



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110742589 A

(43)申请公布日 2020.02.04

(21)申请号 201911068120.4

(22)申请日 2019.11.05

(71)申请人 广州互云医院管理有限公司

地址 510000 广东省广州市越秀区流花路
117号流花展馆21号馆

(72)发明人 刘新 黄志炜 李晓伟 陈铭湘

(74)专利代理机构 东莞市汇橙知识产权代理事
务所(特殊普通合伙) 44571

代理人 黎敏强

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/01(2006.01)

A61B 5/055(2006.01)

G06T 11/00(2006.01)

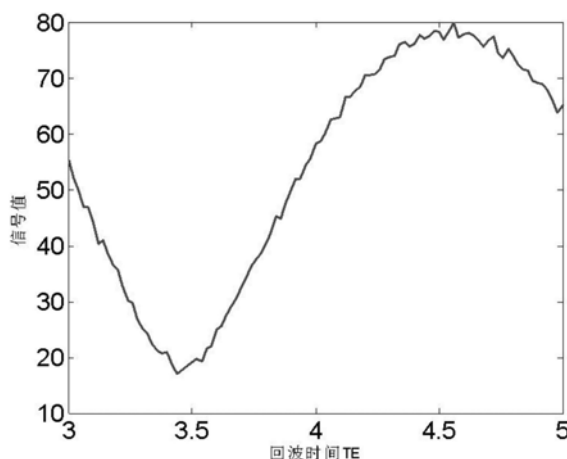
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种新的脂肪参考磁共振温度成像方法

(57)摘要

一种新的脂肪参考磁共振温度成像方法,涉及磁共振成像领域,该方法包括以下步骤:步骤一、首先根据含脂组织的物理特性确定其温度分布区间;步骤二、根据水脂成分化学位移差与温度的关系确定水脂化学位移差的范围;步骤三、根据步骤二中的水脂化学位移差的分布确定使其达到水脂反相位的回波时间的区间;步骤四、将步骤三中的区间的回波时间离散化,按照离散后的回波时间分别进行扫描成像;本发明提出的对比离散回波时间对应的信号幅值大小得到组织温度的方法简单易实现,不需要复杂后处理,并使用成熟的化学位移编码成像方法校正了T2*的影响,保证了温度估计的准确性。



1. 一种新的脂肪参考磁共振温度成像方法,其特征在于:该方法包括以下步骤:

步骤一、首先根据含脂组织的物理特性确定其温度分布区间;

步骤二、根据水脂成分化学位移差与温度的关系确定水脂化学位移差的范围;

步骤三、根据步骤二中的水脂化学位移差的分布确定使其达到水脂反相位的回波时间的区间;

步骤四、将步骤三中的区间的回波时间离散化,按照离散后的回波时间分别进行扫描成像;

步骤五、最后使图像信号达到最小值的回波时间对应的化学位移差,来确定含脂组织的当前温度。

2. 根据权利要求1所述的新的脂肪参考磁共振温度成像方法,其特征在于:所述的温度分布区间含有水和脂肪两种成分的磁共振信号模型为:

$$s_n = \left(W e^{-i2\pi\gamma B_0 \alpha T E_n \Delta T} + F \sum_{p=1}^P \beta_p e^{-i2\pi\gamma B_0 f_{F,p} T E_n} \right) e^{-\frac{T E_n}{T_2^*}} e^{-i2\pi f_B T E_n}, n=1,2,\dots,N$$

其中 s_n 是在回波时间 $T E_n$ 下的信号强度; W 和 F 是水和脂肪的信号强度值,是复数; γ 是旋磁比, B_0 是主磁场强度; α 是水中氢质子温度系数,单位是ppm/°C,一般认为 $\alpha=-0.01$ ppm/°C;水的化学位移设定为0,脂肪有 P 个脂肪峰,对应的相对幅值和化学位移为 β_p 和 $f_{F,p}$,且 $\sum_{p=1}^P \beta_p = 1$; T_2^* 是组织的横向弛豫时间; f_B 是由于主磁场不均匀造成的场飘; N 是总共采集回波个数; ΔT 是相对基线温度的温度差异。

3. 根据权利要求2所述的新的脂肪参考磁共振温度成像方法,其特征在于:

所述的幅值信号为:

$$|s_n| = \left| W e^{-i2\pi\gamma B_0 \alpha T E_n \Delta T} + F \sum_{p=1}^P \beta_p e^{-i2\pi\gamma B_0 f_{F,p} T E_n} \right| e^{-\frac{T E_n}{T_2^*}}, n=1,2,\dots,N$$

此信号模型,信号值 $|s_n|$ 与温度 ΔT 、 $T E_n$ 有关,选择合适回波时间 $T E_n$,可使得信号值达到最小,此时水和脂肪的主成分呈反相位,进而可反推得到温度值。

一种新的脂肪参考磁共振温度成像方法

技术领域

[0001] 本发明涉及磁共振成像,具体涉及一种新的脂肪参考磁共振温度成像方法。

背景技术

[0002] 磁共振温度成像可以无创、实时、在体监测被试物体内部温度分布及变化。磁共振可基于不同的温度敏感参数对温度进行监测,常用的参数有质子浓度(proton density, PD)、弛豫时间(relaxation time)、扩散系数和质子共振频率漂移(proton resonance frequency shift, PRFS)。因为水中的质子共振频率和温度成线性关系,且该线性关系和组织无关,因此基于PRFS的磁共振温度成像技术应用最为广泛。但是该技术不能用于含有脂肪的组织,因此脂肪中的氢质子对温度不敏感,这就使得含脂组织与温度变化呈现非线性关系,且此非线性关系与组织中水和脂肪的比例有关。为了实现含有脂肪组织的温度成像,需对脂肪的影响进行消除或校正。

[0003] 质子共振频率漂移磁共振温度成像利用水中氢质子的共振频率与温度的线性关系进行温度成像,一般认为其温度敏感系数为 $-0.01\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$,且与组织无关。在实际应用过程中,采集梯度回波序列,在不同的时间点利用相同的成像参数进行图像采集,温度造成的质子共振频率的差异转变为相位图像的差异;将前后不同时间点采集到的相位图像做差,除以相应的系数和回波时间,就可以得到温度变化图像。但是,脂肪中的氢质子对温度不敏感,该技术不能直接用于含有脂肪组织的温度成像,为了克服该缺陷,不同的研究小组提出了不同的技术。

[0004] 常用的技术包括脂肪抑制和脂肪参考。其中脂肪抑制是采用脂肪预饱和或水激发序列抑制脂肪中氢质子的信号,使得采集的图像中只包含水中氢质子的信号。但是该技术对主磁场不均匀性极度敏感,同时该技术也增大了温度图像的噪声。脂肪参考技术利用梯度多回波成像同时采集水和脂肪中氢质子信号,通过信号模型将温度直接或间接拟合得到。

[0005] 前述现有算法存在其缺点,信号模型中脂肪采用了单峰模型,在实际的脂肪氢质子磁共振波谱中,其具有多个脂肪峰,因为该方法得到的结果是有偏差的。将信号模型进行了简化,假设其中一些参数是不随温度变化的,但是实际数据采集,这些参数也是随采集次数和温度变化,因此该方法得到的温度图像也是不精确的,为了解决上述技术问题,特提出一种新的技术方案。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种新的脂肪参考磁共振温度成像方法,以解决上述背景技术中提出结果偏差,温度图像不精确的问题。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:一种新的脂肪参考磁共振温度成像方法,其特征在于:该方法包括以下步骤:

[0008] 步骤一、首先根据含脂组织的物理特性确定其温度分布区间;

[0009] 步骤二、根据水脂成分化学位移差与温度的关系确定水脂化学位移差的范围；

[0010] 步骤三、根据步骤二中的水脂化学位移差的分布确定使其达到水脂反相位的回波时间的区间；

[0011] 步骤四、将步骤三中的区间的回波时间离散化，按照离散后的回波时间分别进行扫描成像；

[0012] 步骤五、最后使图像信号达到最小值的回波时间对应的化学位移差，来确定含脂组织的当前温度。

[0013] 作为本发明的一种优选技术方案，所述的温度分布区间含有水和脂肪两种成分的磁共振信号模型为：

$$[0014] \quad s_n = \left(W e^{-i2\pi\gamma B_0 \alpha T E_n \Delta T} + F \sum_{p=1}^P \beta_p e^{-i2\pi\gamma B_0 f_{F,p} T E_n} \right) e^{-\frac{T E_n}{T_2^*}} e^{-i2\pi f_B T E_n}, n=1, 2, \dots, N$$

[0015] 其中 s_n 是在回波时间 $T E_n$ 下的信号强度； W 和 F 是水和脂肪的信号强度值，是复数； γ 是旋磁比， B_0 是主磁场强度； α 是水中氢质子温度系数，单位是ppm/°C，一般认为 $\alpha = -0.01$ ppm/°C；水的化学位移设定为0，脂肪有 P 个脂肪峰，对应的相对幅值和化学位移为 β_p 和 $f_{F,p}$ ，且 $\sum_{p=1}^P \beta_p = 1$ ； T_2^* 是组织的横向弛豫时间； f_B 是由于主磁场不均匀造成的场飘； N 是总共采集回波个数； ΔT 是相对基线温度的温度差异；

[0016] 作为本发明的一种优选技术方案，所述的幅值信号为：

$$[0017] \quad |s_n| = \left| W e^{-i2\pi\gamma B_0 \alpha T E_n \Delta T} + F \sum_{p=1}^P \beta_p e^{-i2\pi\gamma B_0 f_{F,p} T E_n} \right| e^{-\frac{T E_n}{T_2^*}}, n=1, 2, \dots, N$$

[0018] 此信号模型，信号值 $|s_n|$ 与温度 ΔT 、 $T E_n$ 有关，选择合适回波时间 $T E_n$ ，可使得信号值达到最小，此时水和脂肪的主成分呈反相位，进而可反推得到温度值。

[0019] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：本发明提出的对比离散回波时间对应的信号幅值大小得到组织温度的方法简单易实现，不需要复杂后处理，并使用成熟的化学位移编码成像方法校正了 T_2^* 的影响，保证了温度估计的准确性。

附图说明

[0020] 图1为本发明的回波时间与信号值的关系的示意图；

具体实施方式

[0021] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0022] 请参阅图1，一种新的脂肪参考磁共振温度成像方法，其特征在于：该方法包括以下步骤：

[0023] 步骤一、首先根据含脂组织的物理特性确定其温度分布区间；

[0024] 步骤二、根据水脂成分化学位移差与温度的关系确定水脂化学位移差的范围；

[0025] 步骤三、根据步骤二中的水脂化学位移差的分布确定使其达到水脂反相位的回波时间的区间；

[0026] 步骤四、将步骤三中的区间的回波时间离散化，按照离散后的回波时间分别进行扫描成像；

[0027] 步骤五、最后使图像信号达到最小值的回波时间对应的化学位移差，来确定含脂组织的当前温度。

[0028] 根据公式 $s_n = \left(W e^{-i2\pi\gamma B_0 \alpha TE_n \Delta T} + F \sum_{p=1}^P \beta_p e^{-i2\pi\gamma B_0 f_{F,p} TE_n} \right) e^{-\frac{TE_n}{T_2^*}} e^{-i2\pi f_B TE_n}, n=1,2,\dots,N$ ，假设一个合理的初始温度 ΔT_0 ，利用成熟的磁共振化学位移编码成像技术进行水脂分离，得到横向弛豫时间 T_2^* ；

[0029] 根据公式 $|s_n| = \left| W e^{-i2\pi\gamma B_0 \alpha TE_n \Delta T} + F \sum_{p=1}^P \beta_p e^{-i2\pi\gamma B_0 f_{F,p} TE_n} \right| e^{-\frac{TE_n}{T_2^*}}, n=1,2,\dots,N$ ，去除 T_2^* 对信号值的影响：

[0030] $|s'_n| = |s_n| e^{\frac{TE_n}{T_2^*}} = \left| W e^{-i2\pi\gamma B_0 \alpha TE_n \Delta T} + F \sum_{p=1}^P \beta_p e^{-i2\pi\gamma B_0 f_{F,p} TE_n} \right|, n=1,2,\dots,N$

[0031] 比较不同 TE_n 的信号值 $|s'_n|$ ，最小信号值对应水和脂肪主成分呈现反相位，由于在合理的温度范围内，有唯一的温度值对应该反相位，因此可确定组织当前的温度值

[0032] 作为本发明的一种优选技术方案，所述的温度分布区间含有水和脂肪两种成分的磁共振信号模型为：

[0033] $s_n = \left(W e^{-i2\pi\gamma B_0 \alpha TE_n \Delta T} + F \sum_{p=1}^P \beta_p e^{-i2\pi\gamma B_0 f_{F,p} TE_n} \right) e^{-\frac{TE_n}{T_2^*}} e^{-i2\pi f_B TE_n}, n=1,2,\dots,N$

[0034] 其中 s_n 是在回波时间 TE_n 下的信号强度； W 和 F 是水和脂肪的信号强度值，是复数； γ 是旋磁比， B_0 是主磁场强度； α 是水中氢质子温度系数，单位是 ppm/°C，一般认为 $\alpha = -0.01$ ppm/°C；水的化学位移设定为 0，脂肪有 P 个脂肪峰，对应的相对幅值和化学位移为 β_p 和 $f_{F,p}$ ，且 $\sum_{p=1}^P \beta_p = 1$ ； T_2^* 是组织的横向弛豫时间； f_B 是由于主磁场不均匀造成的场飘； N 是总共采集回波个数； ΔT 是相对基线温度的温度差异；

[0035] 作为本发明的一种优选技术方案，所述的幅值信号为：

[0036] $|s_n| = \left| W e^{-i2\pi\gamma B_0 \alpha TE_n \Delta T} + F \sum_{p=1}^P \beta_p e^{-i2\pi\gamma B_0 f_{F,p} TE_n} \right| e^{-\frac{TE_n}{T_2^*}}, n=1,2,\dots,N$

[0037] 此信号模型，信号值 $|s_n|$ 与温度 ΔT 、 TE_n 有关，选择合适回波时间 TE_n ，可使得信号值达到最小，此时水和脂肪的主成分呈反相位，进而可反推得到温度值。

[0038] 为了验证本发明的可行性，利用数值仿真验证回波时间和信号值的关系：根据公

式 $s_n = \left(W e^{-i2\pi\gamma B_0 \alpha TE_n \Delta T} + F \sum_{p=1}^P \beta_p e^{-i2\pi\gamma B_0 f_{F,p} TE_n} \right) e^{-\frac{TE_n}{T_2^*}} e^{-i2\pi f_B TE_n}, n=1,2,\dots,N$ ，设置水脂成分的信号均为 50， $T_2^* = 0$ ；信噪比 = 100，水的化学位移设定为 0，脂肪有 6 个脂肪峰，对应的相对幅值

和化学位移为[0.087 0.694 0.128 0.004 0.039 0.048]和[-3.80 -3.40 -2.60 -1.94 -0.39 0.60]ppm;回波时间TE范围设置为3~5ms,步长为0.02ms。结果如图一所示,在TE=3.44ms,信号取的最小值,该数值与温度相关,由该回波时间和温度有唯一关系。

[0039] 在本发明的描述中,需要理解的是,指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0040] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

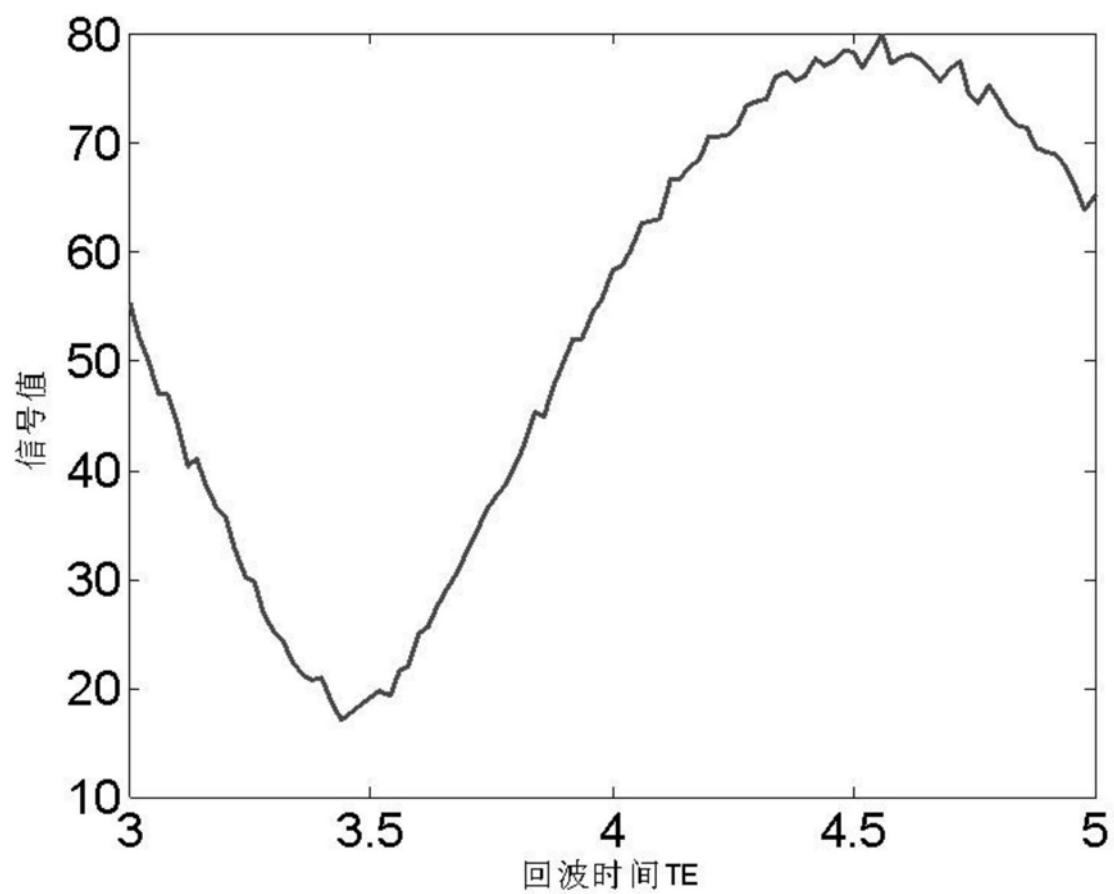


图1

专利名称(译)	一种新的脂肪参考磁共振温度成像方法		
公开(公告)号	CN110742589A	公开(公告)日	2020-02-04
申请号	CN201911068120.4	申请日	2019-11-05
[标]发明人	刘新 黄志炜 李晓伟 陈铭湘		
发明人	刘新 黄志炜 李晓伟 陈铭湘		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/01 A61B5/055 G06T11/00		
CPC分类号	A61B5/0033 A61B5/01 A61B5/055 A61B5/72 G06T11/00		
代理人(译)	黎敏强		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种新的脂肪参考磁共振温度成像方法，涉及磁共振成像领域，该方法包括以下步骤：步骤一、首先根据含脂组织的物理特性确定其温度分布区间；步骤二、根据水脂成分化学位移差与温度的关系确定水脂化学位移差的范围；步骤三、根据步骤二中的水脂化学位移差的分布确定使其达到水脂反相位的回波时间的区间；步骤四、将步骤三中的区间的回波时间离散化，按照离散后的回波时间分别进行扫描成像；本发明提出的对比离散回波时间对应的信号幅值大小得到组织温度的方法简单易实现，不需要复杂后处理，并使用成熟的化学位移编码成像方法校正了T2*的影响，保证了温度估计的准确性。

