

磁共振梯度回波 T_2^* 加权成像参数优化在急性缺血性脑卒中患者中的临床应用价值探讨

李燕华¹, 杨维珍¹, 陈 鹏^{1,2}, 李瑞雄¹, 严业静¹, 王天照¹

基金项目: 梧州市科学研究与技术开发计划项目(编号:201702084)

作者单位: 1. 梧州市人民医院医学影像科, 广西 543003; 2. 广西国际壮医医院医学影像科, 南宁 530022

第一作者: 李燕华, 大学本科, 医学学士, 主管技师, 研究方向: 医学影像技术。E-mail: dandan526862580@qq.com

通信作者: 杨维珍, 大学本科, 副主任医师, 研究方向: CT/MR 诊断。E-mail: 13977480280@163.com

[摘要] **目的** 探讨磁共振梯度回波 T_2^* 加权成像(GRE- T_2^* WI)参数优化在急性缺血性脑卒中(AIS)患者中的临床应用价值。**方法** 选取2017年6月至2018年12月在梧州市人民医院就诊的50例AIS患者,男38例,女12例,年龄41~92(65.50 ± 5.90)岁。利用四组参数对每例患者进行GRE- T_2^* WI检查,并获得四组图像:A组为对照组,B组在A组的基础上减少矩阵、激励次数(NEX)和重复时间(TR),C组在B组的基础上采用并行采集技术并减少TR及回波时间(TE),D组在C组的基础上进一步减少TR、TE和矩阵。对四组图像的扫描时间、图像质量评分、信噪比(SNR)及对比噪声比(CNR)进行比较。**结果** A组、B组、C组、D组扫描时间分别为81 s、40 s、15 s和11 s。四组参数图像质量评分、SNR、CNR差异有统计学意义($P < 0.05$)。A组、B组、C组、D组图像质量评分分别为(3.56 ± 0.28)分、(3.34 ± 0.34)分、(3.00 ± 0.32)分、(1.68 ± 0.40)分。C组与D组图像质量评分差异有统计学意义($P < 0.05$),C组与A组、B组图像质量评分差异无统计学意义($P > 0.05$)。D组SNR最高,C组与A组、B组SNR差异有统计学意义($P < 0.05$),C组与D组SNR差异无统计学意义($P > 0.05$)。C组CNR最高,C组与A组、D组CNR差异无统计学意义($P > 0.05$),C组与B组CNR差异有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** 通过采用并行采集技术以及对矩阵、NEX、TR、TE等参数的适当减少后,GRE- T_2^* WI扫描时间明显缩短,图像质量达到诊断要求,在临床上对AIS患者诊治具有较大的应用价值。

[关键词] 急性缺血性脑卒中; 磁共振; 梯度回波 T_2^* 加权成像; 参数优化; 图像质量

[中图分类号] R 445.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-3806(2024)03-0328-05

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2024.03.16

Exploration on the clinical application value of optimization of magnetic resonance gradient echo T_2^* weighted imaging sequence parameters in patients with acute ischemic stroke LI Yanhua¹, YANG Weizhen¹, CHEN Peng^{1,2}, LI Ruixiong¹, YAN Yejing¹, WANG Tianzhao¹. 1. Department of Medical Imaging, the People's Hospital of Wuzhou, Guangxi 543003, China; 2. Department of Medical Imaging, Guangxi International Zhuang Medicine Hospital, Nanning 530022, China

[Abstract] **Objective** To explore the clinical application value of optimization of magnetic resonance gradient echo T_2^* weighted imaging(GRE- T_2^* WI) sequence parameters in patients with acute ischemic stroke(AIS). **Methods** A total of 50 AIS patients were selected from the People's Hospital of Wuzhou during June 2017 and December 2018, including 38 males and 12 females, aged 41 to 92(65.50 ± 5.90) years. GRE- T_2^* WI examination was performed on each patient using four parameters, and four groups of images were obtained. Group A was the control group, and group B had the reduced matrix, number of excitation(NEX) and time of repetition(TR) on the basis of group A, and group C adopted parallel acquisition technique and had the reduced NEX, TR and echo time(TE) on the basis of group B, and group D had the further reduced TR, TE and matrix on the basis of group C. The scanning time, image quality score, signal-to-noise ratio(SNR) and contrast-to-noise ratio(CNR) of the images were compared among the four groups. **Results** The scanning time in group A, group B, group C and group D was 81 seconds, 40 seconds, 15 seconds and 11 seconds,

respectively. There were significant differences in the image quality scores, SNR and CNR of the parameters among the four groups($P<0.05$). The image quality scores in group A, group B, group C and group D were (3.56 ± 0.28)points, (3.34 ± 0.34)points, (3.00 ± 0.32)points and (1.68 ± 0.40)points, respectively. There were significant differences in the image quality scores between group C and group D($P<0.05$). There were no significant differences in the image quality scores between group C and group A as well as between group C and group B($P>0.05$). Group D had the highest level of SNR, and there were significant differences in the levels of SNR between group C and group A as well as between group C and group B($P<0.05$). There was no significant difference in the level of SNR between group C and group D($P>0.05$). Group C had the highest level of CNR, and there were no significant differences in the levels of CNR between group C and group A as well as between group C and group D($P>0.05$). There was significant difference in the level of CNR between group C and group B($P<0.05$). **Conclusion** After adopting parallel acquisition technique and appropriately reducing matrix NEX, TR and TE parameters, the scanning time of GRE- T_2^* WI is significantly shortened, and its image quality meets the diagnostic requirements, which has great application value in the diagnosis and treatment of AIS patients.

[**Key words**] Acute ischemic stroke (AIS); Magnetic resonance; Gradient echo T_2^* weighted imaging (GRE- T_2^* WI); Parameter optimization; Image quality

近年来,脑卒中已成为国人的首位死亡原因,具有较高的致残率^[1-2],其中缺血性脑卒中(acute ischemic stroke, AIS)占脑卒中的 70%,溶栓治疗可以有效降低 AIS 患者的病死率、致残率,改善预后。静脉溶栓和血管内治疗为现阶段最主要的闭塞动脉再通治疗方法^[3-4],但其获益性是建立在有效时间窗内。美国国立神经疾病与卒中研究院(National Institute of Neurological Disorders and Stroke, NINDS)规定患者到院至溶栓时间应不超过 1 h^[5]。多模态磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)在 AIS 临床诊疗中的作用越来越重要,但 MRI 检查时间较长,发病时间<4.5 h 的 AIS 患者对诊治时间要求严格,因此缩短 MRI 检查时间有重要的临床意义。梯度回波 T_2^* 加权成像(gradient echo T_2^* weighted imaging, GRE- T_2^* WI)是由 T_2 WI 和磁场不均匀性,利用组织间 T_2^* WI 的差异及长回波时间(echo time, TE)产生组织间的对比序列^[6],可灵敏地发现脑出血及脑微出血^[7-9],为评估静脉溶栓治疗的可行性提供有价值的信息。因此,本研究旨在探讨图像质量在符合诊断要求的基础上减

少 GRE- T_2^* WI 序列扫描时间,运用多模态 MRI 筛查 AIS 患者进行静脉溶栓治疗的临床应用价值。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选取 2017 年 6 月至 2018 年 12 月在梧州市人民医院就诊的 50 例 AIS 患者,其中男 38 例,女 12 例,年龄 41~92(65.50 ± 5.90)岁,均进行头颅 MRI 检查。纳入标准:(1)符合《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018》^[10]中 AIS 的诊断标准;(2)发病至行 MRI 检查时间<3 d。排除标准:(1)有 MRI 检查禁忌证者;(2)外伤患者。本研究经梧州市人民医院医学伦理委员会批准(批号:2017049)。**1.2 检查方法** 采用 GE 公司的 1.5 T 磁共振仪(GE Signa HDc),使用 8 通道头颈联合线圈。利用快速扰相梯度回波 GRE- T_2^* WI 序列,每例患者均行四组不同参数的 GRE- T_2^* WI 序列检查并获得相应图像。A 组为对照组,B 组在 A 组的基础上减少矩阵、NEX 及 TR,C 组在 B 组的基础上采用并行采集技术并减少 TR、TE,D 组在 C 组的基础上进一步减少 TR、TE 和矩阵,其余参数不变。四组扫描参数见表 1。

表 1 50 例 AIS 患者四组扫描参数

组 别	TR(ms)	TE(ms)	矩阵(mm)	NEX(次)	FOV(cm)	层厚/层间距(mm)
A 组	540	20.00	288×192	1.00	25×25	5/1.50
B 组	500	20.00	288×128	0.75	25×25	5/1.50
C 组	375	13.90	288×128	0.75	25×25	5/1.50
D 组	300	10.90	288×96	0.75	25×25	5/1.50

注:TR 为重复时间(time of repetition),NEX 为激励次数(number of excitation),FOV 为视场角(field of view)

1.3 图像分析 在 GE ADW4.4 工作站,分别在同一层面上测量病灶信号强度($SS_{\text{病灶}}$)、正常脑白质信

号强度($SS_{\text{脑白质}}$)、背景噪声强度($NS_{\text{背景}}$)的感兴趣区域(region of interest, ROI),各测 3 次,分别取其平

均值。利用公式计算信噪比(signal-to-noise ratio, SNR)及对比噪声比(contrast-to-noise ratio, CNR): $SNR = SS_{\text{病灶}}/NS_{\text{背景}}$, $CNR = (SS_{\text{病灶}} - SS_{\text{脑白质}})/NS_{\text{背景}}$, 测量及计算者为同一人。图像质量评分: 由影像科 2 名高年资主治医师对四组图像质量进行评分, 当意见有分歧时, 由 1 名副主任医师判定。根据图像 SNR、CNR、病灶的显示、有无伪影采用四分法对图像质量进行评分: 图像清晰, 适合诊断(4 分); 图像较清晰, 但不影响诊断(3 分); 图像欠清晰, 影响诊断(2 分); 图像模糊, 无法诊断(1 分)^[11]。图像质量评分 = 每例患者每层图像质量评分之和/层数。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 21.0 统计软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 多组间比较采用单因素方差分析, 组间两两比较采用 LSD-*t* 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 四组图像 SNR 比较 四组图像 SNR 差异有统计学意义($P < 0.05$), 其中 D 组 SNR 最高, C 组与 A 组、B 组 SNR 差异有统计学意义($P < 0.05$), C 组与 D 组 SNR 差异无统计学意义($P > 0.05$), 见表 2。

2.2 四组图像 CNR 比较 四组图像 CNR 差异有统计学意义($P < 0.05$), 其中 C 组 CNR 最高, C 组与 A 组、D 组 CNR 差异无统计学意义($P > 0.05$), C 组与 B 组 CNR 差异有统计学意义($P < 0.05$), 见表 2。

2.3 四组图像质量评分比较 四组图像质量评分

差异有统计学意义($P < 0.05$), A 组评分最高, C 组评分低于 A 组、B 组, C 组与 A 组、B 组图像质量评分差异无统计学意义($P > 0.05$), C 组与 D 组图像质量评分差异有统计学意义($P < 0.05$), 见表 2。

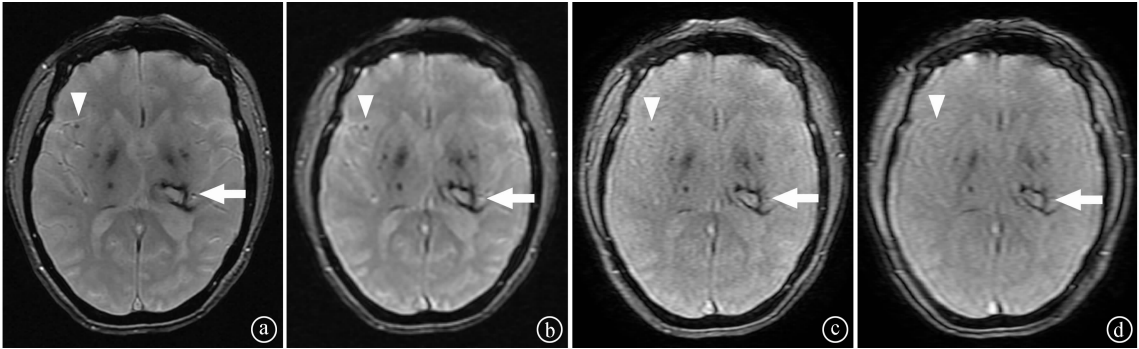
表 2 50 例 AIS 患者四组序列评价指标比较($\bar{x} \pm s$)

组 别	SNR	CNR	图像质量评分(分)
A 组	10.87 ± 2.01	6.67 ± 2.33	3.56 ± 0.28
B 组	10.18 ± 4.16	5.36 ± 2.77	3.34 ± 0.34
C 组	18.92 ± 8.11 ^{ab}	9.53 ± 5.81 ^b	3.00 ± 0.32 ^c
D 组	19.45 ± 5.30	8.74 ± 4.32	1.68 ± 0.40
<i>F</i>	29.135	118.698	265.696
<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001

注: 与 A 组比较, ^a $P < 0.05$; 与 B 组比较, ^b $P < 0.05$; 与 D 组比较, ^c $P < 0.05$

2.4 四组扫描时间 A 组、B 组、C 组、D 组扫描时间分别为 81 s、40 s、15 s 和 11 s。

2.5 诊断结果 50 例患者均为 AIS, 其中合并出血转化 8 例, 脑微出血 9 例, 陈旧性脑出血 6 例。四组不同参数的 GRE-T₂*WI 序列图像对比: A、B 组病灶均能显示清晰; B 组解剖细节勾画欠清, 但满足诊断要求; C 组左侧丘脑出血灶边界较 A、B 组模糊, 噪声增大, 微出血灶显示尚可, 达到诊断要求; D 组左侧丘脑出血灶较 C 组边界模糊, 部分微出血灶无法显示, 无法诊断, 见图 1。



①~④, 女, 59 岁, 急性脑梗死并陈旧性脑出血、脑微出血, GRE-T₂*WI 序列左侧丘脑出血灶呈内外高低信号(箭头所示), 微出血灶呈点状、小结节状低信号(三角形所示)。①A 组病灶及解剖细节显示清晰; ②B 组病灶显示清晰, 但解剖细节勾画欠清; ③C 组病灶边界较模糊, 噪声增大, 微出血灶显示尚可; ④D 组病灶边界模糊, 部分微出血灶(箭头)无法显示

图 1 AIS 患者四组不同参数 GRE-T₂*WI 头颅 MRI 图

3 讨论

3.1 对于疑似急性脑卒中的患者, 急性脑出血、陈旧性脑出血、脑微出血均为溶栓禁忌证, GRE-T₂*WI 序列可灵敏地发现上述禁忌证^[12-14], 优于 CT 检查。

根据 GRE-T₂*WI 成像参数的特点, 采用小角度射频脉冲, 组织纵向弛豫所需时间缩短, TR 常为 40 ~ 400 ms, TE 为 15 ~ 40 ms, 本研究通过对 GRE-T₂*WI 序列四组不同扫描参数作比较, 在图像质量达到诊断要求

前提下尽量减少扫描时间,以达到缩短 MRI 检查时间的目的。本研究中 A 组、B 组、C 组 GRE-T₂*WI 序列图像质量均满足诊断要求,其中 A 组图像质量最好,但扫描时间最长(81 s),不利于对 AIS 患者检查,而 C 组扫描时间最短(15 s),可用于筛查 AIS 患者进行静脉溶栓治疗。

3.2 MRI 扫描时间 = TR × 相位编码步级数 × NEX,由此可见,影响 MRI 扫描速度的主要因素为 TR、相位编码步级数和 NEX^[15]。MRI 图像质量的影响因素有 SNR、CNR 和空间分辨力^[16]。SNR 为信号强度与噪声强度的比值,直接影响图像质量^[17],CNR 增高,病变检出率随之增高,空间分辨力越高,图像的解剖细节越清晰,越能看清组织结构和病灶细节。

3.3 体素矩阵的列代表频率编码数,利于体素的空间定位,不影响扫描时间,体素矩阵的行代表相位编码步级数,与扫描时间成正比,故本研究中降低矩阵的行,扫描时间随之缩短,但图像空间分辨力亦较 A 组降低。矩阵小,体素大,空间分辨力降低,SNR 升高^[18]。本研究中矩阵最小的 D 组,SNR 最高,CNR 较高,但空间分辨力及图像质量评分最低,无法达到诊断要求。因为采集矩阵的相位编码步级数对图像 SNR 的影响较复杂,FOV 不变,改变扫描矩阵,此时,SNR 与相位编码平方根及频率编码成反比^[19]。缩短扫描时间与 NEX 呈线性关系,减少 NEX 后,图像采集时间会成比例地缩短,而图像 SNR 随着 NEX 平方根增加而增高,因此在影响图像质量的因素中,NEX 对图像 SNR 的影响不大^[18]。本研究中 B、C、D 组矩阵及 NEX 均有所减少,NEX 从 A 组 1.00 降低至 0.75,扫描时间较 A 组缩短,图像 SNR、CNR 差异有统计学意义($P < 0.05$)。B 组、C 组图像脑灰质和脑白质界限模糊,图像质量降低,但满足诊断要求。

3.4 并行采集技术是近年来应用较为广泛的一种快速成像技术,最大的优点是加快了扫描速度^[20]。其利用多通道表面线圈的不同空间位置来识别信号的位置来源,在保持 K 空间大小不变的情况下增加 K 空间的行距,从而减少了相位编码步级数,在此基础上实现一定倍率的加速扫描,进而缩短了扫描时间^[21]。此外,并行采集技术对 K 空间填充方式与重建算法进行了改进,图像空间分辨力得到了提高,并减少了磁化率伪影,有利于耐受性较差的患者进行检查,同时也减少了产生运动伪影的可能性^[22-23]。对比常规的采集技术,并行采集技术是通过减少所需采集的相位编码线并将其对 K 空间进行填充,在保持图像空间分辨力不变的前提下缩短扫描时间,由于采集

的相位编码数减少,图像 SNR 会相应降低^[24]。缩短 TR,扫描时间也会相应缩短,因为纵向磁化矢量部分得到恢复,导致图像 SNR 降低。本研究中,C 组、D 组采用了并行采集技术,TR、TE 均较 A 组缩短,缩短了扫描时间,但 C 组、D 组 SNR、CNR 均较没有采用并行采集技术的 A 组、B 组高,SNR 高与并行采集原理不符,究其原因可能是并行采集卷褶图像空间像素点叠加严重处信号均值增大,SNR 相应增加^[25],而且与缩短 TE 有关,TE 越短,图像 SNR 越高^[16]。四组中 C 组 CNR 最高。肉眼观察 C 组图片小病灶边界欠清晰,图像质量虽然下降,但满足诊断要求,与 A 组比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。虽然 D 组图像 SNR、CNR 较高,但图像质量评分只有(1.68 ± 0.40)分(低于 3 分),部分病例图像变形,这与缩短 TE 有关,图像质量不能满足诊断要求。

综上所述,MRI 各个参数之间相互影响,相互制约,图像质量受诸多因素影响。提高扫描速度、缩短扫描时间是 MRI 技术发展的重点^[26],本研究对 GRE-T₂*WI 序列进行参数优化,与 A 组比较,C 组扫描时间明显缩短,图像质量满足诊断要求,对 AIS 患者的影像学评价有较大应用价值。本研究尚需对多模态 MRI 其余序列进行参数优化,以制定适合 AIS 患者检查的多模态 MRI 扫描方案。

参考文献

- [1] 国家卫生健康委脑卒中防治工程委员会,中华医学会神经科学分会神经介入学组,中华医学会放射学分会介入学组,等.急性大血管闭塞性缺血性卒中血管内治疗中国专家共识(2019 年修订版)[J]. 中华神经外科杂志,2019,35(9):868-879.
- [2] Wang W, Jiang B, Sun H, et al. Prevalence, incidence, and mortality of stroke in China: results from a nationwide population-based survey of 480 687 adults [J]. Circulation, 2017, 135(8):759-771.
- [3] 宋朝阳,朱良付,郑春玲,等.急性缺血性脑卒中颅内血栓病理研究进展[J]. 中国临床新医学,2019,12(6):604-607.
- [4] 汪琛栋,贾振宇,施海彬.急性缺血性脑卒中颅内血栓的研究进展[J]. 南京医科大学学报(自然科学版),2022,42(1):137-141.
- [5] 刘君利,崔杨慧,沈连华,等.老年急性脑卒中患者就诊至溶栓时间延误及其相关因素分析[J]. 老年医学与保健,2024,30(1):57-60,83.
- [6] 俞英欣,姚生,郑奎宏,等.磁敏感加权成像及 T₂* 梯度回波序列在颅内静脉血栓形成中的应用[J]. 中风与神经疾病杂志,2016,33(4):330-333.
- [7] 戈明娟,吴冰,赵倩,等.磁共振梯度回波 T₂*WI 与磁敏感加权血管成像序列对新生儿颅内出血的诊断价值[J]. 中国新生儿科杂志,2015,30(4):282-285.
- [8] 刘玉品,梁长虹,刘波.3.0T T₂*WI 磁共振成像技术在脑内病变的应用[J]. 实用放射学杂志,2009,25(7):936-939.

- [9] 衣慧灵, 刘兰祥, 齐曦明, 等. SPGR- T_2^* WI 序列对颅内出血的 MRI 诊断价值[J]. 河北医药, 2013, 35(19): 2900 – 2902.
- [10] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018[J]. 中华神经科杂志, 2018, 51(9): 666 – 682.
- [11] 陈 鹏, 李瑞雄, 严健明, 等. 急性缺血性脑卒中患者多模式 MR 检查参数优化研究[J]. 实用放射学杂志, 2019, 35(1): 118 – 121, 145.
- [12] 唐 钰. 核磁共振 GRE- T_2^* WI 对脑内微出血的诊断[J]. 影像研究与医学应用, 2020, 4(14): 224 – 225.
- [13] 刘国荣, 李月春, 贺 英, 等. T_2^* 加权成像在脑卒中患者微出血中的诊断价值[J]. 中华神经科杂志, 2007, 40(5): 311 – 313.
- [14] 蒋媛静. 脑微出血诊断及危险因素的研究进展[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2014, 16(1): 103 – 105.
- [15] 杨正汉, 冯 逢, 王霄英. 磁共振成像技术指南: 检查规范、临床策略及新技术应用[M]. 2 版. 北京: 人民军医出版社, 2010: 60.
- [16] 薛正和, 王永峰, 赵一冰. 磁共振成像的质量控制及参数优化[J]. 磁共振成像, 2013, 4(6): 441 – 444.
- [17] 康立丽, 卢广文. 部分 MR 参数对信噪比影响实验研究[J]. 实用放射学杂志, 2003, 19(11): 971 – 973.
- [18] 周 云. 快速多模式 MR 检查对急性缺血性脑卒中(AIS)患者的应用价值[J]. 生物医学工程学进展, 2021, 42(3): 164 – 166.
- [19] 康立丽, 卢广文, 余晓镔, 等. MRI 扫描参数与信噪比关系的实验研究[J]. 中华放射学杂志, 2003, 37(3): 225 – 227.
- [20] 顾海峰, 郑 玲, 郝绍伟, 等. 磁共振并行采集技术与常规采集技术对图像质量影响的综合评价[J]. 医学研究生学报, 2012, 25(1): 35 – 38.
- [21] 黎浩翔. 基于深度学习的快速磁共振参数成像[D]. 广州: 中国科学院大学, 2022.
- [22] Fahlenkamp UL, Wagner M, Nickel D, et al. Novel dynamic hepatic magnetic resonance imaging strategy using advanced parallel acquisition, rhythmic breath-hold technique, and gadoxetate disodium enhancement[J]. Invest Radiol, 2016, 51(1): 33 – 40.
- [23] 韩林梅, 俞 琴. 并行采集技术在 1.5T 8 通道相控阵线圈头颅 3D TOF MRA 中的优化: 体模研究[J]. 中国医学影像技术, 2019, 35(3): 423 – 427.
- [24] 夏 爽, 祁 吉. MR 并行采集技术的优势[J]. 国外医学(临床放射学分册), 2006, 29(5): 348 – 353.
- [25] 杨 惠. 基于并行采集和部分可分离函数理论的高时空分辨率磁共振成像[D]. 天津: 天津工业大学, 2013.
- [26] 董正超. 合成 MRI 的原理、技术及应用[J]. 国际医学放射学杂志, 2023, 46(5): 598 – 609.
- [收稿日期 2023 – 04 – 26] [本文编辑 吕文娟 蒋龙艳]

本文引用格式

李燕华, 杨维珍, 陈 鹏, 等. 磁共振梯度回波 T_2^* 加权成像参数优化在急性缺血性脑卒中患者中的临床应用价值探讨[J]. 中国临床新医学, 2024, 17(3): 328 – 332.