



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116269727 A

(43) 申请公布日 2023. 06. 23

(21) 申请号 202211676219.4

(22) 申请日 2022.12.26

(71) 申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园1号

(72) 发明人 应葵

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事

务所(普通合伙) 11201

专利代理师 徐章伟

(51) Int. Cl.

A61B 18/12 (2006.01)

A61B 34/10 (2016.01)

A61B 34/20 (2016.01)

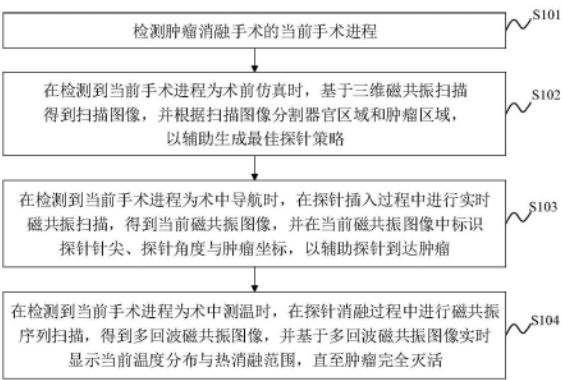
权利要求书2页 说明书10页 附图5页

(54) 发明名称

基于磁共振辅助的消融治疗方法及装置

(57) 摘要

本申请公开了一种基于磁共振辅助的消融治疗方法及装置,方法包括:检测肿瘤消融手术的当前手术进程;在检测到为术前仿真时,基于三维磁共振扫描得到扫描图像,并分割器官区域和肿瘤区域,以辅助生成最佳探针策略;在检测到为术中导航时,在探针插入过程中进行实时磁共振扫描,得到当前磁共振图像,并标识探针针尖、探针角度与肿瘤坐标,以辅助探针到达肿瘤;在检测到为术中测温时,在探针消融过程中进行磁共振序列扫描,得到多回波磁共振图像,并实时显示当前温度分布与热消融范围,直至肿瘤完全灭活。由此,解决了相关技术中加热的温度区间较低,降低肿瘤灭活率的同时,增加术后复发率,进而降低手术的成功率和适用范围等问题。



1. 一种基于磁共振辅助的消融治疗方法,其特征在于,包括以下步骤:

检测肿瘤消融手术的当前手术进程;

在检测到所述当前手术进程为术前仿真时,基于三维磁共振扫描得到扫描图像,并根据所述扫描图像分割器官区域和肿瘤区域,以辅助生成最佳探针策略;

在检测到所述当前手术进程为术中导航时,在探针插入过程中进行实时磁共振扫描,得到当前磁共振图像,并在所述当前磁共振图像中标识探针针尖、探针角度与肿瘤坐标,以辅助所述探针到达所述肿瘤;以及

在检测到所述当前手术进程为术中测温时,在探针消融过程中进行磁共振序列扫描,得到多回波磁共振图像,并基于所述多回波磁共振图像实时显示当前温度分布与热消融范围,直至所述肿瘤完全灭活。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基于三维磁共振扫描得到扫描图像,并根据所述扫描图像分割器官区域和肿瘤区域,包括:

接收用户在界面功能导向区中输入的操作指令;

根据所述操作指令中的显示指令显示所述扫描图像,并根据所述操作指令中的分割指令进行基于U-net的自动分割,标识所述器官区域和所述肿瘤区域,及根据所述操作指令中的设置指令设置肿瘤位置和探针位置和方向,以根据先验的探针模型进行温度仿真,并显示细胞灭活区域。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,在根据所述先验的探针模型进行温度仿真之后,还包括:

根据所述操作指令中的检查指令检查当前是否设置所述探针和功率参数和/或是否进行器官分割,并记录当前的肿瘤与所述探针之间的关系。

4. 根据权利要求2或3所述的方法,其特征在于,所述在探针插入过程中进行实时磁共振扫描,得到当前磁共振图像,并在所述当前磁共振图像中标识探针针尖、探针角度与肿瘤坐标,包括:

根据所述操作指令中的加载指令加载所述当前磁共振图像;

根据所述操作指令中的设定指令设定的肿瘤坐标、探针针尖坐标以及探针方向;

根据所述操作指令中的确定指令开始进针后进行实时显示所述探针针尖、探针角度与肿瘤坐标。

5. 根据权利要求2-4任一项所述的方法,其特征在于,所述在探针消融过程中进行磁共振序列扫描,得到多回波磁共振图像,并基于所述多回波磁共振图像实时显示当前温度分布与热消融范围,包括:

根据所述操作指令中的间隔指令确定磁共振扫描时间分辨率;

基于所述磁共振扫描时间分辨率实时获取所述当前磁共振图像,并计算温度分布,同时显示热消融范围,同时打开探针功率开始加热,加热完成后,关闭探针功率。

6. 一种基于磁共振辅助的消融治疗装置,其特征在于,包括:

检测模块,用于检测肿瘤消融手术的当前手术进程;

扫描模块,用于在检测到所述当前手术进程为术前仿真时,基于三维磁共振扫描得到扫描图像,并根据所述扫描图像分割器官区域和肿瘤区域,以辅助生成最佳探针策略;

标识模块,用于在检测到所述当前手术进程为术中导航时,在探针插入过程中进行实

时磁共振扫描,得到当前磁共振图像,并在所述当前磁共振图像中标识探针针尖、探针角度与肿瘤坐标,以辅助所述探针到达所述肿瘤;以及

消融模块,用于在检测到所述当前手术进程为术中测温时,在探针消融过程中进行磁共振序列扫描,得到多回波磁共振图像,并基于所述多回波磁共振图像实时显示当前温度分布与热消融范围,直至所述肿瘤完全灭活。

7. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,所述扫描模块包括:

接收单元,用于接收用户在界面功能导向区中输入的操作指令;

第一处理单元,用于根据所述操作指令中的显示指令显示所述扫描图像,并根据所述操作指令中的分割指令进行基于U-net的自动分割,标识所述器官区域和所述肿瘤区域,及根据所述操作指令中的设置指令设置肿瘤位置和探针位置和方向,以根据先验的探针模型进行温度仿真,并显示细胞灭活区域。

8. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,还包括:

检查模块,用于在根据所述先验的探针模型进行温度仿真之后,根据所述操作指令中的检查指令检查当前是否设置所述探针和功率参数和/或是否进行器官分割,并记录当前的肿瘤与所述探针之间的关系。

9. 根据权利要求7或8所述的装置,其特征在于,所述标识模块包括:

加载单元,用于根据所述操作指令中的加载指令加载所述当前磁共振图像;

设定单元,用于根据所述操作指令中的设定指令设定的肿瘤坐标、探针针尖坐标以及探针方向;

显示单元,用于根据所述操作指令中的确定指令开始进针后进行实时显示所述探针针尖、探针角度与肿瘤坐标。

10. 根据权利要求7-9任一项所述的装置,其特征在于,所述消融模块包括:

确定单元,用于根据所述操作指令中的间隔指令确定磁共振扫描时间分辨率;

第二处理单元,用于基于所述磁共振扫描时间分辨率实时获取所述当前磁共振图像,并计算温度分布,同时显示热消融范围,同时打开探针功率开始加热,加热完成后,关闭探针功率。

11. 一种电子设备,其特征在于,包括:存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述程序,以实现如权利要求1-5任一项所述的基于磁共振辅助的消融治疗方法。

12. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,该程序被处理器执行,以用于实现如权利要求1-5任一项所述的基于磁共振辅助的消融治疗方法。

基于磁共振辅助的消融治疗方法及装置

技术领域

[0001] 本申请涉及肿瘤热疗技术领域,特别涉及一种基于磁共振辅助的消融治疗方法及装置。

背景技术

[0002] 相关技术中,主要通过肿瘤对温度变化敏感的特点,将肿瘤区域加热到43℃到50℃,在这个温度区间内,人体正常细胞组织不会受到损伤,但是肿瘤细胞对药性和射线的敏感度上升,或者被诱导而自主凋亡,最终达到杀死肿瘤细胞、保护正常组织的目的。

[0003] 然而,相关技术中仅能将肿瘤区域加热到43℃到50℃,造成加热的温度区间较低,从而降低了肿瘤灭活率和灭活效率的同时,增加了病人术后复发率,进而降低了手术成功率和和适用范围,亟待解决。

发明内容

[0004] 本申请是基于发明人对以下问题和认识作出的:

[0005] 根据治疗过程中的温度范围不同,肿瘤热疗手术分为低温热疗和肿瘤消融,其中,低温热疗主要利用了肿瘤对温度变化敏感的特点,将肿瘤区域加热到43℃到50℃,在这个温度区间内,人体正常细胞组织不会受到损伤,但是肿瘤细胞对药性和射线的敏感度上升,或者被诱导而自主凋亡,最终达到杀死肿瘤细胞、保护正常组织的目的。肿瘤消融方法温度区间达到50℃到60℃,甚至更高温度,肿瘤细胞直接坏死灭活并凝固,最终更彻底地消灭肿瘤细胞,与低温热疗相比,肿瘤消融具有更高的温度区间,因而有更高的肿瘤灭活率和灭活效率,手术成功率更高,且病患复发率更低,有良好的发展前景,受到医生们的青睐。

[0006] 当前肿瘤消融手术没有得到大量应用的最大原因是手术过程中没有直观实时地监测手术进程和热量用量的一体化平台,且没有运用精确的定位方法,术前评估步骤等,目前已经有相对成熟图像跟踪算法、器官分割算法、生物传热模型以及磁共振测温算法等等,以及快速的、对人体无害的医学影像快速获取方法,但大部分仅仅停留在科学研究阶段而独立存在,为了使肿瘤消融手术得到推广,一套完整的手术平台需要从术前评估、术中导航、术中测温等多方面提供安全保障,充分发挥肿瘤消融手术创伤小、恢复快的特性,并尽可能解决术后复发率高、应用范围小的现状问题。

[0007] 相较于其他医学影像技术而言,磁共振技术由于其安全无创、空间分辨率高、灵敏度高、可多角度成像等优点,成为热消融手术术前评估以及术中监控的一种理想方法,如果能够将基于磁共振系统的手术辅助方法(包括快速扫描、温度成像等磁共振技术和图像分割、目标跟踪等图像后处理方法)统一在一个平台上,将为消融手术带来巨大的便利与帮助,提高微创手术成功率。

[0008] 本申请提供一种基于磁共振辅助的消融治疗方法及装置方法及装置,以解决相关技术中仅能将肿瘤区域加热到43℃到50℃,造成加热的温度区间较低,从而降低了肿瘤灭活率和灭活效率的同时,增加了病人术后复发率,进而降低了手术成功率和和适用范围等

问题。

[0009] 本申请第一方面实施例提供一种基于磁共振辅助的消融治疗方法,包括以下步骤:检测肿瘤消融手术的当前手术进程;在检测到所述当前手术进程为术前仿真时,基于三维磁共振扫描得到扫描图像,并根据所述扫描图像分割器官区域和肿瘤区域,以辅助生成最佳探针策略;在检测到所述当前手术进程为术中导航时,在探针插入过程中进行实时磁共振扫描,得到当前磁共振图像,并在所述当前磁共振图像中标识探针针尖、探针角度与肿瘤坐标,以辅助所述探针到达所述肿瘤;在检测到所述当前手术进程为术中测温时,在探针消融过程中进行磁共振序列扫描,得到多回波磁共振图像,并基于所述多回波磁共振图像实时显示当前温度分布与热消融范围,直至所述肿瘤完全灭活。

[0010] 可选地,在本申请的一个实施例中,所述基于三维磁共振扫描得到扫描图像,并根据所述扫描图像分割器官区域和肿瘤区域,包括:接收用户在界面功能导向区中输入的操作指令;根据所述操作指令中的显示指令显示所述扫描图像,并根据所述操作指令中的分割指令进行基于U-net的自动分割,标识所述器官区域和所述肿瘤区域,及根据所述操作指令中的设置指令设置肿瘤位置和探针位置和方向,以根据先验的探针模型进行温度仿真,并显示细胞灭活区域。

[0011] 可选地,在本申请的一个实施例中,在根据所述先验的探针模型进行温度仿真之后,还包括:根据所述操作指令中的检查指令检查当前是否设置所述探针和功率参数和/或是否进行器官分割,并记录当前的肿瘤与所述探针之间的关系。

[0012] 可选地,在本申请的一个实施例中,所述在探针插入过程中进行实时磁共振扫描,得到当前磁共振图像,并在所述当前磁共振图像中标识探针针尖、探针角度与肿瘤坐标,包括:根据所述操作指令中的加载指令加载所述当前磁共振图像;根据所述操作指令中的设定指令设定的肿瘤坐标、探针针尖坐标以及探针方向;根据所述操作指令中的确定指令开始进针后进行实时显示所述探针针尖、探针角度与肿瘤坐标。

[0013] 可选地,在本申请的一个实施例中,所述在探针消融过程中进行磁共振序列扫描,得到多回波磁共振图像,并基于所述多回波磁共振图像实时显示当前温度分布与热消融范围,包括:根据所述操作指令中的间隔指令确定磁共振扫描时间分辨率;基于所述磁共振扫描时间分辨率实时获取所述当前磁共振图像,并计算温度分布,同时显示热消融范围,同时打开探针功率开始加热,加热完成后,关闭探针功率。

[0014] 本申请第二方面实施例提供一种基于磁共振辅助的消融治疗装置,包括:检测模块,用于检测肿瘤消融手术的当前手术进程;扫描模块,用于在检测到所述当前手术进程为术前仿真时,基于三维磁共振扫描得到扫描图像,并根据所述扫描图像分割器官区域和肿瘤区域,以辅助生成最佳探针策略;标识模块,用于在检测到所述当前手术进程为术中导航时,在探针插入过程中进行实时磁共振扫描,得到当前磁共振图像,并在所述当前磁共振图像中标识探针针尖、探针角度与肿瘤坐标,以辅助所述探针到达所述肿瘤;消融模块,用于在检测到所述当前手术进程为术中测温时,在探针消融过程中进行磁共振序列扫描,得到多回波磁共振图像,并基于所述多回波磁共振图像实时显示当前温度分布与热消融范围,直至所述肿瘤完全灭活。

[0015] 可选地,在本申请的一个实施例中,所述扫描模块包括:接收单元,用于接收用户在界面功能导向区中输入的操作指令;第一处理单元,用于根据所述操作指令中的显示指

令显示所述扫描图像,并根据所述操作指令中的分割指令进行基于U-net的自动分割,标识所述器官区域和所述肿瘤区域,及根据所述操作指令中的设置指令设置肿瘤位置和探针位置和方向,以根据先验的探针模型进行温度仿真,并显示细胞灭活区域。

[0016] 可选地,在本申请的一个实施例中,本申请实施例的装置还包括:检查模块,用于在根据所述先验的探针模型进行温度仿真之后,根据所述操作指令中的检查指令检查当前是否设置所述探针和功率参数和/或是否进行器官分割,并记录当前的肿瘤与所述探针之间的关系。

[0017] 可选地,在本申请的一个实施例中,所述标识模块包括:加载单元,用于根据所述操作指令中的加载指令加载所述当前磁共振图像;设定单元,用于根据所述操作指令中的设定指令设定的肿瘤坐标、探针针尖坐标以及探针方向;显示单元,用于根据所述操作指令中的确定指令开始进针后进行实时显示所述探针针尖、探针角度与肿瘤坐标。

[0018] 可选地,在本申请的一个实施例中,所述消融模块包括:确定单元,用于根据所述操作指令中的间隔指令确定磁共振扫描时间分辨率;第二处理单元,用于基于所述磁共振扫描时间分辨率实时获取所述当前磁共振图像,并计算温度分布,同时显示热消融范围,同时打开探针功率开始加热,加热完成后,关闭探针功率。

[0019] 本申请第三方面实施例提供一种电子设备,包括:存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述程序,以实现如上述实施例所述的基于磁共振辅助的消融治疗方法。

[0020] 本申请第四方面实施例提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储计算机程序,该程序被处理器执行时实现如上的基于磁共振辅助的消融治疗方法。

[0021] 本申请实施例可以检测肿瘤消融手术的当前手术进程,当检测到为术前仿真时,则基于三维磁共振扫描得到扫描图像,并分割器官区域和肿瘤区域,以辅助生成最佳探针策略,当检测到为术中导航时,在探针插入过程中进行实时磁共振扫描,得到当前磁共振图像,并标识探针针尖、探针角度与肿瘤坐标,以辅助探针到达肿瘤,当检测到为术中测温时,在探针消融过程中进行磁共振序列扫描,得到多回波磁共振图像,并实时显示当前温度分布与热消融范围,直至肿瘤完全灭活。由此,解决了相关技术中仅能将肿瘤区域加热到43℃到50℃,造成加热的温度区间较低,从而降低了肿瘤灭活率和灭活效率的同时,增加了病人术后复发率,进而降低了手术成功率和适用范围等问题。

[0022] 本申请附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本申请的实践了解到。

附图说明

[0023] 本申请上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0024] 图1为根据本申请实施例提供的一种基于磁共振辅助的消融治疗方法的流程图;

[0025] 图2为本申请一个具体实施例的3DSlicer术前仿真功能图像显示界面示意图;

[0026] 图3为本申请一个具体实施例的3DSlicer术前仿真功能图像分割界面示意图;

[0027] 图4为本申请一个具体实施例的3DSlicer术中导航功能显示界面示意图;

[0028] 图5为本申请一个具体实施例的实时导航示意图;

- [0029] 图6为本申请一个具体实施例的术中测温功能显示界面示意图；
- [0030] 图7为根据本申请实施例的基于磁共振辅助的消融治疗装置的结构示意图；
- [0031] 图8为根据本申请实施例提供的电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[0032] 下面详细描述本申请的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本申请，而不能理解为对本申请的限制。

[0033] 下面参考附图描述本申请实施例的基于磁共振辅助的消融治疗方法及装置。针对上述背景技术中心提到的相关技术中仅能将肿瘤区域加热到43℃到50℃，造成加热的温度区间较低，从而降低了肿瘤灭活率和灭活效率的同时，增加了病人术后复发率，进而降低了手术成功率和和适用范围的问题，本申请提供了一种基于磁共振辅助的消融治疗方法，在该方法中，可以检测肿瘤消融手术的当前手术进程，当检测到为术前仿真时，则基于三维磁共振扫描得到扫描图像，并分割器官区域和肿瘤区域，以辅助生成最佳探针策略，当检测到为术中导航时，在探针插入过程中进行实时磁共振扫描，得到当前磁共振图像，并标识探针针尖、探针角度与肿瘤坐标，以辅助探针到达肿瘤，当检测到为术中测温时，在探针消融过程中进行磁共振序列扫描，得到多回波磁共振图像，并实时显示当前温度分布与热消融范围，直至肿瘤完全灭活。由此，解决了相关技术中仅能将肿瘤区域加热到43℃到50℃，造成加热的温度区间较低，从而降低了肿瘤灭活率和灭活效率的同时，增加了病人术后复发率，进而降低了手术成功率和和适用范围等问题。

[0034] 具体而言，图1为本申请实施例所提供的一种基于磁共振辅助的消融治疗方法的流程示意图。

[0035] 如图1所示，该基于磁共振辅助的消融治疗方法包括以下步骤：

[0036] 在步骤S101中，检测肿瘤消融手术的当前手术进程。

[0037] 可以理解的是，本申请实施例可以检测肿瘤消融手术的当前手术进程，可以分为下述步骤中的术前仿真、术中导航、术中测温三个进程，确保可以设计微创消融手术可视化平台，且与磁共振机器互动，从而快速提供更直观的实时数据，提高手术的成功率。

[0038] 在步骤S102中，在检测到当前手术进程为术前仿真时，基于三维磁共振扫描得到扫描图像，并根据扫描图像分割器官区域和肿瘤区域，以辅助生成最佳探针策略。

[0039] 在实际执行过程中，当本申请实施例检测到当前手术进程为术前仿真时，可以基于三维磁共振扫描得到扫描图像，举例而言，在手术开始前可以进行三维T2加权磁共振扫描得到扫描图像，可以基于下述步骤中的U-net分割器官区域和肿瘤区域，医生可以根据分割结果规划探针插入点和插入角度，并进行多次仿真，直到确定合适的探针方案。

[0040] 另外，本申请实施例可以根据探针位置、肿瘤形状大小、热源功率、加热时长等参数，可以预测全局温度场分布，并给出热消融范围，且多次改变热源功率和加热时长，以确定合适的消融加热方案，从而提高了图像软组织分辨率，且能够进行温度仿真，为医生提供全方位的术前模拟，有效的提升手术的成功率。

[0041] 可选地，在本申请的一个实施例中，基于三维磁共振扫描得到扫描图像，并根据扫描图像分割器官区域和肿瘤区域，包括：接收用户在界面功能导向区中输入的操作指令；根

据操作指令中的显示指令显示扫描图像,并根据操作指令中的分割指令进行基于U-net的自动分割,标识器官区域和肿瘤区域,及根据操作指令中的设置指令设置肿瘤位置和探针位置和方向,以根据先验的探针模型进行温度仿真,并显示细胞灭活区域。

[0042] 作为一种可能实现的方式,如图2所示,本申请实施例可以接收用户在界面功能导向区中输入的操作指令,例如,在术前仿真功能中,可以在功能导向区中点击“Import Dicom Folder”按钮导入dicom格式的三维磁共振图像并显示,此时点击“Volume rendering”按钮显示三维图像,方便医生在放置仿真探针的时候更直观清晰地看到探针与患者之间的关系。

[0043] 接着,如图3所示,点击“Auto Segment”按钮进行基于U-net的自动分割,并标示出肿瘤区域和器官区域,此时点击“Volume rendering”按钮会显示出器官和肿瘤的三维模型,可调整显示器官模型与否(由于肿瘤为实体肿瘤,通常器官模型会覆盖肿瘤模型,导致观测障碍),此时医生通过点击“Tumor Label”按钮和“Needle Label”按钮可以分别设置肿瘤位置和探针位置和方向,设置完成点击“Ablation Simulate”按钮后,系统会根据先验的探针模型进行温度仿真,并显示细胞灭活区域,医生可以对照肿瘤区域与热消融范围,并重新设定仿真探针的位置和方向,重新进行计算,直到医生对该位置和方向下的探针加热情况满意为止。

[0044] 可选地,在本申请的一个实施例中,在根据先验的探针模型进行温度仿真之后,还包括:根据操作指令中的检查指令检查当前是否设置探针和功率参数和/或是否进行器官分割,并记录当前的肿瘤与探针之间的关系。

[0045] 部分实施例中,本申请实施例可以根据操作指令中的检查指令检查当前是否设置探针和功率参数和/或是否进行器官分割,例如,当医生完成图像分割与探针加热仿真后,可以点击“Check&Next”按钮,系统会自动检查当前是否设置探针和功率参数、是否进行器官分割,并记录当前的肿瘤与探针之间的关系,从而进入下属步骤中的手术导航进程,有效的提高了肿瘤灭活率和灭活效率。

[0046] 在步骤S103中,在检测到当前手术进程为术中导航时,在探针插入过程中进行实时磁共振扫描,得到当前磁共振图像,并在当前磁共振图像中标识探针针尖、探针角度与肿瘤坐标,以辅助探针到达肿瘤。

[0047] 可以理解的是,本申请实施例可以在探针插入过程中进行实时磁共振扫描,并得到当前磁共振图像,可以使用深度学习网络框架在当前磁共振图像中自动识别探针针尖、探针角度以及肿瘤坐标并标示,直到探针到达肿瘤,有效的提高了肿瘤定位的精确性,提升了肿瘤灭活率和灭活效率。

[0048] 可选地,在本申请的一个实施例中,在探针插入过程中进行实时磁共振扫描,得到当前磁共振图像,并在当前磁共振图像中标识探针针尖、探针角度与肿瘤坐标,包括:根据操作指令中的加载指令加载当前磁共振图像;根据操作指令中的设定指令设定的肿瘤坐标、探针针尖坐标以及探针方向;根据操作指令中的确定指令开始进针后进行实时显示探针针尖、探针角度与肿瘤坐标。

[0049] 在实际执行过程中,如图4所示,本申请实施例可以根据操作指令中的加载指令加载当前磁共振图像,例如,在术中导航功能中,可以在功能导向区中点击“Load Real-time Image”按钮后加载当前的患者扫描图像,分别点击“Tumor Location”、“Needle Location”

以及“Needle Orientation”三个按钮,设定肿瘤坐标、探针针尖坐标以及探针方向,确认后点击“Check&Start”按钮,根据操作指令中的确定指令开始进针,同时系统会快速读取磁共振图像并实时显示探针针尖、探针角度与肿瘤坐标,图像中自动识别出探针以及肿瘤的位置,可以帮助医生随时观察探针插入进程,有效的提升了手术的便捷性和准确性。

[0050] 在一些实施例中,如图5所示,为本申请实施例中探针插入过程中的实时图像显示,其展示了快速golden-angle radial GRE序列重建图像探针导入过程中的肿瘤与探针跟踪结果,图中“Tumor”为肿瘤跟踪标示,直线为探针跟踪标示,从而可以使医生在术前对患者信息全方位掌握的同时,可以在术中实时观察到探针插入的图像,避免热源偏离的情况,提高手术成功率。

[0051] 本领域技术人员应该理解到的是,由于没有病人实时图像数据,使用正常志愿者的图像进行跟踪,其中“Tumor”标示为正常肝部图像斑点,假想为肿瘤进行跟踪算法验证,当医生完成探针插入工作后,探针到达肿瘤处,可以点击“Finish&Next”按钮,系统会自动记录当前的肿瘤与探针之间的关系,并读取术前仿真方案,从而进入下述步骤中的术中测温进程,有效的提升了手术的安全性。

[0052] 在步骤S104中,在检测到当前手术进程为术中测温时,在探针消融过程中进行磁共振序列扫描,得到多回波磁共振图像,并基于多回波磁共振图像实时显示当前温度分布与热消融范围,直至肿瘤完全灭活。

[0053] 可以理解的是,本申请实施例可以在检测到当前手术进程为术中测温时,在探针消融过程中进行磁共振序列扫描,并得到多回波磁共振图像,从而基于多回波磁共振图像进行磁共振测温,并实时显示当前温度分布与热消融范围,直到肿瘤完全灭活,消融手术完成,从而能够实时为医生提供有效的消融范围和手术进程信息,提高手术安全性。

[0054] 可选地,在本申请的一个实施例中,在探针消融过程中进行磁共振序列扫描,得到多回波磁共振图像,并基于多回波磁共振图像实时显示当前温度分布与热消融范围,包括:根据操作指令中的间隔指令确定磁共振扫描时间分辨率;基于磁共振扫描时间分辨率实时获取当前磁共振图像,并计算温度分布,同时显示热消融范围,同时打开探针功率开始加热,加热完成后,关闭探针功率。

[0055] 作为一种可能实现的方式,如图6所示,本申请实施例可以根据操作指令中的间隔指令确定磁共振扫描时间分辨率,例如,在术中测温功能中,可以在功能导向区的“Time resolution”中输入磁共振扫描时间分辨率,即帧之间的时间间隔,然后点击“Check&Start”,系统开始实时获取图像数据并计算温度分布,同时显示热消融范围,并打开探针功率开始加热,加热完成后关闭探针功率,并点击“Finish&stop”按钮,完成消融手术,关闭软件系统。

[0056] 其中,如图6所示,为真实磁共振图像下的仿真热源结果,在图像显示区,左上角为磁共振图像原图,左下角为温度分布情况,右下角为根据温度分布结果以及时间分辨率计算的热消融范围,其中区域I为已灭活区域,有效的为医生提供消融手术的视野的同时,协助手术规划以及进程监测,破除微创手术难以直观控制手术进程的天然弊端,使消融手术能够适应更多的、更复杂的应用场景中。

[0057] 举例而言,3DSlicer是一种开源的医学图像处理软件,具有ITK(Insight Segmentation and Registration Toolkit,洞察分割和注册工具包)、VTK(visualization

toolkit,可视化工具包)等工具包,并支持基于C++、python等语言的二次开发,本申请实施例可以基于python语言对3DSlicer进行二次开发,以术前仿真、术中导航、术中测温三个步骤为流程框架设计了微创消融手术可视化平台,与磁共振机器互动,快速提供更直观的实时数据。

[0058] 进一步地,为了辅助临床肿瘤消融实验,本申请实施例对3DSlicer开源平台进行二次开发,将术前仿真、术中导航以及术中测温三个步骤融合搭建一个微创手术可视化平台,且与磁共振仪器互动,在术前基于高精度T2加权的三维磁共振图像进行器官与肿瘤分割和探针加热仿真,帮助手术拟定计划,在术中导航中基于快速获取的磁共振图像实时识别探针与肿瘤位置,并辅助定位病灶,在术中测温中使用本研究所所述的磁共振测温方法进行实时测温并评估细胞灭活范围,有效的达到手术监督的作用。

[0059] 综上,磁共振成像技术的加入破除了微创手术难以直观控制手术进程的天然弊端,旨在提高消融手术的成功率和适用范围,降低术后复发的可能性。

[0060] 根据本申请实施例提出的基于磁共振辅助的消融治疗方法,可以检测肿瘤消融手术的当前手术进程,当检测到为术前仿真时,则基于三维磁共振扫描得到扫描图像,并分割器官区域和肿瘤区域,以辅助生成最佳探针策略,当检测到为术中导航时,在探针插入过程中进行实时磁共振扫描,得到当前磁共振图像,并标识探针针尖、探针角度与肿瘤坐标,以辅助探针到达肿瘤,当检测到为术中测温时,在探针消融过程中进行磁共振序列扫描,得到多回波磁共振图像,并实时显示当前温度分布与热消融范围,直至肿瘤完全灭活。

[0061] 其次参照附图描述根据本申请实施例提出的基于磁共振辅助的消融治疗装置。

[0062] 图7是本申请实施例的基于磁共振辅助的消融治疗装置的方框示意图。

[0063] 如图7所示,该基于磁共振辅助的消融治疗装置10包括:检测模块100、扫描模块200、标识模块300和消融模块400。

[0064] 具体地,检测模块100,用于检测肿瘤消融手术的当前手术进程。

[0065] 扫描模块200,用于在检测到当前手术进程为术前仿真时,基于三维磁共振扫描得到扫描图像,并根据扫描图像分割器官区域和肿瘤区域,以辅助生成最佳探针策略。

[0066] 标识模块300,用于在检测到当前手术进程为术中导航时,在探针插入过程中进行实时磁共振扫描,得到当前磁共振图像,并在当前磁共振图像中标识探针针尖、探针角度与肿瘤坐标,以辅助探针到达肿瘤。

[0067] 消融模块400,用于在检测到当前手术进程为术中测温时,在探针消融过程中进行磁共振序列扫描,得到多回波磁共振图像,并基于多回波磁共振图像实时显示当前温度分布与热消融范围,直至肿瘤完全灭活。

[0068] 可选地,在本申请的一个实施例中,扫描模块200包括:接收单元和第一处理单元。

[0069] 其中,接收单元,用于接收用户在界面功能导向区中输入的操作指令。

[0070] 第一处理单元,用于根据操作指令中的显示指令显示扫描图像,并根据操作指令中的分割指令进行基于U-net的自动分割,标识器官区域和肿瘤区域,及根据操作指令中的设置指令设置肿瘤位置和探针位置和方向,以根据先验的探针模型进行温度仿真,并显示细胞灭活区域。

[0071] 可选地,在本申请的一个实施例中,本申请实施例的装置10还包括:检查模块。

[0072] 其中,检查模块,用于在根据先验的探针模型进行温度仿真之后,根据操作指令中

的检查指令检查当前是否设置探针和功率参数和/或是否进行器官分割,并记录当前的肿瘤与探针之间的关系。

[0073] 可选地,在本申请的一个实施例中,标识模块300包括:加载单元、设定单元和显示单元。

[0074] 其中,加载单元,用于根据操作指令中的加载指令加载当前磁共振图像。

[0075] 设定单元,用于根据操作指令中的设定指令设定的肿瘤坐标、探针针尖坐标以及探针方向。

[0076] 显示单元,用于根据操作指令中的确定指令开始进针后进行实时显示探针针尖、探针角度与肿瘤坐标。

[0077] 可选地,在本申请的一个实施例中,消融模块400包括:确定单元和第二处理单元。

[0078] 其中,确定单元,用于根据操作指令中的间隔指令确定磁共振扫描时间分辨率。

[0079] 第二处理单元,用于基于磁共振扫描时间分辨率实时获取当前磁共振图像,并计算温度分布,同时显示热消融范围,同时打开探针功率开始加热,加热完成后,关闭探针功率。

[0080] 需要说明的是,前述对基于磁共振辅助的消融治疗方法实施例的解释说明也适用于该实施例的基于磁共振辅助的消融治疗装置,此处不再赘述。

[0081] 根据本申请实施例提出的基于磁共振辅助的消融治疗装置,可以检测肿瘤消融手术的当前手术进程,当检测到为术前仿真时,则基于三维磁共振扫描得到扫描图像,并分割器官区域和肿瘤区域,以辅助生成最佳探针策略,当检测到为术中导航时,在探针插入过程中进行实时磁共振扫描,得到当前磁共振图像,并标识探针针尖、探针角度与肿瘤坐标,以辅助探针到达肿瘤,当检测到为术中测温时,在探针消融过程中进行磁共振序列扫描,得到多回波磁共振图像,并实时显示当前温度分布与热消融范围,直至肿瘤完全灭活。

[0082] 图8为本申请实施例提供的电子设备的结构示意图。该电子设备可以包括:

[0083] 存储器801、处理器802及存储在存储器801上并可在处理器802上运行的计算机程序。

[0084] 处理器802执行程序时实现上述实施例中提供的基于磁共振辅助的消融治疗方法。

[0085] 进一步地,电子设备还包括:

[0086] 通信接口803,用于存储器801和处理器802之间的通信。

[0087] 存储器801,用于存放可在处理器802上运行的计算机程序。

[0088] 存储器801可能包含高速RAM存储器,也可能还包括非易失性存储器(non-volatile memory),例如至少一个磁盘存储器。

[0089] 如果存储器801、处理器802和通信接口803独立实现,则通信接口803、存储器801和处理器802可以通过总线相互连接并完成相互间的通信。总线可以是工业标准体系结构(Industry Standard Architecture,简称为ISA)总线、外部设备互连(Peripheral Component,简称为PCI)总线或扩展工业标准体系结构(Extended Industry Standard Architecture,简称为EISA)总线等。总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示,图8中仅用一条粗线表示,但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

[0090] 可选地,在具体实现上,如果存储器801、处理器802及通信接口803,集成在一块芯

片上实现,则存储器801、处理器802及通信接口803可以通过内部接口完成相互间的通信。

[0091] 处理器802可能是一个中央处理器(Central Processing Unit,简称为CPU),或者是特定集成电路(Application Specific Integrated Circuit,简称为ASIC),或者是被配置成实施本申请实施例的一个或多个集成电路。

[0092] 本实施例还提供一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现如上的基于磁共振辅助的消融治疗方法。

[0093] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本申请的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或N个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0094] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本申请的描述中,“N个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。

[0095] 流程图中或在此以其他方式描述的任何过程或方法描述可以被理解为,表示包括一个或N个用于实现定制逻辑功能或过程的步骤的可执行指令的代码的模块、片段或部分,并且本申请的优选实施方式的范围包括另外的实现,其中可以不按所示出或讨论的顺序,包括根据所涉及的功能按基本同时的方式或按相反的顺序,来执行功能,这应被本申请的实施例所属技术领域的技术人员所理解。

[0096] 在流程图中表示或在此以其他方式描述的逻辑和/或步骤,例如,可以被认为是用于实现逻辑功能的可执行指令的定序列表,可以具体实现在任何计算机可读介质中,以供指令执行系统、装置或设备(如基于计算机的系统、包括处理器的系统或其他可以从指令执行系统、装置或设备取指令并执行指令的系统)使用,或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用。就本说明书而言,“计算机可读介质”可以是任何可以包含、存储、通信、传播或传输程序以供指令执行系统、装置或设备或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用的装置。计算机可读介质的更具体的示例(非穷尽性列表)包括以下:具有一个或N个布线的电连接部(电子装置),便携式计算机盘盒(磁装置),随机存取存储器(RAM),只读存储器(ROM),可擦除可编程只读存储器(EPROM或闪速存储器),光纤装置,以及便携式光盘只读存储器(CDROM)。另外,计算机可读介质甚至可以是可在其上打印所述程序的纸或其他合适的介质,因为可以通过对纸或其他介质进行光学扫描,接着进行编辑、解译或必要时以其他合适方式进行处理来以电子方式获得所述程序,然后将其存储在计算机存储器中。

[0097] 应当理解,本申请的各部分可以用硬件、软件、固件或它们的组合来实现。在上述实施方式中,N个步骤或方法可以用存储在存储器中且由合适的指令执行系统执行的软件或固件来实现。如,如果用硬件来实现和在另一实施方式中一样,可用本领域公知的下列技术中的任一项或他们的组合来实现:具有用于对数据信号实现逻辑功能的逻辑门电路的离散逻辑电路,具有合适的组合逻辑门电路的专用集成电路,可编程门阵列(PGA),现场可编

程门阵列(FPGA)等。

[0098] 本技术领域的普通技术人员可以理解实现上述实施例方法携带的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件完成,所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中,该程序在执行时,包括方法实施例的步骤之一或其组合。

[0099] 此外,在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理模块中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能模块的形式实现。所述集成的模块如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用,也可以存储在一个计算机可读取存储介质中。

[0100] 上述提到的存储介质可以是只读存储器,磁盘或光盘等。尽管上面已经示出和描述了本申请的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本申请的限制,本领域的普通技术人员在本申请的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

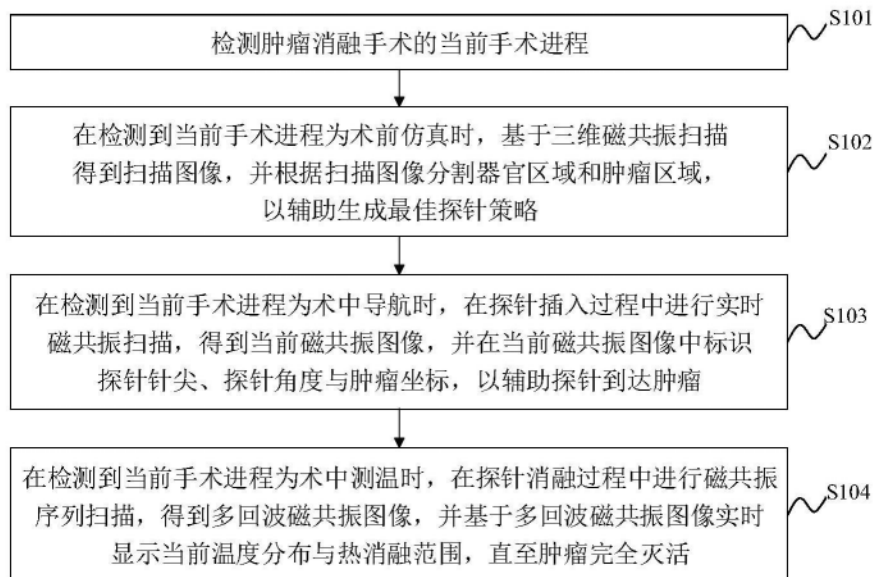


图1

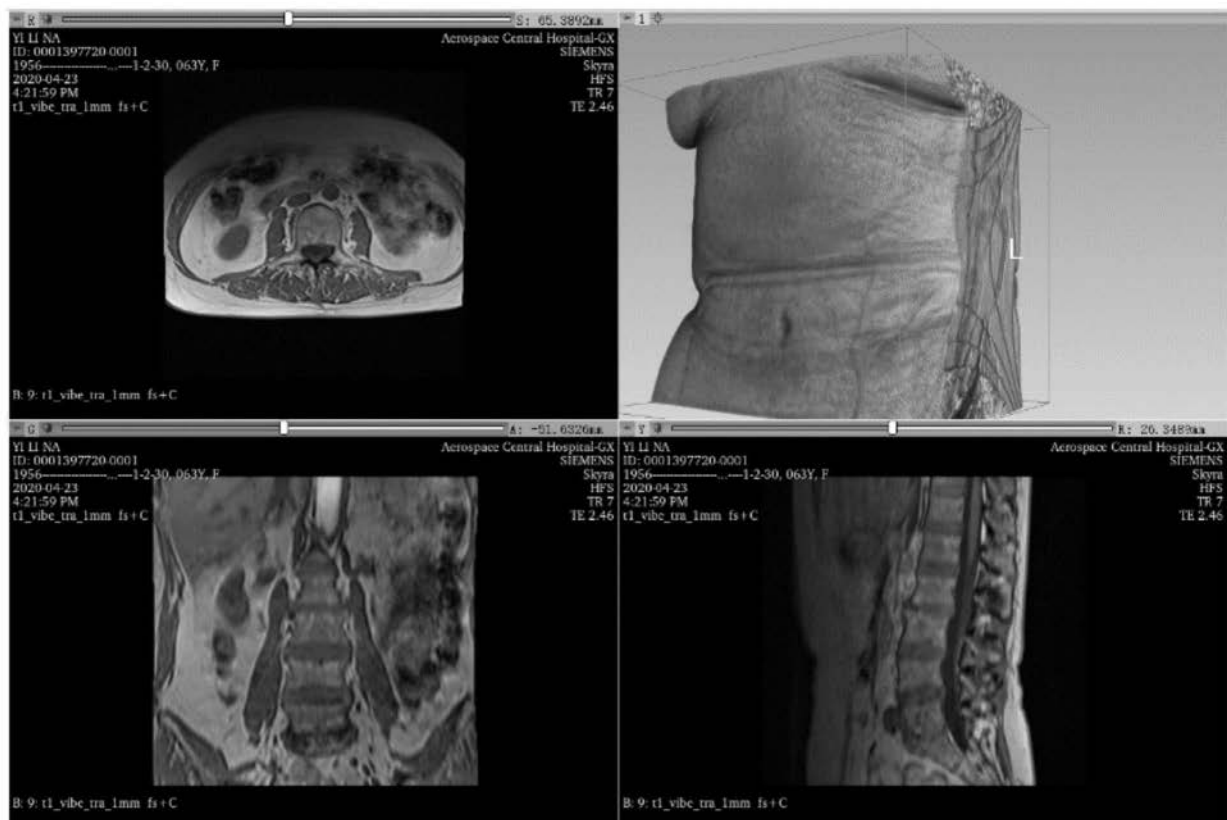


图2

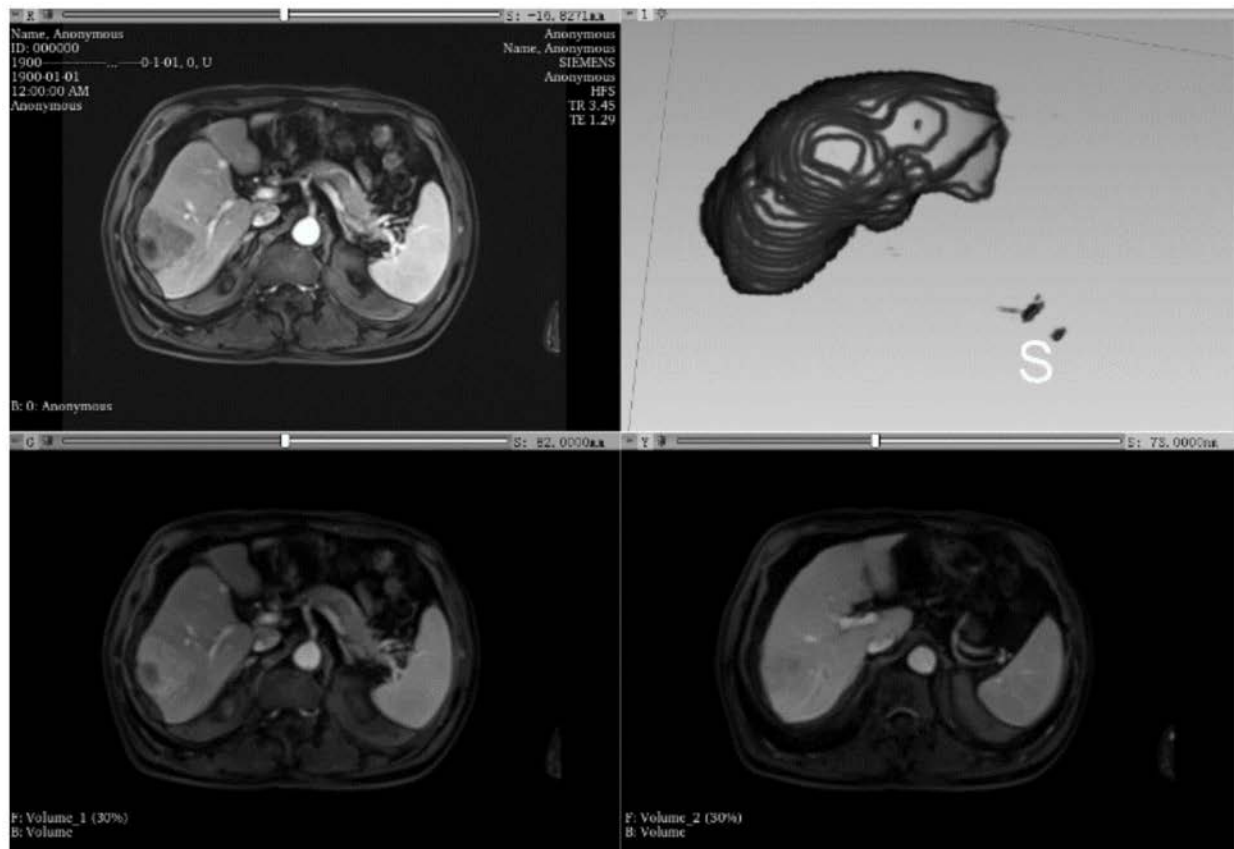


图3

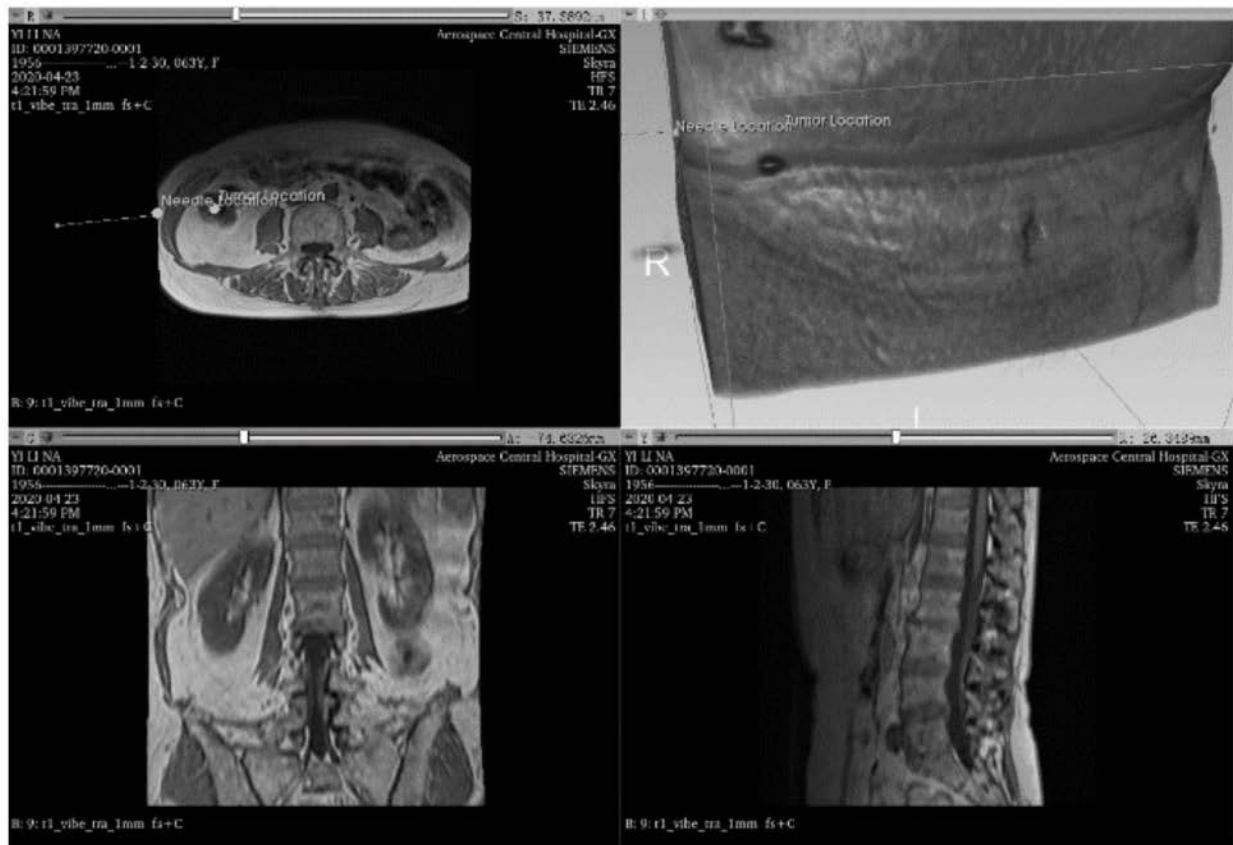


图4

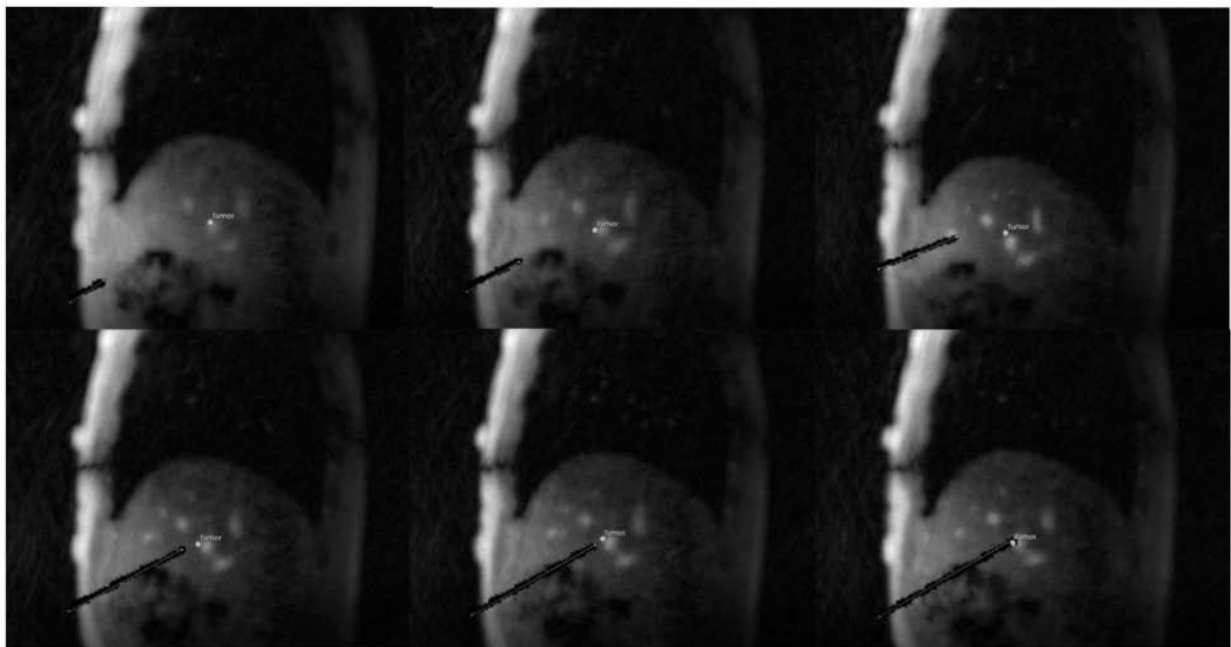


图5

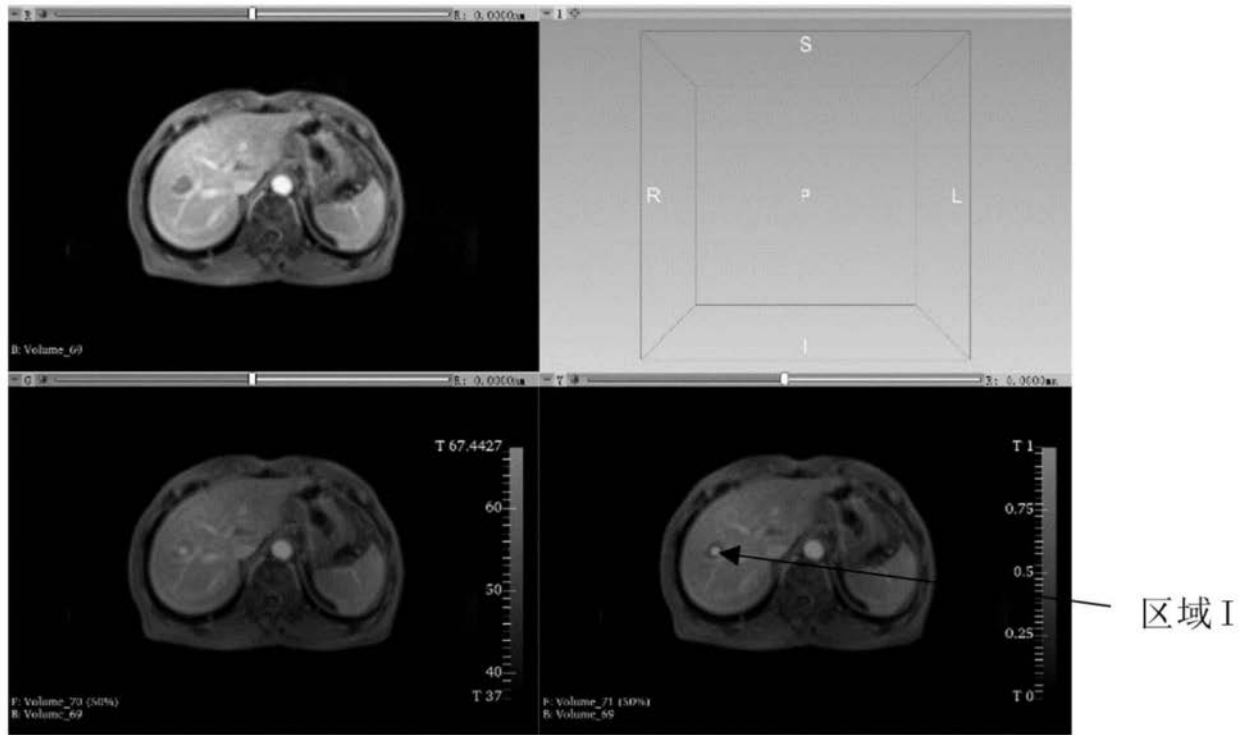


图6

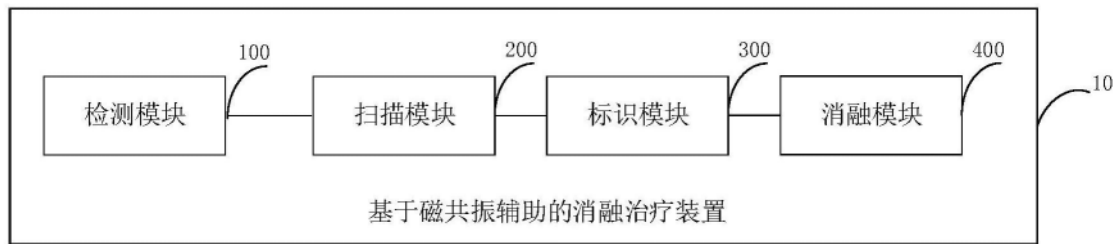


图7

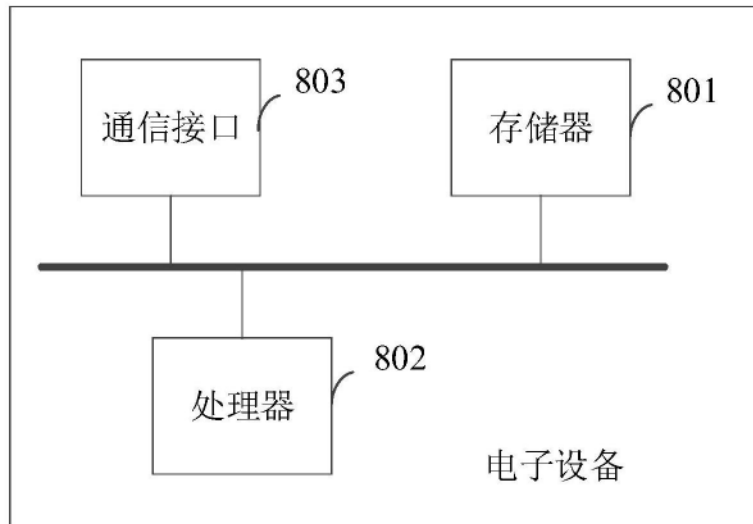


图8