论著

文章编号:1000-5404(2008)12-1176-03

# 子宫肌瘤的MRI影像特性研究

温海燕,陈文直,王智彪 (重庆医科大学生物医学工程系,重庆 400016)

**摘 要:目的** 以子宫肌瘤为例研究人体组织结构(包括肿瘤)在MRI影像上的共同特征性,以得到"相同组织结构有相同的MR共性"的研究结果;反映在MR值上,希望得到有共同的、相对恒定的MR值区间范围。**方法** 应用Microsoft Visual C$^{++}$ 6.0为本研究专门开发的专用MRI图像分析软件,对所有研究的子宫肌瘤在MRI $T_2$原始序列图像的数据进行分析,研究在MR值上的变化规律。**结果** ①在同一检查条件下,同一患者不同时期的子宫肌瘤影像中,MR值分布范围没有统计学差异($P>0.05$);②在同一检查条件下,不同患者间的子宫肌瘤影像中,MR值分布范围没有统计学差异($P>0.05$);③在同一检查条件下,子宫肌瘤HIFU治疗前后的MR值变化范围存在统计学差异($P<0.05$)。**结论** ①在同一MRI检查设备上,相同的检查条件下MRI影像中,相同人体组织结构有共同的MR值分布区间范围;②HIFU治疗能够改变原有组织结构在MRI图像上的特性。

**关键词:** 子宫肌瘤;核磁共振;图像分析;结构提取
**中图法分类号:** R445.2;R737.33 **文献标识码:** A

# Characteristics of hysteromyoma MRI images

WEN Hai-yan, CHEN Wen-zhi, WANG Zhi-biao (Department of Biomedical Engineering, Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China)

**Abstract:** Objective To study the common imaging characters of the human tissues such as tumors in MRI based on hysteromyoma in hope of getting the results that the same tissue has the same MR characters and identifying the common, comparatively steady MR figs sectional area which can provide related references for the computer-based automatic recognition orgnization and basis for the question such as whether the same MR figs has the same hyperacoustic impedance characters. Methods We analysed all the images with hysteromyoma on MRI $T_2$ and got the rules on MR figs change with the application of the MRI image analysing software which specially designed by Microsoft Visual C$^{++}$ 6.0 for the research. Results (1) No significant difference was found in MR figs sectional area in the different periods of the same patient under the same MRI test condition. (2) No significant difference was found in MR figs sectional area in different patients under the same MRI test condition. (3) Significant difference was found in MR figs sectional area after the patient received the HIFU treatment under the same MRI test condition. Conclusion (1) Human tissues have some common MRI imaging characters in the same MRI test equipment under the same MRI test condition. (2) Imaging characters of the human body tissues in MRI can be altered after HIFU treatment.

**Key words:** hysteromyoma; MRI; image analysis; frame extraction

在MRI影像的组织结构识别与诊断上,主要是通过MRI诊断医师的肉眼来识别,识别基础是影像上的明、暗程度。近年来,随着MRI计算机辅助技术发展,在一定程度上提高了医师们的识别诊断能力,但医师诊断识别的基础仍然是的肉眼,其水平还取决于医师本人的经验,不同的影像诊断医师,对影像中的细微变化会有不同的认识。也正是如此,基于医学影像的组织结构识别,目前还不能做到计算机自动识别水平。

本研究是以子宫肌瘤为例探讨人体组织结构[1](包括肿瘤)在MRI影像上的共同特征性[2,3]。通过此研究我们希望得到"相同组织结构有相同的MR共性"的研究结果;反映在MR值上,希望得到有共同的、相对恒定的MR值区间范围,为计算机自动识别组

作者简介:温海燕,男,四川省内江市人,博士研究生,主任医师,主要从事临床肿瘤、肿瘤成像技术及图像识别与处理方面的研究,发表论文10余篇。电话:(023)63692005,E-mail:anticancer@cta.cq.cn

收稿日期:2007-04-19;修回日期:2008-01-16

织结构、HIFU 治疗效果及疗效评估等研究提供依据。

MR(magnetic resonance)信号,是 MRI 机中使用的接受线圈探测到的电磁波。它具有一定的相位、频率和强度,根据这个信号的相位、频率和强度的特性,结合它出现的时间先后秩序,可以用来进行计算机空间定位处理和信号强度数字化计算及表达,在 MRI 图像上反映出不同组织的亮暗特征。MR 值实际上是组织回波信号所产生,是一个特定组织(受检组织)在磁共振成像过程中产生且特有的。在 MRI 影像序列中,已经证实同一组织的 $T_2$ 值具有相对恒定的特点,但不同磁共振机因为磁场不均性和梯度场等众多因素影响,实际上所反映的 $T_2$ 值会有不同。因此,研究中我们不能把不同的 MRI 机器上对同一个人的同一组织测量的信号强度或 $T_1$、$T_2$ 值进行比较,这种比较没有实际价值。MR 这些特性也正是我们能够开展本项研究的理论基础。

## 1　材料与方法

### 1.1　材料

材料来源,为重庆医科大学附属第二医院 GE 公司生产的 MRI(GE Medical Systems)设备检测所获得的人体子宫肌瘤 MRI 原始图像数据。数据来源于 16 人次不同时间的 MRI 检查数据,涉及的患者年龄为 36 ~ 44 岁,检查年限为 2005、2006 年,所有病例为子宫肌瘤确诊病例。

### 1.2　方法与原理

1.2.1　数据获取方法　　本研究的条件:是在同一 MRI 设备检查所得到的 MRI 图像,对同一序列的图像中,相同组织结构的分析研究[4]。研究重点为 3 个方面:①了解不同的个体(患者),相同的组织结构在 MRI 影像上共同特点;②同一个体在不同时间段所获得的 MRI 影像特性是否一样;③影响组织结构的 MRI 特性差异的主要因素。目的是能否获得利于计算机进行组织结构识别的组织特异性数据。

1.2.2　数据分析原理与方法　　方法是对所有研究的子宫肌瘤在 MRI $T_2$ 图像序列的数据进行分析,研究中涉及分析的数据组 90 余组,每组数据量在 400 ~ 3 000 个。由于所分析数据量大,无法手工完成,因此,借助了由 Microsoft Visual $C^{++}$ 6.0 为本研究专门开发的专用 MRI 图像分析软件进行数据分析。

在分析方法上,结合数据量较大及频数为表示的数据特点,采用频数表法[5]等方式进行数据分析[6]。

计算步骤是按所分组段由小到大计算累计频数和累计频率,本研究中分组段为 MRI 图像中 MR 值段,分别计算处于某一 MR 值的累计像素频数及累计频率;确定 $P_x$ 所在组段。本研究是以 MR 值为标准,其变化范围为 0 ~ 4 096。

百分位数 $P_x$ 标准计算公式计算如下。

$$P_x = L + \frac{i}{f_x}(n.x\% - \Sigma f_L)$$

式中,$L$、$i$、$f_x$ 分别为 $P_x$ 所在组段的下限、组距和频数;$\Sigma f_L$ 为小于 $L$ 的各组段的累计频数。计算中位数时,$x = 50$,即 $P_{50}$。

采用此方法分析的原因,是因为所分析的 MR 数据,常是偏态分布,且频数分部,又无确切数据资料中心位置的数据。

另外,是计算样本的位置指针 $P_{4\,096}$,它是源于计算编程中表示存放数据位置的一个概念,在本研究中是指数据在 MR 值区间段平均值,位于像素值范围中位置。它的意义在于一方面反映样本中数据集聚点的 MR 值,另一方面可以从立体的角度反映在 4 096 级 MR 值变化范围中位置,比单纯的数据比较能够更为客观反映样本数据变化规律,其计算公式如下。

$$P_{4\,096} = \frac{(\text{位于该 MR 值区间段所有像素的 MR 平均值})}{4\,096}$$

式中 4 096 是 MRI 图像像素的变化范围。

统计学上比较方法是采用配对设计的比较[4]。

研究是在相同的检查条件(设备、序列等)下进行,主要包括 3 方面内容:①同一子宫肌瘤患者在不同时期的 MR 值变化范围符合率分析;②不同子宫肌瘤患者间的 MR 值变化范围符合率的分析;③子宫肌瘤 HIFU 治疗前、后的 MR 值范围变化分析。

## 2　结果

### 2.1　同一患者不同时期子宫肌瘤 MR 数据分析结果

表 1 中样 1、样 2 及总和分别为同一子宫肌瘤患者前、后不同时期的 MRI 所获得的数据和总样本数据。样本中位数及 MR 位置指针分析结果见表 2。查 $t$ 界值表,$t_{0.05,6} = 1.943$,$t < t_{0.05,6}$,因此 $P > 0.05$;按 $\alpha = 0.05$ 水准得到所分析的同一病例组中数据样本间无统计学差异。

**表 1　各病例组样本量列表**

| 病例组 | 样 1 | 样 2 | 总和 |
|---|---|---|---|
| 1 | 15 392 | 12 904 | 28 296 |
| 2 | 11 296 | 7 448 | 18 744 |
| 3 | 6 428 | 4 080 | 10 508 |
| 4 | 5 948 | 5 692 | 11 640 |
| 5 | 7 108 | 6 460 | 13 568 |
| 6 | 2 212 | 2 400 | 4 612 |
| 7 | 1 356 | 1 168 | 2 524 |
| 合计 | 49 740 | 40 152 | 89 892 |

**表 2　样本中位数及在 0 ~ 4 096 间 MR 值位置指针分析表**

| 病例组 | 中位数对比 | | | | MR 位置指针对比($P_{4\,096}$) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 样 1 | 样 2 | d | $d^2$ | 样 1 | 样 2 | d | $d^2$ |
| 1 | 747 | 747 | 0 | 0 | 0.181 9 | 0.183 5 | −0.001 6 | 0.000 002 56 |
| 2 | 369 | 369 | 0 | 0 | 0.090 3 | 0.089 7 | 0.000 6 | 0.000 000 36 |
| 3 | 494 | 494 | 0 | 0 | 0.118 7 | 0.124 5 | −0.005 8 | 0.000 033 64 |
| 4 | 507 | 487 | 20 | 400 | 0.124 4 | 0.118 5 | 0.005 9 | 0.000 034 81 |
| 5 | 415 | 295 | 120 | 14 400 | 0.095 8 | 0.070 6 | 0.025 3 | 0.000 640 09 |
| 6 | 241 | 221 | 20 | 400 | 0.059 4 | 0.054 4 | 0.005 | 0.000 025 |
| 7 | 349 | 369 | −20 | 400 | 0.086 8 | 0.089 8 | −0.003 | 0.000 009 |
| | $\Sigma d = 140$ | | $\Sigma d^2 = 15\,600$ | | $\Sigma d = 0.026\,4$ | | $\Sigma d^2 = 0.000\,745\,5$ | |
| | $S_d = 46.188$ | | | | $S_d = 0.010\,375$ | | | |
| | $t = 1.145\,6$ | | | | $t = 0.961\,76$ | | | |

### 2.2 不同患者间子宫肌瘤 MR 数据分析结果

表3数据是将14例患者数据,进行两两配对分析。

**表3 不同患者样本中位数及在0~4 096间MR值指针位置分析表**

| 组号 | 各区间样本的指针 | | | | 中位数 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 样1 | 样2 | d | $d^2$ | 样1 | 样2 | d | $d^2$ |
| 1 | 0.104 1 | 0.1154 | −0.011 3 | 0.000 127 69 | 380 | 460 | −80 | 6 400 |
| 2 | 0.104 1 | 0.1650 | −0.060 9 | 0.003 708 81 | 380 | 660 | −280 | 78 400 |
| 3 | 0.104 1 | 0.1399 | −0.025 8 | 0.000 665 64 | 380 | 580 | −200 | 40 000 |
| 4 | 0.104 1 | 0.1157 | −0.011 6 | 0.000 134 56 | 380 | 480 | −100 | 10 000 |
| 5 | 0.104 1 | 0.1307 | −0.026 6 | 0.000 707 56 | 380 | 540 | −160 | 25 600 |
| 6 | 0.104 1 | 0.1807 | −0.076 6 | 0.005 867 56 | 380 | 740 | −360 | 129 600 |
| … | …… | …… | …… | …… | …… | …… | …… | …… |
| 88 | 0.121 8 | 0.1396 | −0.017 8 | 0.000 316 84 | 360 | 500 | −140 | 19 600 |
| 89 | 0.100 7 | 0.1002 | 0.000 5 | 0.000 000 25 | 400 | 380 | 20 | 400 |
| 90 | 0.100 7 | 0.1396 | −0.038 9 | 0.001 513 21 | 400 | 500 | −100 | 10 000 |
| 91 | 0.100 2 | 0.1396 | −0.039 4 | 0.001 552 36 | 380 | 500 | −120 | 14 400 |
| | $\Sigma d = 0.445\ 8$ | | $\Sigma d^2 = 0.138\ 095\ 68$ | | $\Sigma d = 2\ 860$ | | $\Sigma d^2 = 3\ 014\ 800$ | |
| $n = 91$ | $d = \Sigma d/n = 0.004\ 898\ 9$ | | | | $d = \Sigma d/n = 31.428\ 57$ | | | |
| $\nu = 91 - 1 = 90$ | $S_d = 0.038\ 6$ | | | | $S_d = 180.274\ 9$ | | | |
| | $t = 1.210\ 687$ | | | | $t = 1.663\ 068$ | | | |

查 $t$ 界值表,$t_{0.05,90} = 1.662$。从表3分析数据得到:①以中位数的分析值比较 $t > t_{0.05,90}$($P < 0.05$),表明单纯以中位数角度各患者数据存在差异;②以样本数据位置指针分析值比较 $t < t_{0.05,90}$($P > 0.05$);按 $\alpha = 0.05$ 水准得到不同患者子宫肌瘤数据无统计学差异。

结合研究设计条件,以结果②更具有价值,更符合要求。

### 2.3 子宫肌瘤 HIFU 治疗前后 MR 数据分析结果

表4数据是子宫肌瘤 HIFU 治疗前、后在同一检查条件下的 MRI 检查图像数据分析。查 $t$ 界值表,$t_{0.05,2} = 2.920$,$t > t_{0.05,2}$,因此 $P < 0.05$;按 $\alpha = 0.05$ 水准得到所分析的各病例中 HIFU 治疗前后的样本数据存在差异。

**表4 子宫肌瘤 HIFU 治疗前后 MR 数据变化分析表**

| 病例组 | 中位数对比 | | | | MR 位置指针对比($P_{4\,096}$) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 样1 | 样2 | d | $d^2$ | 样1 | 样2 | d | $d^2$ |
| 1 | 653 | 493 | 160 | 25 600 | 0.163 | 0.121 6 | 0.041 4 | 0.001 714 |
| 2 | 733 | 593 | 140 | 19 600 | 0.180 2 | 0.152 7 | 0.027 5 | 0.000 756 |
| 3 | 685 | 485 | 200 | 40 000 | 0.173 4 | 0.123 1 | 0.050 3 | 0.002 53 |
| | $\Sigma d = 500$ | | $\Sigma d^2 = 85\ 200$ | | $\Sigma d = 0.119\ 2$ | | $\Sigma d^2 = 0.005$ | |
| | $S_d = 30.55$ | | | | $S_d = 0.011\ 484$ | | | |
| | $t = 9.449\ 5$ | | | | $t = 5.992\ 6$ | | | |

## 3 讨论

通过上述研究结果,可以得出以下结论:①在同一检查条件下(同一设备所得到的同一 MRI 序列图像中等条件下),同一患者的子宫肌瘤在不同时期的 MRI 影像上所得到的 MR 值分布区间范围相同;②在同一检查条件下,不同患者间的子宫肌瘤,在 MRI 影像中 MR 值分布区间范围是一致的;③HIFU 治疗能够改变原有组织结构在 MRI 图像上的特性,其原因可能系原有组织结构本质的改变。

综合上述,根据在同一 MRI 检查设备上,相同的检查条件下 MRI 影像中子宫肌瘤的 MR 值分布范围相同的结论,可以推断,在同一 MRI 检查条件下,同一人体组织结构在 MRI 影像上存在共性。这种共性从效果看,可以作为计算机自动识别组织、HIFU 治疗评价及疗效评估等研究的依据。

(致谢:感谢 HIFU 研究中心胡政、林涛、王明胜、刘明江及周昆老师在 HIFU、MRI 方面的支持;感谢王润华、易静两位老师在统计学分析上的帮助。)

## 参考文献:

[1] Leung K K, Holden M, Saeed N, *et al*. Automatic quantification of changes in bone in serial MR images of joints[J]. IEEE Trans Med Imaging, 2006, 25(12): 1617-1626.

[2] Grossman R, Hoffman C, Mardor Y, *et al*. Quantitative MRI measurements of human fetal brain development in utero[J]. Neuroimage, 2006, 33(2): 463-470.

[3] 候少华, 侯 曼, 龚也君, 等. 磁共振图像实现人体体成分数字化的研究[J]. 北京师范大学学报:自然科学版, 2005, 41(1): 107-110.

[4] Eckstein F, Burstein D, Link T M. Quantitative MRI of cartilage and bone: degenerative changes in osteoarthritis[J]. NMR Biomed, 2006, 19(7): 822-854.

[5] 倪宗瓒. 医学统计学[M]. 第2版. 北京: 人民卫生出版社, 1998: 7-8, 17-18.

[6] Lei T, Wehrli F W. Magnetic resonance (MR) image analysis--A statistical approach[J]. Int J Image Graphics, 2007, 7(1): 119-141.

(编辑 吴培红)

## 作者书写数字须知

根据《关于出版物上数字用法的规定》,本刊实行三位分节法(即从小数点算起,向左向右每3位分1节,节间留出一定空隙),废除千分撇分节法(如2,431改为2 431)。但年份、页数、部队编号、仪表型号、标准号不用三位分节法。中文出现的数字,凡属计数数值,一律用阿拉伯数字表示。

本刊编辑部