

论 著

椭圆形K空间填充技术结合T2 Space序列在青光眼视神经成像中的应用研究*

1. 北京大学深圳医院医学影像科
(广东 深圳 518036)

2. 北京大学深圳医院眼科
(广东 深圳 518036)

3. 深圳大学医学部生物医学工程学院
(广东 深圳 518071)

戚玉龙¹ 张辉¹ 冯飞¹
李金璩² 刘维湘³ 成官迅¹

【摘要】目的 在青光眼病人的视神经MRI成像过程中, 探讨特殊的K空间填充技术以提升3D高清T2 Space序列的扫描效率。**方法** 将入组的23例青光眼并视力下降行视神经MR扫描的患者按随机数字表法分为传统K空间填充技术法组(A组)和椭圆形K空间填充技术法组(B组), 测量两组图像的信噪比, 并对两组视神经图像进行主观质量评分, 另在水模上分别计算两种不同技术的信噪比。**结果** 两组视神经T2 Space图像的信噪比和主观图像质量差异均无统计学意义(P值均<0.05), 通过水模计算的信噪比没有明显差异(27.27/27.31)。**结论** 采用椭圆形K空间填充方法的T2 Space序列在保证图像质量的基础上成像时间短, 效率更高。

【关键词】 青光眼; 视神经; T2 Space; K空间, 磁共振成像

【中图分类号】 R775.1

【文献标识码】 A

【基金资助】 深圳市科创投委基金项目, 编号JCYJ20160422113119640

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2019.09.010

通讯作者: 成官迅

Application of Elliptic Cylindrical K-space Filling Technology Combined with T2 Space Sequence in Glaucoma Optic Nerve Imaging*

QI Yu-long, ZHANG Hui, FENG Fei, et al., Department of Radiology, Peking University Shenzhen Hospital, Shenzhen 518036, Guangdong Province, China

[Abstract] Objective To evaluate a special K-space filling technology to improve the scanning efficiency of 3D high-resolution T2 Space sequence in the imaging of optic nerve in glaucoma patients. **Methods** 23 patients who suffered from glaucoma are scanned with T2 Space in 3.0T scanner. Traditional K-space filling technology and elliptic cylindrical K-space filling technology are used in scanning respectively. The signal-to-noise ratio and image quality score of the two groups were assessed. **Results** There is no significant difference in signal to noise ratio through water model calculation(27.27/27.31). There was no significant difference in SNR and subjective image quality between two groups of T2 Space images of optic nerve(P<0.05). **Conclusion** The T2 Space sequence with elliptic cylindrical K-space filling technology has shorter imaging time and higher efficiency on the basis of ensuring image quality.

[Key words] Glaucoma; Optic Nerve; T2 Space; K-space; Magnetic Resonance Imaging

青光眼是世界上第二位致盲性眼病, 发病率在我国约占87%, 原发性青光眼是青光眼的主要类型, 它是一组以视神经凹陷性萎缩和视野缺损为共同特征性疾病。磁共振检查因其较好的软组织分辨能力及无辐射和多参数任意角度成像等优点, 是视神经特别是视神经眶内段影像学检查的主要手段之一^[1-4], 而3D高清T2自旋回波序列(T2 Space)是临床最常见的视神经成像序列之一。尽管如此, T2 Space序列面临的主要挑战是成像时间较长, 病人常常由于眼球运动导致神经运动伪影, 从而影响诊断^[5-6]。为了提高成功率, 以往的研究是通过牺牲空间分辨率来减少扫描时间, 此方法虽然可以一定程度上降低图像运动伪影, 但同时影响了图像质量^[7-8]。

本研究采用有别于常规K空间填充技术的K空间椭圆形填充技术对视神经进行成像, 共招募23例青光眼并视力下降的患者行视神经MR检查, 每例患者均分别采用传统K空间填充技术和椭圆形填充技术的T2 Space序列进行扫描, 探讨椭圆形K空间填充技术在青光眼病人视神经成像中的应用价值^[9]。

1 材料与方法

1.1 研究对象 招募23患者(中重度青光眼病史并视力下降), 其中男13例, 女10例, 平均年龄(38±1.7)岁, 母语汉语, 均为右利手, 本研究方案获本院伦理委员会批准, 所有患者均签署知情同意书。

1.2 研究方法 图像采集: 采用西门子3.0T磁共振扫描仪行MRI检查, 24通道头部线圈固定大脑, 扫描野包括视神经眶内段, 获得3D T2 Space图像。扫描参数均如下: 扫描野=200mm×200mm, 层厚=0.5mm, TR=1000ms, TE=137ms, 矩阵=384×384, 体素=0.5mm×0.5mm×0.5mm, 翻转角=120度, 相位编码方向前后, 无间隔

扫描56层。两组图像一种采用传统K空间填充方式(A组),一种采用椭圆形K空间填充方式(B组),见图1。

1.3 图像评价 图像质量客观评价:采用两种方法进行信噪比测量。

方法一:水模法测量信噪比,采用西门子标准头部线圈,标准水模静置10分钟以上行两组序列扫描,传统K空间填充法和椭圆形填充法各扫描两次,重复扫描的两次图像分别相减获得两组序列的噪声图,再分别测量信噪比,见图2-3。

方法二:测量视神经图像的信噪比,为避免多通道线圈的潜在干扰,噪声区域选择脑内蝶窦空腔部分,信号ROC区域选择视神经眶内段神经走形平直的部分,每个病人双侧视神经均测量信噪比,见图4-5。

方法三:图像质量主观评价:邀请两位副高以上的放射科诊断医生对图像质量进行评分,评分采用4分法,图像质量评分标准:4分:图像质量优良,视

神经清晰可见,信噪比对比度良好,无鬼影,无运动伪影,易于诊断;3分:图像质量较好,信噪比对比度较好,视神经大部分清晰可见,有运动伪影但不影响诊断;2分:图像质量较差,视神经大部分模糊不清,鬼影或运动伪影较重,影响诊断;1分:图像质量很差,视神经模糊,鬼影或运动伪影严重,无法诊断。

1.4 统计学分析 采用SPSS19.0软件进行统计学分析,采用配对样本t检验或者独立样本t检验比较传统K空间填充方式与椭圆形K空间填充方式的图像质量。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

在spss19.0软件中对两组信噪比数据进行独立样本T检验,首先得到的是两组的描述性统计

量,两组均有42个样本,从mean以及std. deviation中可以得知,两组的均值以及标准差分别为:A: (2.9888 ± 0.23044) , B: (2.9855 ± 0.21785) ,见表1。

实验采取的独立样本T检验的统计方法是一种基于均值比较的方法,通常在做t检验之前要先做方差齐次性检验,经过独立样本t检验得到的结果,t-test for Equality of Means下的Sig(2-tailed)下的值为0.946,该栏下有两个值,但是由于Levene's Test for Equality of Variances(方差齐次性检验即检验样本是否来自于同一整体)的sig值结果大于0.05,代表A, B两组的方差齐次,所以采取最上面的数值(0.946),由于两个数值相等,所以两种情况没有分别,可以从 $\text{sig} = 0.946 > 0.05$ 得知, A、B两组的信噪比在95%的置信区间下,不具有统计学差异,见表2。

表1 Group Statistics

	组别	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
信噪比	A	42	2.9888	.23044	.03556
	B	42	2.9855	.21785	.03362

表2 Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
信噪比	Equal variances assumed	.205	.652	.068	82	.946	.00333	.04893	-.09401	.10067
	Equal variances not assumed			.068	81.743	.946	.00333	.04893	-.09401	.10068

表3 Group Statistics

	组别	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
组得分	A	42	3.36	.759	.117
	B	42	3.40	.587	.091

表4 Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
组得分	Equal variances assumed	2.278	.135	-.322	82	.749	-.048	.148	-.342	.247
	Equal variances not assumed			-.322	77.096	.749	-.048	.148	-.342	.247

表5 水模法测得两组序列信噪比

序列 (T2 Space)	信噪比
A组	27.27
B组	27.31

表6 两组序列是扫描时间

序列 (T2 Space)	扫描时间	百分比 (相比于A组)
A组	3分零1秒	100%
B组	2分22秒	78%

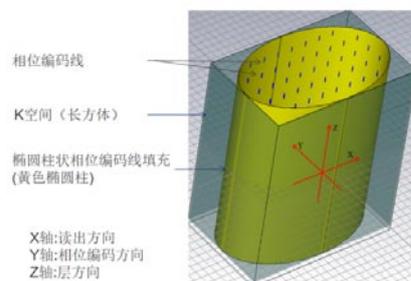


图1 3D T2 Space图像。

①

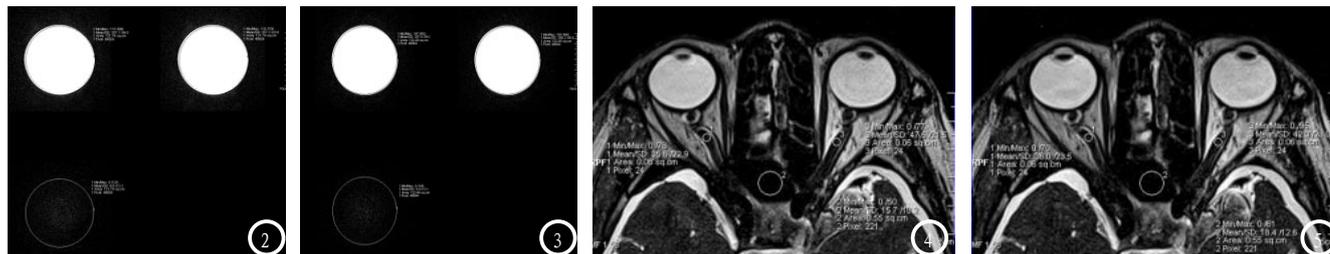


图2 传统K空间填充法。图3 椭圆形K空间填充法。图4-5 同一检查者的T2Space序列图像，图4采用传统K空间填充技术，图5采用椭圆形K空间填充技术。测量受检者双侧视神经信噪比，信号ROC区域选择视神经眶内段平直部分，噪声区域选择病人蝶窦内的空气部分（避免多通道线圈因素影响）。

同样，在两组图像质量的主观评分上做独立样本T检验，得到的结果同样类似，首先为两组统计量的结果，两组均有42个样本，A组的得分取值范围为(3.36±0.759)，B组的得分取值范围为：(3.40±0.587)，见表3。

与以上结果类似，查看t-test for Equality of Means下的Sig(2-tailed)下的值，由于Levene's Test for Equality of Variances检验结果sig=0.135>0.05，所以查看sig下，满足方差齐次假设的结果，sig=0.749>0.05，所以两组图像的主观评分数值之间在95%的置信区间下，不具有统计学差异，见表4。

此外，水模法测得两组序列信噪比亦无明显差异，见表5。

两组序列是扫描时间如表6所示。

椭圆柱K空间填充方式的方法比传统K空间填充方式的图像采集方式的整体扫描时间减少约22%。

3 讨论

MR扫描时间主要由相位编码

步级数确定^[8]，传统K空间填充方式(不采用并行采集加速技术)采用的是相位编码数全采集，对于3D序列来说相对效率较低。K空间的中心部分决定图像的对比度，K空间的边缘部分决定了图像的分辨率，椭圆柱形K空间采集填充方式有选择性的缩减了K空间四个角的相位编码数量，从而降低了扫描时间，而由于K空间中心部分基本未欠采样，故图像信噪比基本没有损失，虽然K空间的四个角被欠采样，但磁共振自带的插值算法使得图像分辨率也相差不大，不影响诊断^[11]。

由于3D高清重T2序列扫描时间较长，容易出现眼球运动并导致视神经运动伪影^[10-14]，本研究在图像信噪比和图像质量基本不变的情况下，明显缩短了序列扫描时间(约22%左右)。

K空间椭圆形采集方法通过减少扫描时间，降低了运动伪影的出现频率和运动伪影幅度，从而提高了青光眼病人视神经MR成像的成功率^[15]。

综上所述，本研究结果表明采用K空间椭圆形填充方式的3D高清T2 Space序列在未明显损失图

像质量的前提下明显缩短了成像时间，提高了青光眼病人视神经成像的效率和成功率，本研究结果可为将来研究3D高清序列快速成像提供参考依据。

参考文献

- [1] CHEN, W. W., WANG, N., CAI, S., et al. Structural brain abnormalities in patients with primary open-angle glaucoma: A study with 3T MR imaging[J]. Investigative ophthalmology & visual science, 2013, 1(1): 545-554.
- [2] WANG YX, XU L, YANG H, et al. Prevalence of glaucoma in North China: the Beijing Eye Study[J]. American Journal of Ophthalmology: The International Journal of Ophthalmology, 2010, 6(6): 917-924.
- [3] Micha Fiedorowicz, Magnetic resonance in studies of glaucoma[J]. Med Sci Monit. 2011, 17(10): RA227-RA232.
- [4] 李江. 基于局部一致性分析方法研究原发性开角型青光眼患者脑区异常激活及认知改变[J]. 医学影像学杂志, 2018, 28(6): 893-896, 899.

(下转第 86 页)

(上接第 32 页)

- [5] Benjamin Thompson, Using magnetic resonance imaging to assess visual deficits: a review[J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2016, 36(3): 240-265.
- [6] S Doganay, Evaluation of corpus geniculatum laterale and vitreous fluid by magnetic resonance spectroscopy in patients with glaucoma; a preliminary study[J]. *Eye (Lond)*, 2012, 26(8): 1044-1051.
- [7] Raffaele Nuzzi. Changes of Visual Pathway and Brain Connectivity in Glaucoma: A Systematic Review[J]. *Front Neurosci*, 2018, 12: 363.
- [8] Laura Fanea. Review: Magnetic resonance imaging techniques in ophthalmology[J]. *Mol Vis*, 2012, 18: 2538-2560.
- [9] 王振常. 视神经肿瘤的CT、MRI诊断[J]. *中华放射学杂志*, 2004, 38(1): 53-55.
- [10] 燕飞. 视神经炎的MRI表现及与视觉诱发点位的相关性研究[J]. *中华放射学杂志*, 2008, 42(5): 484-486.
- [11] Xiu-Yan Zhang. Roles of magnetic resonance imaging techniques in the study of eye diseases[J]. *International Eye Science*, 2018, 18(8): 1416-1419.
- [12] KIM J, DALLY LG, EDERER F, et al. The Advanced Glaucoma Intervention Study (AGIS): 14. Distinguishing progression of glaucoma from visual field fluctuations[J]. *Ophthalmology*, 2004, 11(11).
- [13] Foram Gala. Magnetic resonance imaging of optic nerve[J]. *Indian J Radiol Imaging*, 2015, 25(4): 421-438.
- [14] Sabrilhakim Sidek, In vivo proton magnetic resonance spectroscopy (1H-MRS) evaluation of the metabolite concentration of optic radiation in primary open angle glaucoma[J]. *Eur Radiol*, 2016, 26(12): 4404-4412.
- [15] Matthew C. Murphy, Retinal Structures and Visual Cortex Activity are Impaired Prior to Clinical Vision Loss in Glaucoma[J]. *Sci Rep*, 2016, 6: 31464.

(本文编辑: 刘龙平)

【收稿日期】2019-07-10