

Effect of shimming on water suppression and metabolites concentrations of 3.0T proton spectrum

TAN Shao-heng, LIANG Chang-hong*, ZHENG Jun-hui, XU Li

(Department of Radiology, Guangdong General Hospital, Guangdong Academy of Medical Sciences, Guangzhou 510080, China)

[Abstract] **Objective** To observe the effect of full width half max (FWHM) on spectra signal-to-noise ratio (SNR), NAA/Cr, Cho/Cr and water suppression at 3.0T MR. **Methods** GE Signa Excite HD 3.0T MR scanner with 8 channel phased-array head and neck coil was used. The respective study of liver ¹H-MRS was performed using PRESS sequence. A total of 49 spectrums were obtained with parameters of TR 1500 ms, TE 30 ms, NSA 128. FWHM and water suppression were recorded automatically and the subjects were divided into better shimming group (FWHM < 10 Hz) and worse shimming group (FWHM ≥ 10 Hz). Independent *t* test was used to analyze the Cr_SNR, NAA/Cr, Cho/Cr, water suppression and volume of interest (VOI). **Results** Compared with worse shimming group, better shimming group could provide better Cr_SNR ($t = 5.976, P < 0.001$), higher NAA/Cr ($t = 2.469, P = 0.017$), lower Cho/Cr ($t = -4.460, P < 0.001$) and smaller VOI ($t = 3.862, P < 0.001$). **Conclusion** When single voxel proton spectroscopy of head is adopted with 3.0T MR, small VOI is easy to achieve effective shimming, and better shimming is helpful to improve SNR, the ratio of main metabolites as well as water suppression.

[Key words] Brain; Magnetic resonance spectroscopy; Scan parameters

匀场效果对 3.0T 质子磁共振波谱水抑制及代谢物定量的影响

谭绍恒, 梁长虹*, 郑君惠, 徐 莉

(广东省人民医院放射科 广东省医学科学院, 广东 广州 510080)

[摘要] **目的** 探讨匀场线宽对谱线信噪比 (SNR)、NAA/Cr、Cho/Cr 及抑水效果的影响。**方法** 使用 GE Signa Excite HD 3.0T 超导磁共振扫描仪, 采用 8 通道头颈联合相控阵线圈, 单体素 PRESS 序列 ¹H-MRS 采集, 共得到 49 条谱线。检查参数为 TR 1500 ms, TE 30 ms, NSA 128。记录自动匀场半高全宽 (FWHM) 和抑水率, 把受检者按是否抑水分为匀场较好组 (FWHM < 10 Hz) 和匀场较差组 (FWHM ≥ 10 Hz)。采用两独立样本 *t* 检验比较两组的 Cr_SNR、NAA/Cr、Cho/Cr、抑水率和感兴趣容积 (VOI)。**结果** 匀场较好组较匀场较差组的平均 Cr_SNR 好 ($t = 5.976, P < 0.001$), NAA/Cr 比值 ($t = 2.469, P = 0.017$) 更大, Cho/Cr ($t = -4.460, P < 0.001$) 更小, VOI ($t = 3.862, P < 0.001$) 更大, 水抑制更有效 ($t = 3.704, P = 0.001$)。**结论** 头部单体素 3.0T ¹H-MRS 采集时, 较小 VOI 更易匀场, 匀场好的谱线信噪比及主要代谢物相对比值较高, 且水抑制效果好。

[关键词] 脑; 磁共振波谱; 扫描参数

[中图分类号] R445.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2010)02-0369-03

磁共振波谱 (magnetic resonance spectroscopy, MRS) 技术在 1.5T 场强下的应用日趋广泛, 扫描技术已较成熟, 但 1.5T 场强下波谱检查信噪比 (signal-to-noise ratio, SNR) 较低, 波谱

线宽和基线噪声较大, 不利于波谱代谢物后处理分析^[1-3]。随着高场强磁共振 (3.0T) 及多通道相控阵线圈在临床的应用, SNR 提高, 采集时间降低, 提供了更好的波谱分辨力, 有助于区分各共振峰, 在波谱检查方面有明显优势。另一方面, 随着场强的提高, 获得均匀磁场更为困难; 匀场较差时, 波谱分辨力降低, 胆碱 (choline, Cho) 峰和肌酸 (creatine, Cr) 峰、乳酸 (lactic acid, Lac) 峰和脂质 (lipid, Lip) 峰部分重叠。

[作者简介] 谭绍恒 (1966—), 男, 广东南海人, 本科, 副主任技师。研究方向: 医学影像 MR 扫描技术。E-mail: gztanshao@126.com

[通讯作者] 梁长虹, 广东省人民医院放射科 广东省医学科学院, 510080。E-mail: cjr.lchh@vip.163.com

[收稿日期] 2009-08-11 **[修回日期]** 2009-10-29

低 SNR、基线漂移及非感兴趣成分的干扰等原因导致定量分析困难。本研究旨在观察匀场效果对 3.0T 质子 MRS 的影响,以使该技术能够更好地应用于临床研究^[4,6]。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性分析本院 2009 年 3-5 月接受头部 MR 检查的 36 例受检者,男 17 例,女 19 例,年龄 3~86 岁,中位年龄 59 岁;脑白质疏松、脑萎缩或少许缺血灶 10 例,帕金森病 7 例,癫痫 3 例,头晕、行动迟缓、反应迟钝或震颤查因 9 例,7 例头部检查未见异常。¹H-MRS 采集均在受检者知情同意下完成,并均签署了知情同意书。

1.2 仪器与方法 使用 GE Signa Excite HD 3.0T 超导磁共振扫描仪,内置体线圈作为发射线圈和 8 通道头颈 NV 相控阵线圈作为接收线圈。每位受检者接受头部常规 MR 扫描后进行 2~7 次单体素点分辨波谱分析法

(point-resolved spectroscopy, PRESS)序列采集。波谱扫描前进行常规预扫描,自动匀场及抑水效果以水峰的半高全宽(full width half max, FWHM)和抑水率(water suppression, WS)表示。通过选定的内标 Cr 来计算代谢物的相对定量值,测量所关注的代谢物相对定量比值包括 N-乙酰天门冬氨酸(N-acetyl aspartate, NAA)/Cr、Cho/Cr。

受试者采用仰卧位头先进,扫描中心定位于线圈中心,头部常规 MR 扫描后进行 PRESS 序列采集。选取基底节、丘脑、海马等感兴趣区,尽量避开血管、颅骨、脑室等结构。在体素的上、下、左、右、前、后六个方向放置饱和带。波谱扫描前进行常规预扫描,进行自动匀场,记录自动匀场数据及 FWHM 和 WS。采集 ¹H-MRS 时,参数均为:TR 1500 ms,TE 30 ms,NSA 128,采集时间 3 min 40 s。利用扫描操作界面的复制功能,复制首次扫描及参数,确保波谱采集参数 TR、TE、体素及采集平均等参数一致,重复采集。浏览扫描后的 MRS 谱线,机器自动计算得出 RMS_noise、Cr_SNR、NAA/Cr 及 Cho/Cr,并记录其对应数值。

1.3 数据分析与统计 按是否抑水(FWHM ≥ 10 Hz)将谱线分为匀场较好组(FWHM < 10 Hz)和匀场较差组(FWHM ≥ 10 Hz),计量资料均以 $\bar{x} \pm s$ 表示。采用 SPSS 11.5 统计软件包进行统计学分析,采用两独立样本 t 检验比较两组的 Cr_SNR、NAA/Cr 及 Cho/Cr、WS、感兴趣容积(volume of interest, VOI),P < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

匀场较好组共有谱线 12 条,匀场较差组共有谱线 37 条。匀场较好组的平均 Cr_SNR 较匀场较差组好(图 1、2),NAA/Cr 比值更大,Cho/Cr 比值更小,VOI 更大,水抑制更好(P 均

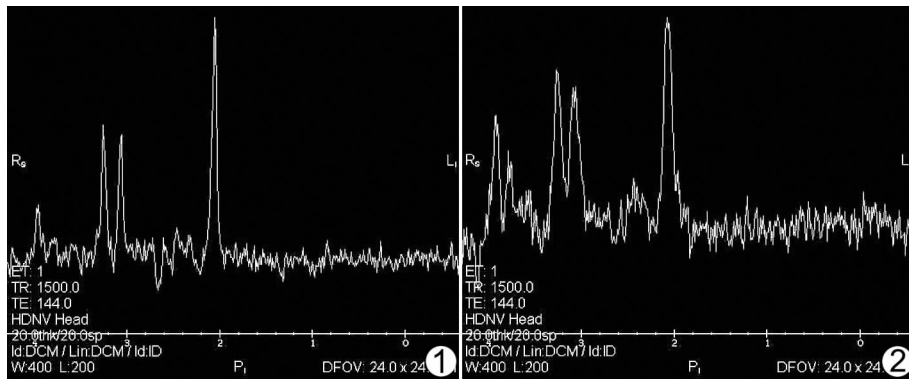


图 1 FWHM = 7, WS = 98%, Cr_SNR = 29.82, 基线平稳 图 2 FWHM = 12, WS = 95%, Cr_SNR = 16.92, 基线不稳

表 1 匀场较好组与匀场较差组各参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	Cr_SNR	NAA/Cr	Cho/Cr	VOI	WS(%)	匀场(Hz)
匀场较好组 (n = 37)	42.80 ± 21.50	1.79 ± 0.26	0.88 ± 0.21	10394 ± 3872	97.60 ± 1.30	7.40 ± 1.00
匀场较差组 (n = 12)	20.80 ± 4.80	1.60 ± 0.33	1.13 ± 0.15	7528 ± 1319	96.00 ± 1.40	11.50 ± 1.70
t 值	5.796	2.469	-4.460	3.862	3.704	-9.776
P 值	<0.001	0.017	<0.001	<0.001	0.001	<0.001

<0.05,表 1)。

3 讨论

MRS 是利用 MR 成像和化学位移进行特定化合物系列分析的方法。当用一定频率的射频脉冲(radio frequency, RF)依次激发被测物体,所产生的自由感应衰减(free-induction decay, FID)信息经傅立叶变换(Fourier transformation, FT)形成由系列波峰组成的波谱,各波峰面积与被测物浓度呈正比。MRS 与 MRI 的不同在于 MRI 抑制化学位移,而 MRS 则利用化学位移中微小变化来采集信息,因此外加磁场必须非常均匀。MRS 空间定位技术对磁场均匀性要求很高,检查部位感兴趣区磁场不均匀性必须小于 0.1 ppm,因此 MRS 定位技术显得十分重要。进行 MRS 采集时,将原始信号处理至设定范围内,以提高采集信号,减少容积效应,目前 ¹H 谱的体素最少达 1 cm³。STEAM 和 PRESS 是目前 MRS 应用最多的两种脉冲序列成像。STEAM 常用于短 T2 成分的化学物质的波谱分析,如谷氨酰胺、肌醇等;PRESS 用于长 T2 的化学物质的波谱分析。广泛应用于临床的有单体素、二维波谱、三维波谱成像^[7-9]。

本研究采用了较长的回波时间,弛豫效应更加显著,只有少数几种代谢物信号能被采集到,基线形态比较平稳,便于分析。由于谱线的线宽受原子核自然线宽以及磁场的均匀性影响,在谱线宽度增加时,谱线的高度就会下降。因此,磁场不均匀将使 SNR 下降。本研究中,匀场效果较差组的 Cr_SNR 降低较为明显,NAA/Cr 升高,与理论相吻合。VOI 范围越大,越难获得均匀磁场,原因在于波谱的自动匀场为有源匀场,由有源匀场线圈进行调节各组线圈的电流值,产生特定方向的线性或高阶梯度场来修正磁场空间分布。控制自由感应衰减

信号使其衰减时间尽可能长,且呈单指数衰减,故范围越大,场强越高,越难匀场。匀场效果影响水抑制的原因,考虑与难以确定线宽较大水峰的中心频率有关^[6,10]。

如果自动预扫描中 FWHM 线宽值超过 10 的标准,将对波谱扫描曲线的精确性产生较大影响,可能出现以下结果:①化学物质的峰线过宽,导致波谱分析的结果不精确;②波谱曲线的基线呈明显的锯齿状,说明波谱的噪音比较大;③波谱曲线的基线呈现左高右低的倾斜状,有时同时累及 Cho 及 Cr 的尖峰,表明波谱曲线受水及其他物质的污染;④整个波谱曲线呈现杂乱无章的锯齿状线,没有任何化学物质的尖峰,这种情况比较复杂,其原因较多,但绝大多数都可表现为线宽值过高,原因如下:波谱扫描定位不正确,感兴趣区与颅骨内板、骨棘、脂肪成分、硬膜紧密相连或包含这些成分;磁场的均匀性较差;磁场中心频率漂移。

最简单的调整 FWHM 线宽的方法是再做一次自动预扫描,大部分可达到小于 10 的标准,可继续扫描。另外,由于波谱扫描对磁场的均匀性要求较高,因此感兴趣区要远离脂肪、骨质、气体及金属异物。如果感兴趣区与脂肪、骨质、气体等结构紧密相邻,则建议使用高度选择性的饱和(very selective saturation, VSS)脉冲功能,必要时使用高阶匀场,可进一步改进局部磁场的均匀性。

[参考文献]

[1] Li BS, Wang H, Gonen O. Metabolite ratios to assumed stable creatine level may confound the quantification of proton brain MR spectroscopy.

Magn Reson Imaging, 2003, 21(8):923-928.

[2] 徐莉, 梁长虹, 刘再毅, 等. 在体肝脏 3.0T 质子 MRS 匀场与抑水信度研究及相关分析. 中国医学影像技术, 2009, 25(7): 1208-1210.

[3] Peet AC, Lateef S, MacPherson L, et al. Short echo time ¹H magnetic resonance spectroscopy of childhood brain tumours. Childs Nerv Syst, 2007, 23(2): 163-169.

[4] Inoue M, Nishimura S, Hori G, et al. Improved parameter estimation for variance-stabilizing transformation of gene-expression microarray data. J Bioinform Comput Biol, 2004, 2(4): 669-679.

[5] Bartha R. Effect of signal-to-noise ratio and spectral line width on metabolite quantification at 4T. NMR Biomed, 2007, 20(50): 512-521.

[6] 梁长虹, 徐莉, 刘再毅, 等. 在体肝脏 3.0T ¹H-MR 波谱匀场及抑水影响因素探讨. 中华放射学杂志, 2009, 43(7): 739-742.

[7] Elster C, Link A, Schubert F, et al. Quantitative MRS: comparison of time domain and time domain frequency domain methods using a novel test procedure. Magn Reson Imaging, 2000, 18(5): 597-606.

[8] Li CW, Kuo YC, Chen CY, et al. Quantification of choline compounds in human hepatic tumors by proton MR spectroscopy at 3T. Magn Reson Med, 2005, 53(4): 770-776.

[9] Kuo YT, Li CW, Chen CY, et al. In vivo proton magnetic resonance spectroscopy of large focal hepatic lesions and metabolite change of hepatocellular carcinoma before and after transcatheter arterial chemoembolization using 3.0-T MR scanner. J Magn Reson Imaging, 2004, 19(5): 598-604.

[10] Kwock L, Smith JK, Castillo M, et al. Clinical applications of proton MR spectroscopy in oncology. Technol Cancer Res Treat, 2002, 1(1): 17-28.