



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107684457 A

(43)申请公布日 2018.02.13

(21)申请号 201610630646.7

(22)申请日 2016.08.04

(71)申请人 徐辉雄

地址 200072 上海市静安区延长中路727弄  
13号1102室

申请人 郭乐杭

(72)发明人 徐辉雄 郭乐杭

(74)专利代理机构 上海瀚桥专利代理事务所  
(普通合伙) 31261

代理人 曹芳玲 姚佳雯

(51)Int.Cl.

A61B 18/12(2006.01)

A61B 18/14(2006.01)

A61B 8/08(2006.01)

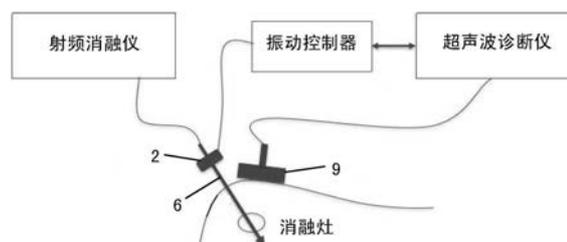
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

### (54)发明名称

一种基于剪切波速度测量的射频消融疗效评估系统及方法

### (57)摘要

本发明提供一种基于剪切波速度测量的射频消融疗效评估系统及方法,该系统包括:安装于消融针的针杆上的振动器,所述振动器通过所述针杆向以消融灶为目标的区域施加高频震动,以使得目标区域产生横向运动的剪切波;用于探测作用于消融灶的剪切波速度的超声探头;和对所述超声探头探测到的剪切波速度数据进行可视化处理的数据源。本发明能够在射频消融治疗中,即刻评估消融灶的范围及消融灶内部细胞坏死程度。



1. 一种基于剪切波速度测量的射频消融疗效的评估系统,其特征在于,包括:  
安装于消融针的针杆上的振动器,所述振动器通过所述针杆向以消融灶为目标的区域施加高频震动,以使得目标区域产生横向运动的剪切波;  
用于探测作用于消融灶的剪切波速度的超声探头;和  
对所述超声探头探测到的剪切波速度数据进行可视化处理的数据源。
2. 根据权利要求1所述的评估系统,其特征在于,所述振动器的中间设有通孔,所述针杆贯穿于所述通孔。
3. 根据权利要求2所述的评估系统,其特征在于,所述振动器为包括定子和动子的音圈电机。
4. 一种采用根据权利要求1至3中任一项所述的评估系统对射频消融疗效进行评估的方法,其特征在于,包括:  
基于剪切波弹性参数与消融灶硬度变化之间的相关性确定达到凝固性坏死的剪切波速度阈值;  
安装于消融针的针杆上的振动器通过所述针杆向以消融灶为目标的区域施加高频震动,以使得目标区域产生横向运动的剪切波;  
通过超声探头探测所述剪切波的速度;  
对所述超声探头探测到的剪切波速度数据进行可视化处理:  
在所述剪切波速度数据中识别所述剪切波速度阈值,并基于所识别的所述剪切波速度阈值在灰阶超声图像上勾勒凝固性坏死剪切波速度圈;  
根据所述凝固性坏死剪切波速度圈判断肿瘤及周边是否达到凝固性坏死。
5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所识别的所述剪切波速度阈值以平滑曲线形式叠加在所述灰阶超声图像上。
6. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,还采用时域带通滤波器和/或空间方向滤波器对所述超声探头探测到的所述剪切波速度数据进行处理。
7. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,利用时频空间信号处理算法在所述剪切波速度数据中识别所述剪切波速度阈值。

## 一种基于剪切波速度测量的射频消融疗效评估系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于医疗器械技术领域,具体地,涉及一种基于剪切波速度测量的射频消融疗效的评估系统及方法,尤其涉及一种在术中或术后,快速评估消融灶范围及坏死程度的系统及方法。

### 背景技术

[0002] 射频消融的治疗原理为通过对人体组织施加高频交流电场,在电磁场的作用下,组织细胞内的正、负离子在电极之间呈现为快速往复运动。各离子之间以及离子与其他微粒之间相互摩擦使电场内组织细胞升温,致使细胞内外水分蒸发、干燥、固缩脱落以致凝固性坏死。

[0003] 当同时满足以下两个标准时可以认为已通过射频消融达到局部根治的疗效:①消融灶范围超出肿瘤边界,②消融灶内细胞达到凝固性坏死程度;反之则认为消融不全,应立即予以补充治疗直至满足上述两个标准(①+②),否则肿瘤可能复发。因此即刻评估消融灶的范围及消融灶内部细胞坏死程度,是射频消融治疗过程中的重要内容。

[0004] 目前,射频消融电极穿刺均在超声、CT等医学影像学技术的引导下完成。然而上述影像学技术除了引导及监测电极所处的方位,无法评估消融灶的范围及消融灶内部细胞坏死的程度;以上影像学的增强模式可用于检测消融灶的范围及消融灶内部细胞坏死的程度,然而即刻应用会受到炎症充血带的干扰,并不准确,多用于远期评估。

[0005] 此外,临床现有实时监测技术包括通过附加探测器,监控肿瘤组织的阻抗、温度等参数的变化来反映消融效果。然而以上技术仅能检测探测器周边消融灶组织的相关参数变化,参照体外理想状态下的实验参数,从而间接推测整体消融范围及坏死情况。上述方法虽然通过评估局部变化间接、理想化地推测整体,但是忽略了消融灶周边复杂的解剖结构对消融范围与消融灶内部细胞坏死程度的影响。

### 发明内容

[0006] 鉴于以上存在的问题,本发明所要解决的技术问题在于提供一种基于剪切波速度测量的射频消融疗效评估系统及方法,能够在射频消融治疗中,即刻评估消融灶的范围及消融灶内部细胞坏死程度。

[0007] 为了解决上述技术问题,一方面,本发明提供了一种射频消融疗效的评估系统,包括:安装于消融针的针杆上的振动器,所述振动器通过所述针杆向以消融灶为目标区域施加高频震动,以使得目标区域产生横向运动的剪切波;用于探测作用于消融灶的剪切波速度的超声探头;和对所述超声探头探测到的剪切波速度数据进行可视化处理的数据源。

[0008] 又,本发明中,所述振动器的中间可设有通孔,所述针杆贯穿于所述通孔。

[0009] 优选地,所述振动器可为包括定子和动子的音圈电机。

[0010] 另一方面,本发明还提供了一种使用上述评估系统对射频消融疗效进行评估的方法,包括:

基于剪切波弹性参数与消融灶硬度变化之间的相关性确定达到凝固性坏死的剪切波速度阈值；

安装于消融针的针杆上的振动器通过所述针杆向以消融灶为目标区域施加高频震动,以使得目标区域产生横向运动的剪切波；

通过超声探头探测所述剪切波的速度；

对所述超声探头探测到的剪切波速度数据进行可视化处理；

在所述剪切波速度数据中识别所述剪切波速度阈值,并基于所识别的所述剪切波速度阈值在灰阶超声图像上勾勒凝固性坏死剪切波速度圈；

根据所述凝固性坏死剪切波速度圈判断肿瘤及周边是否达到凝固性坏死。

[0011] 又,本发明中,所识别的所述剪切波速度阈值可以平滑曲线形式叠加在所述灰阶超声图像上。

[0012] 又,本发明中,还可采用时域带通滤波器和/或空间方向滤波器对所述超声探头探测到的所述剪切波速度数据进行处理。

[0013] 又,本发明中,还可利用时频空间信号处理算法在所述剪切波速度数据中识别所述剪切波速度阈值。

[0014] 根据下述具体实施方式并参考附图,将更好地理解本发明的上述内容及其它目的、特征和优点。

## 附图说明

[0015] 图1示出了根据本发明一实施形态的射频消融疗效的评估系统的结构示意图；

图2示出了图1所示评估系统中的振动器的结构示意图,其中,图2(A)示出了该振动器的整体结构,图2(B)示出了该振动器的定子的结构,图2(C)示出了该振动器的动子的结构；

图3示出了使用图1所示评估系统的电气原理框图；

图4示出了根据本发明一实施形态的射频消融疗效的评估方法的流程图；

附图标记：

1外壳；

2振动器；

3电机定子；

31环状磁芯；

4电机动子；

41动子线圈；

5夹子；

6消融针；

7针杆；

8孔；

9超声探头。

## 具体实施方式

[0016] 以下结合附图和下述实施方式进一步说明本发明,应理解,附图及下述实施方式

仅用于说明本发明,而非限制本发明。

[0017] 针对肿瘤消融中消融灶内部细胞坏死程度的评估及消融灶边界的确定等问题,本发明提供了一种射频消融疗效的评估系统及方法。本发明的评估方法是基于剪切波弹性技术的消融灶组织硬度实时测量方法,且本发明的评估系统即为一种实现上述方法的消融灶硬度检测系统。

[0018] 剪切波弹性技术通过互相关分析等方法估计出组织内部不同位置在内部或外部微小压缩下的位移,从而检测目标的硬度。凝固性坏死组织由于蛋白质变性脱水,导致硬度相对于正常组织显著增加。同时,剪切波弹性技术可实现与灰阶超声图像的融合,因此理论上可实时、直观探测消融的硬度边界,存在即刻评估消融灶的范围及消融灶内部系统坏死的程度的可行性。

[0019] 具体地,本发明的射频消融疗效的评估方法的原理包括以下内容。

[0020] 1. 建立剪切波速度值与消融灶硬度变化之间的相关性,找出组织达到凝固性坏死时所对应的剪切波速度阈值。

[0021] 2. 建立剪切波速度评估消融灶硬度变化的标准,即:凝固性坏死硬度阈值边界覆盖肿瘤及安全边缘,即为消融终点。

[0022] 3. 通过解剖消融灶,运用专门的静态弹性仪,沿着消融灶的长轴由内向外取样测量消融灶的硬度值,明确消融灶内由内向外的硬度变化趋势,绘制消融灶内弹性变化的梯度“地形图”。

[0023] 4. 对多因素(包括温度、进针深度、呼吸运动)在剪切波弹性测量消融灶硬度过程中的影响进行控制。其中,温度控制为射频仪器默认工作温度;进针深度控制为射频针工作端中央点位于肿瘤几何中心并保持不动;呼吸运动控制为平稳小幅度呼吸。

[0024] 5. 如图1所示,本发明由外设的振动器2向消融灶发出指向性的脉冲波,由超声探头9探测消融灶的剪切波变化,通过机载软件进行可视化处理。

[0025] 6. 弹性阈值以平滑曲线形式叠加在处理后的灰阶超声图像上。

[0026] 以下进一步详细说明本发明的射频消融疗效的评估系统及方法的应用示例。

[0027] 1. 医师按常规进行热消融治疗(即射频消融治疗),完成预定治疗方案后立即评估消融效果,判断是否需要追加消融。其中,射频消融治疗的主要步骤包括病例筛选,肿瘤定位,布针,实施消融,术后观检测及护理等。

[0028] 2. 如图2(A)所示,振动器2被安置在消融针6的针杆7上,是一个中间有孔8的音圈电机或类似电机。该音圈电机结构主要由定子3和动子4组成。其中定子3可包括外磁轭、环形磁钢(即图2(B)所示的环状磁芯31,且内孔用于穿入消融针6)、隔磁环和内磁轭,动子4可由音圈绕组(即图2(C)所示的动子线圈41)和绕组支架组成。

[0029] 音圈电机中间的孔8直径大于消融针6的针杆7的直径(直径可参考消融针的针杆的具体直径),通过该针杆7,振动器2向以消融灶为目标的广泛区域施加高频震动,使得目标区域产生横向运动的剪切波。其中,消融针6的针杆7穿过音圈电机中间的孔8。且该音圈电机对针杆7施加针杆轴向方向的振动,使该针杆7的轴向振动进而作用于消融灶。

[0030] 3. 超声探头9获取剪切波速度(例如,超声探头9与诸如图1所示的超声波诊断仪那样的超声仪器相连,利用机载软件计算剪切波速度),利用时频空间信号处理算法,对实时剪切波速度数据在二维频率空间中完成实时快速重构算法,为在灰阶超声图像上显示剪切

波速度信息做准备。

[0031] 4. 根据事先规定的凝固性坏死的剪切波速度阈值(阈值为固定值,操作中可自行调整,浮动-30%~30%),在众多剪切波速度数据中,利用时频空间信号处理算法选择性识别该阈值,并在灰阶超声图像上将上述点的位置进行投射。

[0032] 5. 通过软件后处理,连接以上点并进行平滑处理,在灰阶超声图像上勾勒凝固性坏死剪切波速度圈。

[0033] 6. 实施过程中,为了有效滤除心跳、呼吸等运动造成的误差影响,采用时域带通滤波器及空间方向滤波器对测量的剪切波数据进行处理,降低组织运动造成的误差,提高测量精度和稳定性。

[0034] 7. 医师根据凝固性坏死剪切波速度圈进行即刻判断:圈内部分为凝固性坏死组织,若包含肿瘤及安全边缘,判断完全消融,手术结束;反之,对边缘未包含肿瘤及安全边缘处,进行补充消融。

[0035] 8. 以上过程全程为实时进行,可重复。

[0036] 在不脱离本发明的基本特征的宗旨下,本发明可体现为多种形式,因此本发明中的实施形态是用于说明而非限制,由于本发明的范围由权利要求限定而非由说明书限定,而且落在权利要求界定的范围,或其界定的范围的等价范围内的所有变化都应理解为包括在权利要求书中。

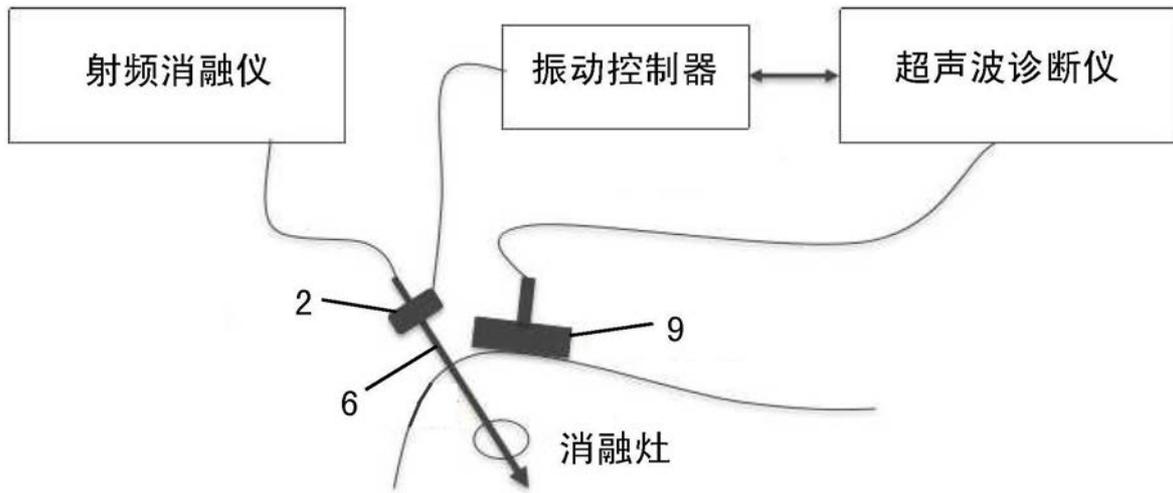


图 1

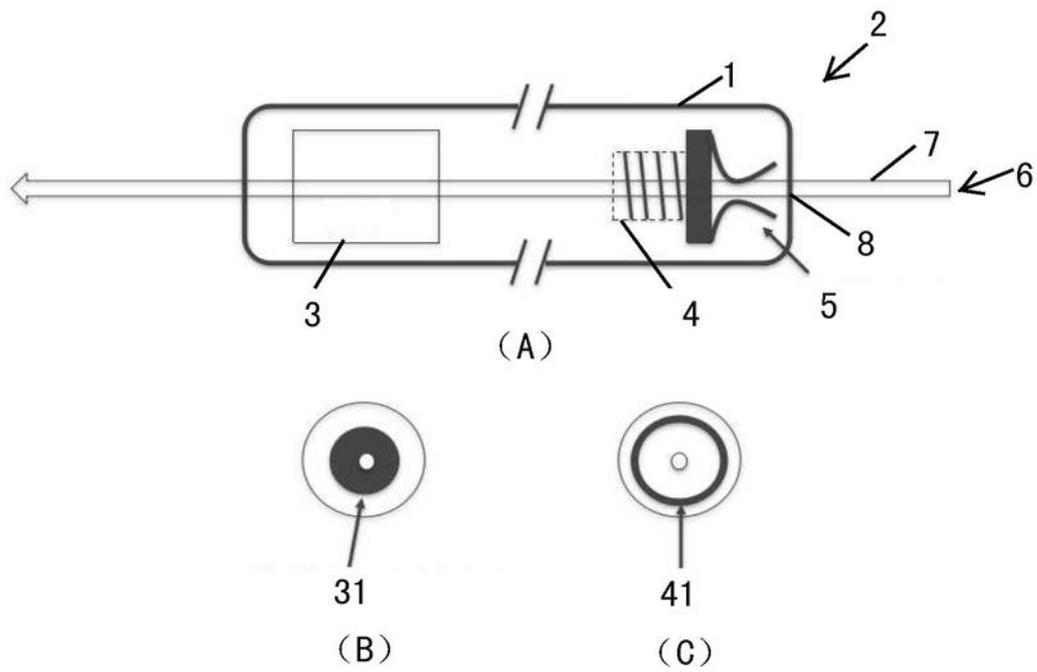


图 2

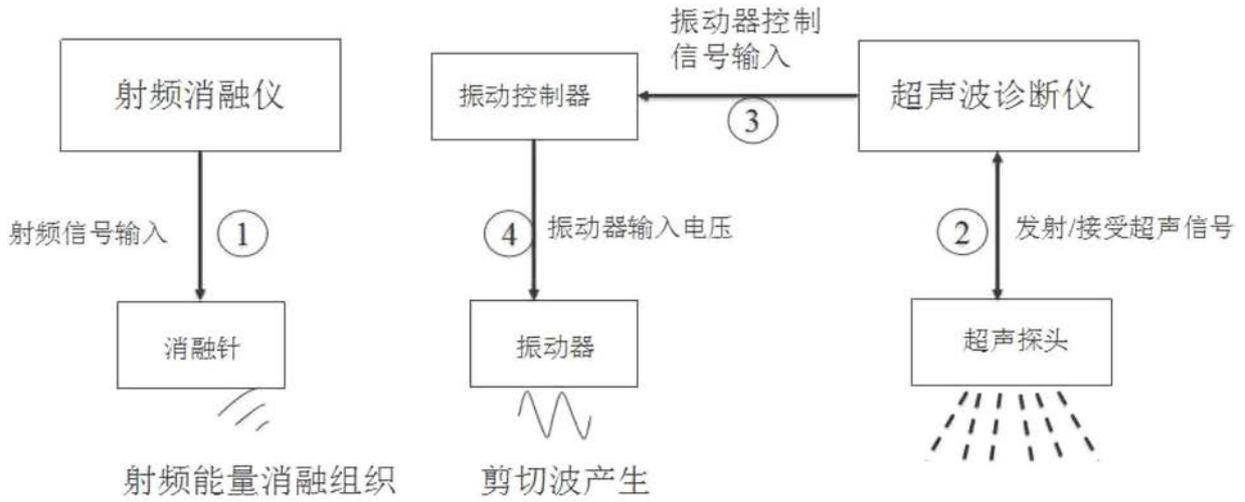


图 3

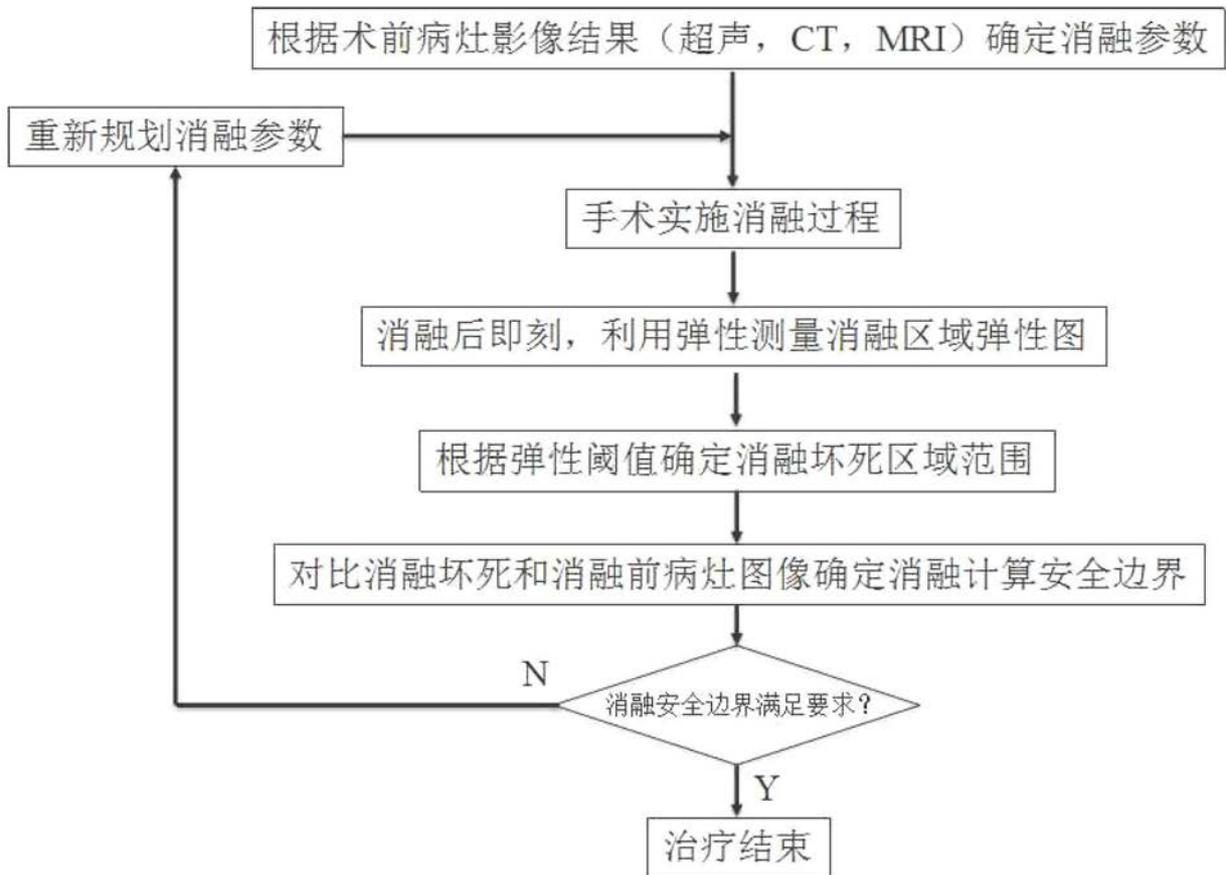


图 4

专利名称(译)	一种基于剪切波速度测量的射频消融疗效评估系统及方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN107684457A</a>	公开(公告)日	2018-02-13
申请号	CN201610630646.7	申请日	2016-08-04
[标]发明人	徐辉雄 郭乐杭		
发明人	徐辉雄 郭乐杭		
IPC分类号	A61B18/12 A61B18/14 A61B8/08		
代理人(译)	姚佳雯		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明提供一种基于剪切波速度测量的射频消融疗效评估系统及方法，该系统包括：安装于消融针的针杆上的振动器，所述振动器通过所述针杆向以消融灶为目标的区域施加高频震动，以使得目标区域产生横向运动的剪切波；用于探测作用于消融灶的剪切波速度的超声探头；和对所述超声探头探测到的剪切波速度数据进行可视化处理的数据源。本发明能够在射频消融治疗中，即刻评估消融灶的范围及消融灶内部细胞坏死程度。

