

不同 TE 对 3.0T 质子 MRS 谱线及代谢物定量的影响

黄国富, 徐莉, 梁长虹, 黄飏

【摘要】 目的:探讨不同回波时间(TE)对脑实质谱线信噪比(SNR)、基线稳定性及代谢物相对定量的影响。**方法:**36 例受检者,使用 GE Signa Excite HD 3.0T 超导磁共振扫描仪,8 通道头颈联合阵列线圈。每位受检者行 2~7 次不等的单体素 PRESS 序列¹H-MRS 采集共得到 132 条谱线。检查参数为 TR 1500 ms,NSA 64 次,TE 35 ms 或者 144 ms。选取其中同一感兴趣区除了 TE 之外所有参数相同的配对数据,采用 Wilcoxon 秩和检验比较两组 SNR 和基线稳定性。把所有数据按照 TE 不同分为两组,采用两独立样本的 *t* 检验比较 Cr SNR, NAA/Cr 及 Cho/Cr 是否存在统计学差异。**结果:**TE 为 35 ms 较 TE 144 ms 所获谱线 SNR($Z=-5.099, P<0.000$)高但基线稳定性差($Z=-5.099, P<0.000$)。TE 为 35 ms 组较 TE 144 ms 组平均 Cr SNR($48.54 \pm 19.5, 29.9 \pm 19.4$)更高($t=-4.471, P<0.000$),平均 NAA/Cr($1.56 \pm 0.27, 1.73 \pm 0.36$)降低($t=2.325, P=0.022$),平均 Cho/Cr($0.89 \pm 0.19, 0.97 \pm 0.24$)未见统计学差异($t=1.575, P=0.118$)。**结论:**短 TE(35 ms)谱线 SNR 高且能显示更多代谢物,而长 TE(144 ms)有助于改善不稳定的基线,提高 NAA/Cr 比值。

【关键词】 头部; 磁共振波谱学; 诊断技术和方法

【中图分类号】 R445.2; R742 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2011)10-1093-03

The effect of different TEs on the MR spectra and metabolite quantity at 3T HUANG Guo-fu, XU Li, LIANG Chang-hong, et al. Department of Radiology, Guangdong General Hospital, Guangdong Academy of Medical Guangzhou 510080, P. R. China

【Abstract】 Objectives: To discuss the effect of different times of echo (TEs) on the MR spectra SNR, baseline stability and metabolite quantity of brain at 3T. **Methods:** GE Signal Excite HD 3.0T superconductive MR scanner, and 8 channel head and neck phase array coil was used. ¹H-MRS was performed in 36 volunteers with 2~7 sessions using single-voxel PRESS sequence, totally 132 spectra were obtained. The parameters used were TR of 1500ms, TE of 35ms or 144ms, NSA of 64 times. As one region of interest was chosen, with paired data of all parameters except TE, baseline stability and SNR were compared with Wilcoxon rank sum test. All of the data were divided into 2 groups according to different TE, using 2 independent samples with *t* test to compare the statistical differences of Cr SNR, NAA/Cr and Cho/Cr. **Results:** The spectrum SNR with TE of 35ms was better than that with TE of 144ms ($Z=5.099, P<0.000$), yet with poorer baseline stability ($Z=5.099, P<0.000$). The mean Cr SNR with TE of 35ms (48.54 ± 19.5) were higher than that with TE of 144ms (29.9 ± 19.4) ($t=-4.471, P<0.000$); the mean NAA/Cr with TE of 35ms (1.56 ± 0.27) was lower than that of TE of 144ms (1.73 ± 0.36) ($t=2.325, P=0.022$); the mean Cho/Cr with TE of 35ms (0.89 ± 0.19) was lower than that with TE of 144ms (0.97 ± 0.24) ($t=1.575, P=0.118$) with no significant difference. **Conclusion:** Shorter TE showed better SNR and more metabolites could be assessed, whereas longer TE (144ms) was helpful to improve the baseline stability as well as the ratio of NAA/Cr.

【Key words】 Head; Magnetic resonance spectroscopy; Diagnostic techniques and procedures

磁共振波谱技术在 1.5T 场强下应用日趋广泛,扫描技术较成熟。但 1.5T 场强下波谱信噪比较低,基线噪声较大,不利于波谱代谢物后处理分析^[1-3]。匀场较差时,波谱分辨率降低,Cho 峰和 Cr 峰、Lac 峰和 Lip 峰部分重叠。低的信噪比较,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。获得基线稳定和 SNR 较好的谱线,能够得到较为准确的代谢物峰

高和峰下面积,是进行波谱准确定量分析的前提^[4,5]。

除提高硬件性能,加强在体¹H-MRS 信号处理与分析方法研究外^[6,7],选择恰当的采集参数亦很重要。3.0T 磁共振在波谱检查方面发挥着明显的优势。本研究的目的是探讨不同回波时间(time of echo, TE)对脑实质谱线信噪比(SNR)、基线稳定性及代谢物相对定量的影响。优化在体单体素点分辨波谱(point resolved spectroscopy, PRESS)序列采集参数的选择。同时也提供了 3.0T 场强下主要代谢产物相对比值大致参考值的范围,为后续不同年龄段不同采集部位相对定量系统研究提供参考。

作者单位:510080 广州,广东省医学科学院/广东省人民医院放射科

作者简介:黄国富(1972-),男,江西临川人,主治医师,主要从事消化系统影像诊断工作。

通讯作者:梁长虹, E-mail: cjr.lchh@vip.163.com

基金项目:广东省自然科学基金资助项目(5001199);广东省科技计划资助项目(2005B10401040);广东省医学科学技术研究基金资助项目(A2005018)

材料与方法

回顾性分析广东省人民医院 2010 年 3~5 月行头部磁共振检查的 36 例受检者,男 17 例,女 19 例,年龄 3~86 岁,平均 59 岁。包括头部检查未见异常 6 例,脑白质疏松、脑萎缩或者少许缺血灶 10 例,帕金森病 7 例,癫痫 3 例,头晕、行动迟缓、反应迟钝或者震颤查因 9 例。¹H-MRS 采集均在受检者知情同意下完成,并均签署知情同意书。

使用 GE Signa Excite HD 3.0T 超导磁共振扫描仪和 8 通道头颈联合相控阵线圈。每位受检者行头部常规 MRI 扫描后行 2~7 次不等的单体素 PRESS 序列采集。波谱扫描前行常规预扫描,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。本组通过选定的内标肌酸 Cr 来计算代谢物的相对定量值。测量所关注代谢物相对定量比值包括 N-乙酰天门冬氨酸(NAA)/肌酸(Cr),胆碱(Cho)/肌酸(Cr)。

采集¹H-MRS 时,对每位受检者采集使用参数均为 TR 1500 ms, TE 35 ms (NSA 64 次)或者 144 ms (NSA 128 次), VOI: 20 mm × 20 mm × 10 mm ~ 39 mm × 32 mm × 17 mm, 平均(9672 ± 3700) mm³。

数据分析与统计方法:使用 SPSS 11.5 统计软件包对本实验所有数据进行统计学分析,取检验水准 $\alpha = 0.05$, $P < 0.05$ 提示有统计学意义。

配对比较选取同一受检者同次检查同一 VOI 仅 TE 时间不同的一对数据(A 与 B)进行比较,也就是说完成一个序列扫描后,利用扫描操作界面的复制功能,复制扫描及定位参数,确保波谱采集位置一致,仅改变 TE 重复采集的一对波谱进入配对比较。从 SNR 和谱线基线稳定性两方面对比。谱线 SNR 和基线稳定性评价采用主观评价指标,由两位放射学医师分别评定。当 A 与 B 相似时记为 0 分, A 好于 B 时记为 1 分, A 差于 B 时记为 -1 分。采用 Wilcoxon 秩和检验比较两组 SNR 和基线稳定性(图 1、2)。

采用两独立样本的 t 检验比较两组的 Cr SNR, NAA/Cr 及 Cho/Cr。

结果

1. TE 对谱线信噪比(SNR)及基线稳定性的影响

14 对检查部位与参数完全一致(除 TE 分别为 35 ms 及 144 ms 外)的数据列入本组分析。TE 35 ms 与 TE 144 ms 比较, TE 为 35 ms 时谱线较为光滑, 显示的代谢物峰数目较多, 波谱 SNR 好($Z = -3.742$, $P = 0.000$)而基线不稳定($Z = -3.317$, $P = 0.001$)。TE 为 144 ms 时波谱 SNR 差, 谱线可出现锯齿, 显示的代谢物数目较少, 但基线较稳定。

长 TE 可见代谢产物只有 NAA、Cr、Cho 3 个, 而短 TE 显示的有 lipid、NAA、Glx、Cr、Cho、mI, 因此 lipid、Glx、mI 在 35 ms 能显示而 144 ms 谱图未能显示。

2. TE 对代谢物相对定量的影响

36 个受检者共采集了 132 条谱线。TE 为 144 ms 共 104 条, TE 为 35 ms 共 28 条。其中由于代谢物波谱淹没在基线噪声中或者由于谱线频率漂移在相应化学位移处探测不到波峰数值而显示为 void 数目分别如下: NAA/Cr 无效的 4 条谱线, Cho/Cr 无效的 5 条谱线, Cr SNR 无效的 2 条谱线。

TE 为 35 ms 较 TE 144 ms, 平均 Cr SNR 高($t = -4.471$, $P = 0.000$), 平均 NAA/Cr 降低($t = 2.325$, $P = 0.022$), 平均 Cho/Cr 未见统计学差异($t = 1.575$, $P = 0.118$)。

表 1 TE 144 ms 与 TE 35 ms 比较

组别	TE 35ms	TE144ms	t 值	P 值
例数	28	104		
VOI(mm ³)	10390 ± 4127	9478 ± 3574	-1.159	>0.05
Cr SNR	48.5 ± 19.5	30.0 ± 19.4	-4.471	<0.05
NAA/Cr	1.56 ± 0.27	1.73 ± 0.36	2.325	<0.05
Cho/Cr	0.89 ± 0.19	0.97 ± 0.24	1.575	>0.05

讨论

1. PRESS 的特点^[8,9]

PRESS 基本序列结构模式是使用 3 个选择性脉冲(分别为 90°、180°、180°)分别加在 3 个正交(相互垂直)的梯度磁场方向上, 产生一个单体素感兴趣容积。

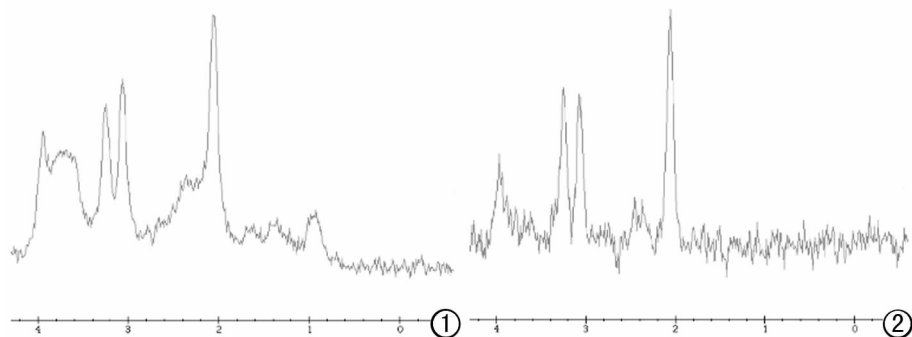


图 1 TE 35 ms 时谱线较为光滑, 显示的代谢物峰数目较多, 波谱 SNR 好而基线不稳定。图 2 TE 144 ms 时波谱 SNR 差, 谱线出现锯齿, 显示的代谢物数目较少, 但基线较稳定。

和激励回波探测法(stimulated echo acquisition mode spectroscopy, STEAM)只采集 VOI 信号的一半不同, PRESS 技术采集的是 VOI 中的全部信号,其信号强度也高于 STREAM 技术,具有更高的信噪比。

2. TE 的影响

Garbow^[10]研究中给出由 T_2 弛豫引起的波谱信号衰减的公式,是 TE 的一个简单指数函数: $S(TE) = S(0) \times \exp(-TE/T_2)$,其中 $S(TE)$ 是 TE 值时的信号振幅, $S(0)$ 是 $TE=0$ 时的信号振幅。由公式可知,当 $TE=0$ 时,各个代谢物的信号都没有衰减,TE 越长,信号的衰减就越严重,意味着回波出现之前已经有更多的质子失相位。本文研究显示 TE 35 ms 谱线信噪比及肌酸信噪比均高于 TE 144 ms,与理论吻合。

TE 为 144 ms 的 PRESS 序列对于长 T_2 时间代谢物较为适合,清楚临床波谱检查中所测定的各主要代谢物的波峰,如 NAA、Cho 与 Cr。大分子分子晶格固定,分子间自旋-自旋作用持久, T_2 弛豫时间较短,回波时间设定为 35 ms 显示短 T_2 代谢物的波峰如 Lip1.3、Lip0.9 较好。随 TE 增加,有助于提高长 T_2 物质的相对比,所以可以改善不稳定的基线。平均 NAA/Cr 降低及平均 Cho/Cr 未见统计学差异考虑与代谢物的 T_2 弛豫时间有关。

3. 临床联系^[11]

NAA、Cho、Cr 等脑代谢物当 35 ms 及 144 ms 时均能探测,其他如肌醇、谷氨酸、谷胺酰胺仅短 TE 时间时才能采集。我院常见波谱常见病种的帕金森病、海马硬化病,144 ms 就能满足临床需求。同时需要采集 35 ms 及 144 ms 的情况比如 Lac 与 Lipid 靠得很近,如何区分 Lac 由于有 J 耦联,所以其在谱线上的形态表现为双峰(doublet)。不确定时可进行两次单体素采集,一次用短回波时间($TE=35$ ms),乳酸双峰应为正立的,一次用长回波时间($TE=144$ ms),乳酸峰为倒立的双峰,且此时脂峰的干扰较小,长回波时间的谱线上几乎看不到脂峰。总之,本研究是纯的技术学方面的研究,不同回波时间对脑实质谱线信噪比、基线稳定性及代谢物相对定量的影响提供一个参考值的范围,具体 MRS 是做 35 ms 或 144 ms 或两者都必须做取决于临床的病例。

4. 研究局限性与小结

本研究局限性在于为回顾性分析,不是所有谱线

能进行针对同一受检者同一感兴趣区的配对比较,影响实验结果的因素不能做到完全相同。然而本研究样本量较大,从而减小了实验误差,且研究结果与理论吻合好,故我们认为并不会影响最终结论。综上所述,在头部波谱检查中,短 TE(35 ms)谱线 SNR 高且能显示更多代谢物,而长 TE(144 ms)有助于改善不稳定的基线,提高 NAA/Cr 比值。

参考文献:

- [1] Kwock L, Smith JK, Castillo M, et al. Clinical applications of proton MR spectroscopy in oncology[J]. Technol Cancer Res Treat, 2002, 1(1): 17-28.
- [2] Castillo M, Kwock L, Mukherji SK. Clinical applications of proton MR spectroscopy[J]. AJNR, 1996, 17(1): 1-15.
- [3] Peet AC, Lateef S, MacPherson L, et al. Short echo time 1H -magnetic resonance spectroscopy of childhood brain tumours [J]. 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]. J Bioinform Comput Biol, 2004, 2(4): 669-679.
- [5] Bartha R. Effect of signal-to-noise ratio and spectral linewidth on metabolite quantification at 4.0T [J]. NMR Biomed, 2007, 20(50): 512-521.
- [6] Serrai H, Senhadji L, de Certaines JD, et al. Time-domain quantification of amplitude, chemical shift, apparent relaxation time T_2 and phase by wavelet-transform analysis. Application to biomedical magnetic resonance spectroscopy[J]. J Magn Reson, 1997, 124(1): 20-34.
- [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[J]. 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 3.0T [J]. 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 3.0T MR scanner [J]. J Magn Reson Imaging, 2004, 19(5): 598-604.
- [10] Garbow JR, Lin X, Sakata N, et al. In vivo MRS measurement of liver lipid levels in mice [J]. J Lipid Res, 2004, 45(7): 1364-1371.
- [11] Li BS, Wang H, Gonen O. Metabolite ratios to assumed stable creatine level may confound the quantification of proton brain MR spectroscopy [J]. Magn Reson Imaging, 2003, 21(2): 923-928.

(收稿日期: 2010-10-26 修回日期: 2011-03-14)