024,43(02):247-250.
- [2] 史雄丽.基于复数卷积神经网络的快速磁共振成像技术研究[D].杭州电子科技大学,2021.
- [3] 胡源.基于深度学习的快速磁共振成像技术研究[D].杭州电子科技大学,2019.