



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105431089 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 23

(21) 申请号 201480040570. 1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2014. 07. 16

A61B 6/03(2006. 01)

(30) 优先权数据

A61B 6/00(2006. 01)

61/847, 313 2013. 07. 17 US

G06T 7/60(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2016. 01. 15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/046913 2014. 07. 16

(87) PCT国际申请的公布数据

W02015/009869 EN 2015. 01. 22

(71) 申请人 肝病定量分析有限责任公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 迪庞卡·古什 约翰·卡尔·赫夫斯

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 梁丽超 陈鹏

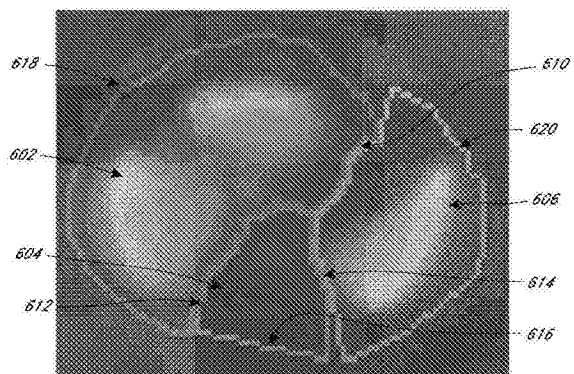
权利要求书2页 说明书16页 附图18页

(54) 发明名称

根据肝脏扫描确定肝功能的系统和方法

(57) 摘要

本文描述的系统和方法确定了用于分析患者肝脏健康状况的客观度量。在一些实施方案中,所述系统可包括可响应于对患者施用放射性化合物而检测辐射计数的扫描仪。进一步地,所述系统可包括可响应于由所述扫描仪检测的所述辐射计数而访问图像数据的图像检测模块。所述图像检测模块可能编程地从所述图像数据中识别与所述患者的肝脏对应的第一关注区域。参数计算器模块可能编程地确定与所述第一关注区域关联的第一属性,并至少部分地基于与所述第一关注区域关联的所述第一属性计算指示所述患者的所述肝脏的健康状况的第一参数。



1. 一种用于检测患者肝脏健康参数的系统,所述系统包括:

单光子发射计算断层显像 (SPECT) 扫描仪,其被配置成获得活体患者器官的图像数据,所述器官包括所述患者的肝脏和脾脏,所述 SPECT 扫描仪被配置成通过响应于对所述患者施用放射性化合物而至少检测辐射计数来获得所述图像数据;和

存储装置,其包括作为计算机可执行指令存储在其上的图像检测模块和参数计算器;

硬件处理器,其被配置成通过执行所述计算机可执行指令来实现所述图像检测模块以至少:

访问由所述扫描仪输出的所述图像数据,以及

能编程地从所述图像数据中识别与所述患者的所述肝脏对应的第一关注区域,所述第一关注区域包括所述患者的所述肝脏周围的有界区域,并指示所述肝脏的尺寸,其中所述肝脏的尺寸与肝脏的健康状况有关,因此所述第一关注区域的尺寸至少部分地指示所述肝脏的健康状况;

能编程地从所述图像数据中识别与所述患者的脾脏对应的第二关注区域;且

所述硬件处理器进一步被配置成通过执行所述计算机可执行指令来实现所述参数计算器以至少:

能编程地确定与所述第一关注区域关联的第一属性;

能编程地确定与所述第二关注区域关联的第二属性;

至少部分地基于与所述第一关注区域关联的所述第一属性和与所述第二关注区域关联的所述第二属性计算指示所述患者的所述肝脏的健康状况的第一参数;以及

在计算机生成的图形用户界面上输出呈现给临床医生的所述第一参数的指示,使得所述临床医生能够为所述患者制定临床护理决策。

2. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,所述第一参数包括有灌注的肝组织。

3. 根据权利要求 2 所述的系统,其中,所述第一属性包括所述第一关注区域内的辐射计数的表示。

4. 根据权利要求 3 所述的系统,其中,所述图像检测模块进一步被配置成比较所述第一关注区域相对于所述第二关注区域的几何特性。

5. 根据权利要求 4 所述的系统,其中,所述存储器进一步包括用户界面模块,所述用户界面模块包括被配置成生成并输出第二用户界面的附加指令,所述第二用户界面能为所述临床医生提供输入命令以修改所述第一关注区域的功能。

6. 根据权利要求 1、2、3、4 和 5 中任一项所述的系统,其中,所述图像检测模块被配置成将来自所述图像数据的多个帧组合,所述帧与横向于所述患者身体的平面对应。

7. 根据权利要求 6 所述的系统,其中,所述图像数据包括多个帧。

8. 根据权利要求 7 所述的系统,其中,所述图像检测器模块进一步被配置成能编程地从第一帧检测所述第一关注区域且能编程地从第二帧检测所述第二关注区域,其中,相对于所述患者的身体而言,所述第一帧和所述第二帧对应的平面不同。

9. 根据权利要求 8 所述的系统,其中,所述图形用户界面包括所述第一关注区域的显示。

10. 一种用于检测患者肝脏健康参数的方法,所述方法包括:

在处理电子器件的控制下,

接收包括与患者的一个或多个器官对应的检测到的辐射计数的表示的图像数据；  
能编程地从所述图像数据中识别与所述患者的肝脏对应的第一关注区域；  
能编程地从所述图像数据中识别与所述患者的脾脏和所述患者的骨髓或其中之一对应的一个或多个附加关注区域；

至少部分地基于与所述第一关注区域关联的第一属性且还选择性得基于与第二关注区域关联的第二属性计算指示患者肝脏健康状况的第一参数；以及

响应于用于呈现给临床医生的所述第一参数能编程地生成输出，其中所述输出包括一个或多个所述第一参数的值和与所述第一参数关联的健康报告。

11. 根据权利要求 10 所述的方法，其中，所述第一参数包括有灌注的肝组织。

12. 根据权利要求 11 所述的方法，其中，所述第一属性包括所述第一关注区域内的辐射计数的表示。

13. 根据权利要求 12 所述的方法，其进一步包括比较所述第一关注区域相对于所述第二关注区域的几何特性。

14. 根据权利要求 10、11 和 12 中任一项所述的方法，其进一步包括检测与所述第一关注区域关联的第一形心，并检测与所述第二关注区域关联的第二形心。

15. 根据权利要求 14 所述的方法，其进一步包括至少部分地基于所检测的第一形心和第二形心能编程地识别第三关注区域。

16. 一种用于检测患者肝脏健康参数的系统，所述系统包括：

硬件处理器，其被配置成：

响应于检测的辐射，从辐射检测扫描仪接收扫描仪输出数据，所述扫描仪输出数据响应于施用于患者的放射性化合物；

应用图像处理技术来检测扫描仪输出数据中的两个或多个分离的组织块，所述两个或多个分离的组织块的至少其中之一与从由肝脏和脾脏组成的组中选择的器官对应；

确定与所述患者的两个或多个分离的组织块中的一个或多个的功能对应的参数；以及  
输出所述参数的图形指示以呈现在显示器上。

17. 根据权利要求 16 所述的系统，其中，所述硬件处理器进一步被配置成至少部分地基于检测的一个或多个器官检测骨髓区域。

18. 根据权利要求 17 所述的系统，其中，所述参数包括肝脏体积、脾脏体积、有灌注的肝组织、总计数率、分期指示、估计的腹腔镜得分、标准化肝脏体积、标准化脾脏体积、最高平均浓度、肝脏计数、肝脏脾脏指数、肝脏骨髓指数、肝脏长度、脾脏长度、脾脏计数、骨髓计数和肝脏活性指数的其中之一。

19. 根据权利要求 18 所述的系统，其中，所述扫描仪输出数据包括与横向于所述患者身体长轴的平面内的患者图像对应的帧的至少一帧或多个帧。

20. 根据权利要求 16、17、18 和 19 中任一项所述的系统，其中，所述硬件处理器进一步被配置成将来自所述图像数据的多个帧组合，所述帧与横向于所述患者身体长轴的平面对应。

## 根据肝脏扫描确定肝功能的系统和方法

[0001] 相关申请案的交叉引用

[0002] 本申请要求 2013 年 7 月 17 日提交的美国临时专利申请第 61/847,313 号的权益,其公开内容以全文引用的方式并入本文。

### 背景技术

[0003] 慢性肝脏疾病的特征在于其回应于许多形式的慢性肝脏炎症而逐渐形成瘢痕组织(纤维化)。这可导致肝硬化,使得肝功能下降。肝活组织检查是检测肝脏健康的最常用的方法之一。然而,由于活组织检查需要去除部分肝脏用于分析,因此其具有侵入性。此外,肝活组织检查分析是在主观上进行评定,且也可根据活组织检查的位置改变。

### 发明内容

[0004] 本文描述的系统和方法可通过包括计算机硬件的计算机系统实现。计算机系统可包括一个或多个物理计算装置,其可在地理上分散或共处一地。

[0005] 本文描述了本发明的某些方面、优点和新颖特征。应理解,本文公开的本发明的任何特定实施方案,不一定会实现所有此类优点。因此,本文公开的本发明可以实现或选择本文所教导的一个优点或一组优点而不必实现本文教导或建议的其它优点的方式体现或实施。

[0006] 在某些实施方案中,用于检测患者肝脏健康参数的系统可包括单光子发射断层显像(SPECT)扫描仪,其可获得活体患者器官(包括患者的肝脏和脾脏)的图像数据。SPECT 扫描仪可通过响应于向患者施用放射性化合物而至少检测辐射计数获得图像数据。系统可进一步包括存储装置,其包括存储在其上作为计算机可执行指令的图像检测模块和参数计算器。系统可进一步包括硬件处理器,其可通过执行计算机可执行指令以至少访问扫描仪输出的图像数据来实现图像检测模块。指令可进一步包括能编程地从图像数据中识别与患者肝脏对应的第一关注区域,该第一关注区域包括患者肝脏周围的有界区域并指示肝脏的尺寸,其中肝脏尺寸与肝脏的健康状况有关,因此第一关注区域的尺寸至少部分地指示肝脏的健康状况。在一些实施方案中,指令可进一步包括能编程地从图像数据中识别与患者脾脏对应的第二关注区域。此外,硬件处理器也可通过执行计算机可执行指令以至少能编程地确定与第一关注区域关联的第一属性来实现参数计算器。指令可进一步包括能编程地确定与第二关注区域关联的第二属性。此外,指令可包括至少部分地基于与第一关注区域关联的第一属性和与第二关注区域关联的第二属性计算指示患者肝脏健康状况的第一参数。在一些实施方案中,指令可包括在计算机生成的图形用户界面上输出呈现给临床医生的第一参数指示,使得临床医生能够为患者制定临床护理决策。

[0007] 上面一段所述的系统可具有以下特征的任意子组合:其中第一参数包括有灌注的肝组织;其中第一属性包括第一关注区域内的辐射计数的表示;其中图像检测模块可比较第一关注区域相对于第二关注区域的几何特性;其中存储器进一步包括用户界面模块,其可包括被配置成生成并输出第二用户界面的附加指令,第二用户界面可为临床医生提供输

入命令以修改第一关注区域的功能；其中图像检测模块可将来自图像数据的多个帧组合，所述帧与横向于患者身体的平面对应；其中图像数据包括多个帧；其中图像检测器模块可能编程地从第一帧检测第一关注区域且能编程地从第二帧检测第二关注区域，其中就患者身体而言，该第一帧和第二帧对应的平面不同；其中图形用户界面包括第一关注区域的显示。

[0008] 此外，在某些实施方案中，用于检测患者肝脏健康参数的方法可包括接收包括与患者的一个或多个器官对应的检测辐射计数表示的图像数据。方法还可包括能编程地从图像数据中识别与患者肝脏对应的第一关注区域。此外，方法可包括能编程地从图像数据中识别与患者脾脏和患者骨髓或其中之一对应的一个或多个附加关注区域。进一步地，方法可包括至少部分地基于与第一关注区域关联的第一属性且还选择性得基于与第二关注区域关联的第二属性计算指示患者肝脏健康状况的第一参数。在一些实施方案中，方法可包括响应于用于呈现给临床医生的第一参数能编程地生成输出，其中输出包括一个或多个第一参数值和与第一参数关联的健康报告。在一些实施方案中，在处理电子器件的控制下至少能编程地从图像数据中识别与患者肝脏对应的第一关注区域。

[0009] 上面一段所述的方法可具有以下特征的任意子组合：其中第一参数包括有灌注的肝组织；其中第一属性包括第一关注区域内的辐射计数的表示；进一步包括检测与第一关注区域关联的第一形心并检测与第二关注区域关联的第二形心；进一步包括至少部分地基于检测的第一形心和第二形心识别第三关注区域。

[0010] 在某些实施方案中，用于检测患者肝脏健康参数的系统可包括硬件处理器。系统可响应于检测的辐射，从辐射检测扫描仪接收扫描仪输出数据，该扫描仪输出数据响应于施用于患者的放射性化合物。系统可进一步应用图像处理技术来检测扫描仪输出数据中的两个或多个分离的组织块，两个或多个分离组织块的至少其中之一与从由肝脏和脾脏组成的组中选择的器官对应。系统还可以确定与患者两个或多个分离组织块中的一个或多个的功能对应的参数。在一些实施方案中，系统可输出用于呈现在显示器上的参数的图形指示。

[0011] 上面一段所述的系统可具有以下特征的任意子组合：其中系统可至少部分地基于检测的一个或多个器官检测骨髓区域；其中参数包括肝脏体积、脾脏体积、有灌注的肝组织、总计数比率、分期指示、估计的腹腔镜得分、标准化肝脏体积、标准化脾脏体积、最高平均浓度、肝脏计数、肝脏脾脏指数、肝脏骨髓指数、肝脏长度、脾脏长度、脾脏计数、骨髓计数和肝脏活性指数的其中之一；其中扫描仪输出数据包括与横向于患者身体长轴的平面内的患者图像对应的帧的至少一帧或多个帧；其中系统可进一步将来自图像数据的多个帧组合，该帧与横向于患者身体长轴的平面对应。

## 附图说明

[0012] 以下参考附图描述了本文公开的实施方案。在所有附图中，重复使用附图标记以指示参引的元件之间的一致性。提供附图是为了图示本文描述的本发明的实施方案而非限制本发明的范围。

[0013] 图 1 图示了包括可使得临床医生能够定量地分析患者肝脏健康状况的定量肝脏脾脏扫描诊断 (QLSSD) 系统的计算环境的实施方案。

[0014] 图 2 图示了器官健康状况检测过程的实施方案。

- [0015] 图 3 图示了肝脏健康状况检测过程的实施方案。
- [0016] 图 4 图示了用于识别肝脏、脾脏和骨髓 ROI 的过程的实施方案。
- [0017] 图 5 图示了结合图 3 和图 4 描述的过程的实施方案的实例图形表示。
- [0018] 图 6 图示了从所述 SPECT 扫描中检测的肝脏、脾脏和骨髓 ROI。
- [0019] 图 7 图示了检测三维 ROI 的过程的实施方案。
- [0020] 图 8 图示了用于预测术后肝脏健康状况的过程的实施方案。
- [0021] 图 9 图示了可使得临床医生能够生成与肝脏健康状况对应的健康参数的用户界面的实施方案。
- [0022] 图 10 图示了 PACS 输入用户界面的实施方案。
- [0023] 图 11 图示了允许临床医生审查并修改自动生成的 ROI 的用户界面的实施方案。
- [0024] 图 12 图示了示出患者脾脏长度的用户界面的实施方案。
- [0025] 图 13 图示了可使得临床医生能够调节帧范围的用户界面的实施方案。
- [0026] 图 14 图示了包括带有 PHM 参数的报告的用户界面的实施方案。
- [0027] 图 15 图示了包括建议的印象并使得临床医生能够输入其自己的印象的用户界面的实施方案。
- [0028] 图 16 图示了使得能够向 PACS 发送报告的用户界面的实施方案。
- [0029] 图 17 图示了包括示出 PHM 参数随时间变化的趋势的报告的用户界面的实施方案。
- [0030] 图 18 图示了包括示出肝脏健康参数的实例报告的用户界面的实施方案。

## 具体实施方式

### [0031] I. 引言

[0032] 肝脏是具有多种功能的重要器官，其功能包括在将来自消化道的血液传送至身体其它部位之前对血液进行过滤。此外，肝脏还解毒化学物质并代谢药物。疾病可降低肝脏的功能。任何原因造成的对肝脏的长期损害可导致永久性疤痕，称为肝硬化。为了预测预后并治疗患者，评估肝脏健康状况便至关重要。肝活组织检查是确定肝脏功能的最常用的测试。但该测试具有侵入性和主观性，这取决于进行分析的临床医生。结果也可取决于活组织检查的位置。此外，与从血常规检测或甚至纤维化收集的信息相比，肝功能减弱更多地与患者的健康有关。因此，在一些实施方案中，本文描述的系统可对肝功能进行定量测量。除了其普通含义之外，肝可指肝脏功能或与肝脏功能有关。肝功能可与肝脏的健康或功能对应。

[0033] 检测患者肝脏健康的非侵入的方法可包括分析单光子发射计算断层显像 (SPECT) 扫描仪生成的图像。SPECT 扫描仪可响应于将放射性化合物施用于患者而生成图像。由于肝脏其中一项功能是过滤血液，因此放射性化合物被肝脏过滤，且 SPECT 扫描仪可选择辐射计数以检测放射性化合物的吸收。吸收取决于肝脏的健康状况。健康的肝脏会吸收大部分化合物，扫描仪检测的辐射可大部分集中在肝脏。然而，当肝脏病变时，更多放射性化合物可渗漏至肝脏外部，并流入例如脾脏和 / 或骨髓。因此，来自响应于化合物吸收的 SPECT 扫描的放射性计数可指示肝功能。

[0034] 从图像扫描中提取信息可很困难。不同的 SPECT 扫描仪的分析可改变。进一步地，临床医生可能需要进行大量培训以根据图像确定参数。此外，分析可受临床医生主观确定

的影响,例如,临床医生可手绘以下更详细地描述的关注区域。使用 QLSSD 系统(以下所讨论的)计算的关注区域(ROI)可比手绘的 ROI 可靠。例如,不同临床医生手绘的 ROI 可存在变化。此外,手绘 ROI 可麻烦且耗时。此外,由于计数可取决于图像的对比度水平且可因扫描仪不同而变化,因此临床医生可能无法根据图像适当地检测计数。在某些情况下,脾脏切除、肝脏脾脏重叠以及解剖变化性也可增大临床医生分析 SPECT 图像的难度。因此,QLSSD 系统可基于图像扫描诊断并识别慢性肝脏疾病分期。

[0035] 本公开描述了定量肝脏脾脏扫描诊断(QLSSD)系统的实施方案,该系统可为临床医生提供通过其中一种扫描技术(例如,SPECT 扫描仪的扫描技术)基于患者肝脏的表征确定患者健康的工具。在一些实施方案中,QLSSD 系统可计算可与患者肝脏健康有关的一个或多个数值参数。QLSSD 系统还可基于计算的数值参数生成文字或图形印象以报告基于扫描的结果。

## [0036] II. 实例 QLSSD 系统

[0037] 图 1 图示了使得临床医生可访问 QLSSD 系统 120 以基于分析对患者器官进行的扫描确定患者健康状况的计算环境 100 的实施方案。在实施方案中,QLSSD 系统 120 基于分析来自 SPECT 扫描仪的肝脏图像确定患者的健康状况。计算环境 100 可包括可访问 QLSSD 系统 120 的临床系统 108,QLSSD 系统 120 可包括一个或多个模块以确定患者的肝功能。

[0038] 例如,QLSSD 系统 120 可包括图像检索器模块 122,其可检索与对身体部位(例如,肝脏)的扫描对应的图像。在实施方案中,图像检索器 122 可直接从 SPECT 扫描仪 106 接收原始图像。在其它实施方案中,图像检索器 122 可从 PACS(图片存档及通信系统)存储库 102 接收图像。图像检索器 122 还可以从存储介质,例如光盘(CD)、便携式硬盘驱动器等接收图像。PACS 系统 102 可以 DICOM(医学数字影像和通讯)格式存储图像。PACS 系统 102 也可包括有关患者的其它非图像数据。图像检索器 122 还可以接收不同格式的图像(例如,jpeg、png、pdf、bmp、CT 扫描仪原始文件、MRI 原始文件、PET 原始文件、X-射线原始文件等)。在实施方案中,图像检索器 122 通过网络 104 从 PACS 或 SPECT 扫描仪检索图像。图像检索器 122 可响应于临床系统 108 的输入而从 PACS 102 得到图像。在一些实施方案中,图像检索器可在预定的时间间隔之后自动从 SPECT 扫描仪 106 接收图像。

[0039] QLSSD 系统 120 可包括图像检测模块 124 以分析图像检索器 122 检索的图像。图像检测模块 124 可处理图像并从图像中识别一个或多个关注区域(ROI),如以下更详细地描述的那样。关注区域可包括器官、组织、组织块、骨头等。在实施方案中,ROI 可包括与患者肝脏对应的区域。图像检测模块 124 可处理 SPECT 扫描仪生成的图像。在一些实施方案中,图像检测模块 124 还可以处理从 CT 扫描仪或 MRI 机或另一种类型的扫描仪产生的图像。图像检测模块 124 可利用从一种类型的图像获得的信息来处理同一患者的另一种类型的图像。例如,图像检测模块 124 可利用从对患者进行的 CT 扫描中检测的信息来检测 SPECT 扫描中的关注区域。图像检测模块 124 可将经分析的图像存储在患者数据存储库 140 内,或将其传送回 PACS 102。在一些实施方案中,图像检测模块 124 可包括内部检查以确保 ROI 与特定器官对应。如果检测模块 124 确定检测的 ROI 不能准确地反映特定器官,则其可给出临床医生忽略自动 ROI 检测的选项,如以下更详细地描述的那样。

[0040] QLSSD 系统 120 的参数计算器 126 可根据图像检测模块 124 识别的关注区域确定一个或多个属性。例如,参数计算器 126 可确定与脾脏对应的关注区域的长度。就总计数或

体素而言,参数计算器 126 还可以确定与关注区域对应的体积或浓度。在实施方案中,体素表示三维空间内的值(例如,辐射计数)。在一些实施方案中,参数计算器 126 可计算与肝脏健康状况对应的参数。一些实例参数包括有灌注的肝组织 (PHM)、肝脏活性指数 (HAI)、总计数比率 (TCR)、标准化肝脏体积 (NLV) 和标准化脾脏体积 (NSV)。这些参数可定量地指示肝功能。计算的参数可存储在患者数据存储库 140 中。在某些情况下,可将计算的参数与患者的其它数据一同传送或存储在 PACS 中。还可以通过网络将参数传送至临床系统。参数计算器 126 还可以基于存储的参数生成发展趋势,以允许临床医生监测患者随时间变化的健康状况。

[0041] 用户界面模块 128 可与 QLSSD 系统 120 的一个或多个其它模块相互作用以生成一个或多个图形用户界面。在一些实施方案中,用户界面可以是一个或多个网页或电子文档。用户界面模块 128 还可以从临床系统 108 接收数据,例如患者信息。在某些情况下,用户界面模块 128 可从临床系统 108 接收命令以启动 QLSSD 系统的一项或多项功能。数据可由患者数据存储库 140 存储。以下将详细描述用户界面的实施方案。

[0042] QLSSD 系统 120 可以计算机硬件和 / 或软件实现。QLSSD 系统 110 可在一个或多个计算装置上执行,例如一个或多个物理服务器计算机。在 QLSSD 系统 110 在多个服务器上实现的实施例中,这些服务器可共处一地或可在地理上分离(例如,处于分离的数据中心)。此外,QLSSD 系统 110 可在在物理服务器或服务器组上执行的一个或多个虚拟机内实现。进一步地,QLSSD 系统 110 可托管在云计算环境内,例如亚马逊网络服务 (AWS) 弹性计算云 (EC2) 或 Microsoft® Windows® Azure 平台。QLSSD 系统 110 还可以通过软件或硬件插件或 API (应用程序接口) 与扫描仪 106 和 110 集成。在一些实施方案中,临床系统 108 可实现 QLSSD 系统 120 的部分或所有模块。例如,临床系统 108 可实现用户界面产生器模块 128,而其余模块在服务器上远程实现。在其它实施方案中,QLSSD 系统 110 的插件可安装在第三方工具上。

[0043] 临床系统 108 可通过网络 104 远程访问这些服务器上的 QLSSD 系统 110。临床系统 108 可包括可通过网络 104 访问一个或多个服务器上的 QLSSD 系统 110 的胖客户端软件或瘦客户端软件。网络可以是局域网 (LAN)、广域网 (WAN),例如互联网、其组合等。例如,网络 104 可包括医院的私人内部网、公共互联网,或其组合。在一些实施方案中,临床系统 108 上的用户软件可以是浏览器软件或其它应用软件。临床系统 108 可通过浏览器或应用软件访问 QLSSD 系统 110。

[0044] 通常,临床系统 108 可包括能够执行一种或多种应用和 / 或访问网络资源的任何类型的计算装置。例如,临床系统 108 可以是台式机、膝上型电脑、上网本、平板计算机、智能手机、智能手表、增强现实佩戴物、PDA (个人数字助理)、服务器、电子书阅读器、视频游戏平台、电视机顶盒(或仅仅是具有计算能力的电视)、信息亭、其组合等。用户系统 108 包括用于访问 QLSSD 系统 110 的软件和 / 或硬件,例如浏览器或其它客户端软件。

### [0045] III. 器官健康状况检测处理

[0046] 图 2 图示了用于计算与器官(或更通常地为组织块)健康状况对应的参数的器官健康状况检测过程 200 的实施方案。参数可以是数值、图形或文本指示符。器官健康状况检测过程可由以上描述的系统实现。为了解释说明,将过程 200 描述为通过图 1 中的计算环境 100 的组件实现。过程 200 描绘了基于扫描患者图像计算参数的实例概述。

[0047] 过程 200 从方框 202 开始,首先响应于对患者进行成像而接收图像数据。图像检索模块 122 可接收与对患者器官的 SPECT、CT 或 MRI 扫描对应的图像数据。接收的图像可包括一个或多个解剖特征(例如,肝脏、脾脏、骨髓等)。在方框 204,图像检测模块 124 可利用一种或多种物体检测技术(例如,形态、边缘检测、形心搜索、直方图等)自动检测这些解剖特征。

[0048] 检测的解剖特征可用于从图像扫描提取定量信息。例如,在方框 206,参数计算器 126 可计算与检测的解剖特征关联的属性。在实施方案中,检测的解剖特征可包括脾脏,且相应的属性可以是脾脏的长度。以下将结合图 3 和图 4 讨论关于肝脏和脾脏的更详细的实例。在方框 208,参数计算器 126 可进一步确定与检测的解剖特征的健康状况或患者的健康状况关联的指示符或参数。在一个实施方案中,指示符包括有灌注的肝组织 (PHM),其可与肝功能或肝脏的健康性直接相关。PHM 可以是数值指示符或基于数值指示符的图形输出,且可提供客观标准以确定患者肝脏的健康状况。

[0049] 过程 200 可用于确定与患者不同解剖特征的健康状况对应的参数。如上所述,过程 200 可用于确定与肝功能对应的参数。在另一个实例中,过程 200 可用于确定与患者心脏或心输出量、肺结节分类,或肾功能,或患者任何其它器官或组织块的功能对应的参数。

#### [0050] IV. 肝脏健康状况检测过程

[0051] 图 3 图示了以上描述的器官健康状况检测过程 200 的更具体的实例过程 300。过程 300 可使得临床医生能够获得与患者肝脏的健康性对应的参数。肝脏健康状况检测过程 300 可由以上描述的系统实现。为了解释说明,将过程 300 描述为通过图 1 中的计算环境 100 的组件实现。过程 300 描绘了利用扫描的患者 SPECT 图像计算与肝功能关联的参数的实例概述。

[0052] 过程 300 可从方框 302 开始,首先从 SPECT 扫描仪获取扫描的图像。SPECT 扫描仪通过响应于对患者施用放射性化合物而测量辐射计数生成图像。在实施方案中,在施用化合物 30 分钟之后生成图像。该时间可因患者而变化,但肝脏通常需要大约半个小时来过滤血液中的放射性化合物(例如,亚稳态锝 -99)。对于肝脏健康的患者,将在肝脏中发现大部分放射性化合物。然而,在病变的肝脏中,化合物可渗漏入脾脏和骨髓。由于可在肝脏、脾脏、骨髓(椎骨附近)区域中发现大部分化合物,因此 SPECT 扫描仪输出可提供用于将肝脏、脾脏和骨髓与其余器官分离的机制。图 6 示出了肝脏、脾脏和骨髓的实例概括性 SPECT 横断面扫描。

[0053] 如上所述,可经由 PACS 直接从扫描仪接收扫描图像。在方框 304,图像检索模块 122 可根据来源自动处理接收的图像。接收的图像可包括多个定向。在一个实施方案中,图像检索模块 122 可从 SPECT 扫描仪或 PACS 检索平面后位和横向 SPECT 图像。横向 SPECT 图像可包括与垂直于患者身体长轴的平面对应的一个或多个帧。平面后位图像可包括从患者背部角度拍摄的一个或多个帧,且可与平行于患者身体长轴的平面对应。其它图像视图包括前位、倾斜、矢状、冠状、重定格式、二次捕获或导出的图像。在一些实施方案中,图像检索模块 122 可直接处理原始扫描仪数据而非图像数据。接收的图像可被分成跨越患者身体区域的多个帧。因此,接收的图像可包括 SPECT 扫描的三维透视图。

[0054] 在方框 124,图像检测模块 124 可对接收的图像进行处理。在实施方案中,在方框 306,图像检测模块 124 可从自 SPECT 扫描仪获得的横向肝脏-脾脏图像生成组合横断面图

像 (CTI)。在实施方案中, CTI 为概括性横断面图像 (STI), 其可以是覆盖肝脏 - 脾脏区域的每一个横断面图像的组合或总和。在其它实施方案中, 通过逐个体素地求取横向图像的平均数生成 CTI。可使用的其它 CTI 生成方法包括使用中值、众数、最大强度、自动相关以及相似的统计技术。在实施方案中, 通过从覆盖肝脏 - 脾脏区域的部分或所有横断面图像中选择 (x, y) 处强度最高的像素来检测最大强度横断面图像 (MITI)。因此, 最终的 MITI 的每一个像素可具有来自部分或所有横断面图像的最高强度。在一些实施方案中, MITI 提供的对比度可比 STI 更好。图像检测模块 124 在检测关注区域之前可将横断面图像组合。在一些实施方案中, 在组合帧之前可检测关注区域。

[0055] 图像检测模块 124 可使用 CTI 来检测关注区域。关注区域可与患者的解剖特征对应。在实施方案中, 图像检测模块 124 检测肝脏、脾脏和骨髓。图像检测模块 124 可基于比较 CTI 中的强度定位肝脏。图 5 图示了简图以示出检测并分离肝脏、脾脏和骨髓 ROI 的步骤。

[0056] 图像检测模块 124 可选择帧边界并进行定向搜索以定位肝脏。在方框 308, 图像检测模块 124 可通过比较强度识别身体轮廓 520, 如图 5 中的步骤 502 所示。一般而言, 身体外部的计数将接近零。健康肝脏包括的强度计数将比周围组织高得多。即便是病变的肝脏的至少一部分也具有高强度计数。

[0057] 在方框 310, 图像检测模块 310 可确定肝脏边界阈值。图 5 中的步骤 504 图示了用于确定肝脏边界阈值的实例。图像检测模块 124 可识别身体轮廓 520 周围的边界区域 522 以确定阈值。在实施方案中, 阈值为边界区域内的平均像素强度或一些其它值。阈值还可以是边界区域内的最大或最小像素强度。在一些实施方案中, 可利用对数公式确定阈值。

[0058] 在方框 312, 利用阈值, 图像检测器 310 可使用定向搜索来定位与肝脏对应的关注区域。举例来说, 图像检测器 124 可选择身体轮廓的西北角 (尽管可选择任何其它起始区域) 并移动穿过像素行和列以确定强度计数何时超过阈值。因此, 图像检测器 310 可找到超过阈值的像素位置, 阈值指示像素最有可能在肝脏内部。在一个实施方案中, 使用高于组织阈值 20% 的值。在找到像素位置之后, 图像检测模块 124 可进行定向搜索以识别肝脏的边界点。如图 5 中的步骤 506 所示, 图像检测器 124 可在星形图案中从像素位置 (526) 沿八个方向搜索。在其它实施方案中, 图像检测器 124 还可以执行其它搜索方法, 例如 16 角星等。可通过将像素强度与阈值进行比较识别边界点, 如以上讨论的那样。在一些实施方案中, 图像检测模块 124 还可以利用采样来识别肝脏的边界点。

[0059] 因此, 图像检测器 124 可识别 (例如) 8 个肝脏边界点。在方框 314, 使用这些边界点, 图像检测器 124 可计算第一形心位置。在一些实施方案中, 图像检测器 124 可通过使用矩阵索引的直接组合快速定位器官的形心, 而无需使用三角计算。例如, 可利用求和来组合矩阵索引。在找到第一形心之后, 图像检测器 124 可重复该过程以从第一形心位置利用定向搜索来定位第二形心。在一些实施方案中, 图像检测器可旋转星形搜索方向。例如, 形心搜索之间的旋转角度可偏移 10 度。可重复进行多次八角星搜索, 直至形心的位置显得会聚。在一些实施方案中, 重复次数可固定。图 5 中的步骤 508 图示了最终的形心位置 528。因此, 图像检测器 124 可识别肝脏的边界点和形心。

[0060] 在过程 300 的方框 316 至 318, 可以相似的方式识别脾脏的边界点和形心, 如以上就肝脏讨论的那样。在大多数患者中, 相对于肝脏而言, 脾脏位于东南方向。因此, 图像检

测器模块 124 可从身体轮廓 520 的东南角进行相似搜索以识别脾脏的边界点和形心。图 5 中的步骤 510 图示了肝脏 524 和脾脏 530。

[0061] 图像检测器 124 可自动验证检测的肝脏和脾脏。在方框 324, 图像检测器 124 可计算肝脏形心与脾脏形心之间的距离, 并将其与可接受的范围进行比较以验证检测的肝脏和脾脏。如果该距离不在范围内, 例如小于最小值或大于最大值, 则图像检测器可通知 QLSSD 系统 120 的一个或多个模块。QLSSD 系统 120 可通知临床系统器官检测可能已发生故障, 且可给出临床医生手动绘制 ROI 的选项。用户界面产生器模块 128 可生成用户界面以便临床医生绘制 ROI。

[0062] 图像检测器 124 还可以验证重叠。例如, 如果肝脏和脾脏区域重叠, 则 QLSSD 系统 120 可向临床系统发送使得临床医生能够选择肝脏最亮的区域或指示肝脏不可视的消息。临床医生也可能选择最亮的脾脏区域。基于该选择, 图像检测器 124 可利用定向搜索和形心分析来重新识别肝脏和脾脏。在一些实施方案中, 可给出临床医生在进行任何搜索过程之前选择肝脏和脾脏像素的选项。因此, QLSSD 系统 120 可验证器官检测。

[0063] 如果验证了肝脏和脾脏区域, 则在方框 330, 图像检测器 124 可自动在肝脏、脾脏和骨髓周围绘制 ROI, 如结合图 4 更详细地描述的那样。一旦确定了 ROI, 参数计算器 126 可计算与肝功能对应的参数, 如以下所讨论的那样。在一些实施方案中, 在方框 332-334, 过程 300 包括准备并生成包括印象 (impression) 的报告步骤。用户界面产生器 128 可基于计算的参数和查找表准备报告。查找表可存储在数据存储库 140 中。查找表可存储不同参数范围的适当印象。图 15 示出了实例印象。

#### [0064] V. 关注区域分析

[0065] 图 4 图示了用于利用图 3 中图示的过程基于检测的肝脏和脾脏形心确定 ROI 的实例 ROI 检测过程 400。ROI 检测过程 400 可由以上描述的系统实现。为了解释说明, 将过程 400 描述为通过图 1 中的计算环境 100 的组件实现。

[0066] 在实施方案中, 一旦识别了肝脏和脾脏形心以及边界点, 图像检测器 124 可继续识别关注区域以将肝脏、脾脏和骨髓分段。在方框 402, 图像检测器 124 可基于各个边界点和以上讨论的过程 300 检测的形心将几何形状 (例如, 椭圆形形状) 拟合在肝脏和脾脏上。举例来说, 图像检测器可基于最小二乘方误差减小法来拟合椭圆形。在一些实施方案中, 拟合椭圆形的主轴穿过检测的器官的形心。

[0067] 在方框 404, 图像检测器 124 可确定将肝脏的形心与脾脏的形心连接的形心 - 形心线。然后, 图像检测器 124 可沿与计数分布中的谷 (最低处) 对应的形心 - 形心线识别边界点。图像检测器 124 可利用肝脏和脾脏的主轴找到形心 - 形心线北方 (或上方) 的附加边界点作为起始点, 并找到二者之间的最低浓度。图像检测器 124 可利用这些边界点获得肝脏与脾脏之间的分界线。图 6 图示了实例分界线 (或肝脏 - 脾脏边界线) 610。分界线一侧可以是肝脏 ROI 602, 而分界线的另一侧可以是部分脾脏 ROI 606。

[0068] 在方框 406, 图像检测器 124 可检测肝脏与骨髓之间的边界线 612 (参见图 6)。在实施方案中, 图像检测器 124 可试图计算骨髓的形心, 且可计算肝脏 - 骨髓边界线, 如以上讨论的那样。但是在一些实施方案中, 图像检测器 124 可能无法识别骨髓形心。在这些情况下, 图像检测器 124 可从肝脏椭圆形的主轴上的点 (形心下方) 开始, 并在骨髓方向上寻找像素, 其中计数值为某个肝脏 - 骨髓数。在一个实施方案中, 肝脏 - 骨髓数 = 阈值 (以上

计算的)+20% (肝脏中的最大强度-阈值)。也可使用其它变化和百分比。因此,图像检测器 124 可识别肝脏与骨髓之间的边界线 612。

[0069] 在方框 408,图像检测器 124 可将肝脏-脾脏边界 610 与肝脏-骨髓边界 612 连接,如图 6 所示。如以上就肝脏所描述的那样,在方框 410,图像检测器 124 可利用脾脏-骨髓数识别脾脏-骨髓边界线 614。在一个实施方案中,脾脏-骨髓数=阈值+20% (脾脏中的最大强度-阈值)。在方框 412,图像检测器 124 可将肝脏-脾脏边界 610 与肝脏-骨髓边界 614 连接,如图 6 所示。

[0070] 在方框 414,图像检测器 124 可检测骨髓的外边界 616 (参见图 6)。在实施方案中,图像检测器 124 可将肝脏-骨髓边界的端点连接至脾脏-骨髓边界的端点。图像检测器 124 可利用组织阈值来连接端点。在方框 416,图像检测器 124 可利用组织阈值和身体轮廓找到肝脏的外边界 618,如以上讨论的那样。图像检测器 124 可将外边界 618 连接至处于底部的肝脏-骨髓边界端点和处于顶部的脾脏-骨髓边界端点。

[0071] 类似地,在方框 420,图像检测器 124 可找到脾脏外边界 620。在方框 422,图像检测器 124 可将脾脏外边界 620 连接至处于顶部的肝脏-脾脏边界端点和处于底部的脾脏-骨髓边界端点。因此,图像检测器可根据计算的边界生成肝脏 ROI 602 和脾脏 ROI 606。图像检测器可根据肝脏-骨髓边界、脾脏-骨髓边界和骨髓外边界生成骨髓 ROI 604。

[0072] 在一些实施方案中,图像检测器 124 可验证计算的 ROI。例如,图像检测器 124 可检查肝脏-脾脏边界是否存在大间隙,或与肝脏/脾脏边界连接的肝脏 ROI 中是否存在过多高于组织阈值的体素。基于该验证,用户界面产生器 128 可生成用户界面,其可使得临床医生能够修改生成的 ROI。

[0073] 与手绘 ROI 相比,利用 QLSSD 系统 120 计算的 ROI 更稳靠。例如,不同临床医生手绘的 ROI 可存在变化。此外,手绘 ROI 可麻烦且耗时。此外,由于计数可取决于图像的对比度水平且可因扫描仪不同而变化,因此临床医生可能无法根据图像适当地检测计数。

#### [0074] VI. 参数

[0075] 如上所述,现有的健康状况检测技术大部分会受主观分析的影响。缺乏可在临床医生与患者之间重复 (在很小的误差范围内) 的客观分析。QLSSD 系统 120 可从扫描图像中提取参数以生成评估肝功能的客观参数。参数计算器 126 可使用具有检测的 ROI 的经处理图像来计算以下参数的一个或多个。本领域的技术人员可理解,计算这些参数时可能存在其它变化。

#### [0076] 肝脏、脾脏和骨髓计数

[0077] 在 SPECT 图像中,计数与从化合物检测的辐射对应。因此,计数越高可表明特定器官中的化合物的浓度越高。参数计算器 124 可利用检测的肝脏、脾脏、和骨髓的 ROI 计算其中一个组合横断面图像的各个 ROI 的每一个中的总计数。对于组合帧,由于帧堆叠可包括患者身体的多个切片,因此计数可表示体积。在一些实施方案中,单个器官中部帧用于计算肝脏和脾脏的浓度。也可通过从计数最高的帧中求取器官特定子区域中的计数的平均数来计算浓度。图像检测器可在计数最高的帧中找到 3x3 体素区域,并求取计数的平均数来确定浓度 (例如计数/分钟/体素)。对于三维 ROI,可对各个器官 ROI 的所有帧的计数进行求和。计数可向临床医生表明肝脏中相对于其它器官存在多少化合物。如上所述,对于健康的肝脏,与其它器官 ROI 相比,大部分计数可能在肝脏 ROI 中发现。在一些实施方案中,

骨髓计数表达为与帧数量的比值以将扫描覆盖的椎体数量标准化。在另一个实施方案中，对椎体数量进行了计数，且椎体数量用于将骨髓计数标准化。

#### [0078] 肝脏和脾脏长度

[0079] 在实施方案中，参数计算器 128 可计算检测的器官的长度。例如，参数计算器 128 可从右叶的从肝脏中部圆顶至右下边缘以及左叶的从右圆顶至左下叶边缘的前位平面图像检测肝脏的长度。

[0080] 参数计算器 128 可测量脾脏长度，将该长度作为后位平面视图中极点至极点的最大长度。在一些实施方案中，从横向图像确定脾脏长度。如果不同帧之间的脾脏长度存在 10% 或更大的差值，则可警告临床医生，且可需要临床医生通过以下描述的用户界面之一手动进行干预。

#### [0081] 肝脏脾脏指数、肝脏骨髓指数 (LBI) 和有灌注的肝组织 (PHM)

[0082] 在一些实施方案中，可利用从一个或多个扫描的图像获得的计数根据分布比率来理解肝功能。例如，可通过将肝脏中的计数与脾脏中的计数进行比较来确定肝脏 - 脾脏指数 (LSI)。在实施方案中，肝脏 - 脾脏指数 (LSI) 是针对脾脏长度矫正的总计数的肝脏脾脏比率的函数。参数计算器 128 可计算肝脏与脾脏之间的总计数率，即总肝脏计数除以总肝脏加脾脏计数，或  $L/(L+S)_t$ 。在一些实施方案中，该比率在 1% 内是可重现的。该比率可能受脾脏尺寸影响，而与慢性肝脏疾病无关。由于患者之间的脾脏长度有变化，因此可能需要校正。在一个实施方案中，参数计算器 128 可校正脾脏长度。参数计算器 128 可估计预期受肝脏正常患者的脾脏长度影响的  $L/(L+S)_t$  比率（根据经验从肝脏正常但脾脏尺寸改变的患者导出的公式）。然后，参数计算器可将测量的  $L/(L+S)_t$  比率除以估计的正常  $L/(L+S)_t$  比率，并乘以 100 以得到肝脏脾脏指数 (LSI)。

[0083] 计数在肝脏与骨髓之间的分布可表达为肝脏骨髓指数 (LBI)。在实施方案中，参数计算器 128 可将 LBI 计算为每帧的肝脏计数除以骨髓计数并乘以 50 的对数以产生与 LSI 相似的范围。

[0084] 在一些实施方案中，参数计算器 128 可生成是 LSI 和 LBI 二者的函数的参数。例如，参数计算器 128 可通过求取 LBI 和 LSI 的平均数计算有灌注的肝组织 (PHM) 参数，即： $PHM = (LBI+LSI)/2$ 。

#### [0085] 脾脏和肝脏体积

[0086] 参数计算器 128 还可以计算肝脏和脾脏的体积。可利用器官中的总计数除以若干倍于体素体积的剖面帧上的代表性浓度计算脾脏和肝脏体积。在一个实施方案中，参数计算器 128 可利用代表浓度的单个器官中部帧。cc 中的体积可表达为与以磅计的理想体重 (IBW) 的比率。本领域中的技术人员可知道到获得所研究器官的代表性浓度的方法，例如采样、直方图分析、求取整个器官的平均数，或单个器官切片。Hoefs 等的“A Novel, Simple Method of Functional Spleen Volume Calculation by Liver-Spleen Scan”, The Journal of Nuclear Medicine, Vol. 40, No. 10 (Oct. 1999), 中讨论了其它实例计算方法，其内容以全文引用的方式并入本文。在一些实施方案中，体积不依靠对边缘的精确检测，且对体素的尺寸不敏感。

[0087] 在一些实施方案中，通过在扫描的图像中进行搜索以识别包含肝脏的浓度最高的区域的帧来自动计算肝脏体积。图像检测器可在识别的帧中找到 3x3 体素区域，并算出计

数的平均数来确定浓度（例如计数 / 分钟 / 体素）。参数计算器 128 可利用以下公式使用最高平均浓度值来计算肝脏的体积：

[0088] 肝脏体积 = ((总肝脏计数 / 最高平均肝脏浓度) \* 体素尺寸 \* 0.9562) - 66.5。

[0089] 可基于校准样品修改肝脏体积公式中的常数。可利用以上就肝脏讨论的方法计算脾脏体积。在实施方案中，每一个体素代表 4x4x4 立方毫米。因此，可以用立方毫米确定肝脏体积。

[0090] 标准化肝脏和脾脏体积

[0091] 肝脏和脾脏体积可取决于患者的总尺寸。因此，在一些实施方案中，理想体重用于使器官体积标准化以提供临床上有用的参数。也可使用患者的实际身体（例如，从 PACS 获得）。参数可以如下计算：

[0092] 标准化肝脏体积 = 肝脏体积 / 理想体重

[0093] 标准化脾脏体积 = 脾脏体积 / 理想体重

[0094] 女性 IBW = 100 + { 身高 (以英寸计) - 60 } x 5

[0095] 男性 IBW = 106 + { 身高 (以英寸计) - 60 } x 6

[0096] 实例：如果在上述实例中计算的肝脏体积为 952，则身高为 62 英寸的女性的 IBW 将 = 110 磅，而

[0097] 标准化肝的体积（已针对身体尺寸进行了校正）= 8.7cc/lb IBW

[0098] 估计的腹腔镜得分 (estPS)

[0099] 腹腔镜检查法可提供肝脏的“平滑”度或“粒度”或“结节”度的指示。QLSSD 可通过组合若干参数来计算估计的腹腔镜得分 (estPS)。在一个实施方案中，estPS 计算如下：

[0100]  $estPS1 = 4.342 - 2.008RR - 0.0206PHM + 18.15/RL$

[0101] 其中 RL 为以厘米计的右叶长度，而 RR 为重新分布比率，其计算如下：

[0102]  $(RR) = [(Lp/Sp/2.5) + (Lp/BMp/17.5)] / 2$

[0103] 此处，Lp、Sp 和 BMp 分别为来自肝脏、脾脏和骨髓后位平面视图的像素计数。

[0104] 对肝脏的腹腔镜评估可与组织纤维化测量相关。因此，从 QLSSD 得到的 estPS 可对通过组织学测量的肝脏纤维化进行良好估计，而几乎无抽样误差。

[0105] 分期

[0106] 参数计算器 126 可通过将计算的参数的其中之一与预期范围进行比较而对肝脏疾病的严重性进行分类。在一个实施方案中，使用 PHM 参数如下对患者进行分期：

[0107]  $PHM \geq 100$  : 肝功能正常（低风险）

[0108]  $95 \leq PHM < 100$  : 轻度肝功能降低（中度风险）

[0109]  $PHM < 95$  : 肝功能降低（高风险）

[0110] 在另一个实施方案中，如果  $PHM > 70$ ，则进一步将高风险患者分类成中度肝功能降低，或如果  $PHM < 70$ ，则分类成肝功能严重降低。其它指示符（包括颜色）也可用于分期。在其它实施方案中，这些范围可改变，或可具有更多或更少范围（例如，阈值可用于确定患者的肝脏是否健康）。

[0111] 肝脏活性指数

[0112] 除了如在亚急性肝脏疾病（例如，酒精性肝炎）中所见的肝脏纤维化迅速积累之外，肝脏脾脏指数 (LSI) 和肝脏骨指数 (LBI) 可一同减小。QLSSD 参数计算器 126 可计算

当 LSI 为负时指示该情况的肝脏活性指数 (HAI)。在一个实施方案中,用于计算 HAI 的公式为:

[0113] 如果  $LSI > 0.0$

[0114] 则  $HAI = (LBI_t - ((LSI * 0.665) + 43.0)) / LSI$

[0115] 否则

[0116]  $HAI = 0$

[0117] VII. 3D 处理

[0118] 在以上讨论的一些实施方案中,可将与穿过患者身体的切片对应的帧作为组合帧(例如,STI、MITI 等)来分析。在替代方案中,可单独地对帧进行处理以检测器官的三维剖面。图 7 图示了用于在三个维度上检测 ROI 的过程。3D ROI 检测过程 700 可由以上描述的系统实现。为了解释说明,将过程 700 描述为通过图 1 中的计算环境 100 的组件实现。

[0119] 在方框 702,图像检测器 124 可检测肝脏、脾脏和的 2D ROI,如以上结合图 3 和图 4 讨论的那样。图像检测器 124 可继续检测每一帧的 ROI。由于器官开始渐缩,因此一些帧可具有低信号内容。图像检测器 124 可存储肝脏、脾脏和骨髓的每一帧的 ROI。在方框 706,图像检测器 124 可利用形态特征将存储的肝脏 ROI 组合形成 3D 肝脏体积。类似地,在方框 708,图像检测器 124 可生成 3D 脾脏体积,在方框 710,图像检测器 124 可生成 3D 骨髓体积。在一些实施方案中,图像检测器 124 可利用边缘跟踪连接帧之间的 ROI。参数计算器 126 可利用以上就 2D 帧讨论的公式根据 3D ROI 计算肝脏功能参数和肝脏疾病分期。

[0120] 在一些实施方案中,图像检测器 124 可利用定向搜索和三维形心生成 3D ROI,而非将各个帧的 2D 分析结果组合。在三维上,图像检测器 124 可在进行反复定向搜索和形心分析之前旋转搜索的方向向量。在另一个实施方案中,图像检测器 124 可利用转换过程将 3D 体积(例如,椭圆体)映射成转换空间内的点。例如,可将肝脏、脾脏和骨髓建模成椭圆体(或椭圆体的并集)以利用转换技术。

[0121] 3D 能力也可允许直接计算纤维化程度。在一些实施方案中,由于肝脏、骨髓和脾脏之间可能存在重叠,因此功能比率可重叠。在对帧进行分析之前将帧分开可减少重叠的影响。

[0122] 图像检测器 124 也可利用来自 CT 或 MRI 扫描的数据。CT 和 MRI 扫描包括关于器官轮廓的信息。图像检测器 124 可利用该轮廓将来自 SPECT 扫描的数据映射至 CT 或 MRI 扫描。基于该映射,图像检测器 124 可从 SPECT 扫描中检测 ROI。

[0123] VIII. 总计数率 (TCR)

[0124] SPECT 重建的切片范围可受到限制,包括整个正被评估的器官。每一个切片可以是体素(或像素)的宽度。就表面体素而言,可将包含的表面体素的阈值指定为肝脏中的最大体素浓度的百分比。由于存在纤维化,因此随着肝脏病愈加病变,大于最大体素浓度 50% 的表面体素可能越少。因此,随着肝脏愈加病变,包括的体素的体积可更小(且该 3D ROI 中的总计数减小)。与对正常肝脏进行的相似过程相比,患有慢性肝脏疾病的患者中包括的体积所具有的计数少于总计数 (TCR)。可根据概括性横断面图像计算总计数率。

[0125] 图像检测器 124 可确定器官周围的 ROI,如以上讨论的那样。基于 ROI,参数计算器 126 可计算每一个器官的总计数 (TC)。参数计算器 128 可选择阈值。在实施方案中,阈值为最大体素浓度的 50%。参数计算器 126 可对上述 ROI 内的每一个切片应用阈值,从而

选择将在每一个切片上使用的表面体素。图像检测器 124 可采用从每一个切片选择的表面体素来为整个器官绘制 3D 图像。参数计算器 126 可在生成的 3D 图像内计算计数。这些计数可表示阈值计数。参数计算器 126 可计算总计数率 (TCR), 其中  $TCR = \text{阈值计数} / \text{每一个器官的总计数 (TC)}$ 。因此, 可为器官计算 TCR, 并将其包括在报告内。

#### [0126] IX. 预测术后 (Post-Op) 手术

[0127] 3D 成像可使得在肝细胞癌 (HCC) 和其它肝脏占位性病变手术之后能够在术前估计肝功能的损失。预期的手术解剖损失可与 3D ROI 以及计算的功能损失叠加。这些因素可用在输出印象中以对肝脏疾病进行分期, 并估计并发症以及预后风险。在患有肝癌且肝储备功能受限的患者中, 肝脏健康参数可用于估计手术时的功能损失以确定手术风险。

[0128] 图 8 图示了用于估计切除后参数的过程 800 的实施方案。切除后参数计算过程 800 可由以上描述的任何系统实现。为了解释说明, 将过程 800 描述为通过图 1 中的计算环境 100 的组件实现。在方框 802, 图像检测器 124 可确定肝脏、脾脏和骨髓的 3D ROI, 如以上讨论的那样。在方框 804, 图像检索模块 122 可访问包括肝脏的 CT 或 MRI 图像。图像检测器 124 可利用例如图像配准技术将 CT 或 MRI 图像叠加在 3D ROI 上。

[0129] 在一些实施方案中, 可利用混合 SPECT/CT 扫描仪的内置能力进行叠加。在方框 806, 用户界面模块 128 可生成可允许临床医生在叠加图像上选择或绘制切除体积的用户界面。在实施方案中, 基于从手术计划系统输入的参数自动绘制切除体积。在一些实施方案中, QLSSD 系统 120 可显示建议的切除体积。建议的切除体积可基于 SPECT 肝脏体积与 CT 或 MRI 肝脏体积之间的差值。举例来说, 肝脏的包含肝细胞癌 (HCC) 的部分将显示在 CT 或 MRI 图像中, 而不显示在 SPECT 图像中。在方框 808, 参数计算器可忽略为计划切除体积的一部分的区域以计算切除后的参数。因此, 过程 800 可使得临床医生能够确定术后肝脏健康状况, 并确定是否应移除更多或更少的肝脏。此外, 临床医生可通过审查切除后的参数来评估手术风险。

#### [0130] X. 用户界面

[0131] 图 9 至图 18 示出的实例图形用户界面可由 QLSSD 系统 120、QLSSD 系统插件或二者的组合生成。为了说明, 这些用户界面主要显示在应用界面上, 然而应理解, 这些用户界面可利用网络浏览器 (包括可移动 app) 而非应用界面生成。进一步地, 示出了实例用户界面控制 (活动链接), 包括按钮、状态栏、超级链接或链接等。任何示出的用户界面控制可以其它用户界面控制代替, 包括但不限于单选按钮、复选框、文本框、选择框或下拉框及其组合等。

[0132] 图 9 图示了用户界面模块 128 生成的可使得临床医生能够访问 QLSSD 系统 120 的功能的用户界面 900 的实施方案。例如, 临床医生可从 PACS 输入患者的扫描图像, 并在用户界面内查看扫描的图像。用户界面还包括活动链接以改变扫描图像的对比度和亮度。临床医生可通过选择活动链接进一步对扫描图像进行自动分析。用户界面 900 可使得临床医生能够针对选择的图像 (患者、诊查、系列和图像) 导航浏览 DICOM 分层结构。导航按钮和列表可有助于从一个图像移动至另一个图像, 以更新患者列表等。此外, 可从 PACS 输入图像, 例如 SPECT 横向图像和 / 或静态后位平面图像。在一些实施方案中, 图像自动从 PACS 输入。临床医生可选择一个图像或一组图像供 QLSSD 系统分析, 如以上讨论的那样。

[0133] 图 10 图示了用户界面模块 128 生成的可使得能够与 PACS 系统 102 通信的用户界

面 1000 的实施方案。例如,临床医生可运行查询以访问与特定患者对应的数据。基于选择的询问,QLSSD 系统 120 可与 PACS 通信并检索请求的数据。

[0134] 图 11 图示了可由用户界面模块 128 响应于检测的与器官对应的关注区域而生成的用户界面 1100 的实施方案。图示的用户界面 1100 的实施方案示出了肝脏、脾脏和骨髓 ROI。用户界面 1100 可包括用于选择患者的脾脏是否已移除的活动链接 1102。对于没有脾脏的患者,ROI 检测可能需要通过选择活动链接 1110 重复进行或由临床医生利用活动链接 1104、1006 和 1108 手动确定。用户界面 1100 还包括选择脾脏长度视图的链接 1112,如图 12 所示,和选择帧范围视图的链接 1114,如图 13 所示。脾脏长度用户界面 1200 可使得临床医生能够从视觉上确认由 QLSSD 系统 120 计算的脾脏长度。脾脏长度用户界面 1200 还可以实现使临床医生忽略计算的脾脏长度的功能。在图示的实施方案中,脾脏长度为 9.2 厘米,且扫描的图像示出了肝脏和脾脏的后位视图。图 13 图示了可使得临床医生能够选择帧范围的用户界面 1300 的实施方案。在某些情况下,图像检测模块 124 可识别骨髓的较大部分,且可包括骨盆区域。临床医生 1300 可选择帧范围以指导图像检测器模块 124 更准确地计算 ROI。用户界面 1300 可使得临床医生能够从视觉上确认由 QLSSD 系统 120 检测的帧范围包含整个肝脏和脾脏。

[0135] 图 14 图示了包括由 QLSSD 系统 120 生成的报告的用户界面 1400 的实施方案。用户界面模块 128 可响应于从临床医生接收到命令而生成报告。图示的报告包括计算患者的 PHM 参数。报告还可包括患者的其它细节,例如性别、身高、重量、诊查日期。在一些实施方案中,报告可包括绘出了随着时间变化的参数的趋势图 1402。在图示的实施方案中,趋势图包括随着时间变化的 PHM。

[0136] 图 15 图示了使得临床医生能够基于计算的参数写出其对患者的印象的用户界面 1500 的实施方案。在一些实施方案中,用户界面 1500 包括可供临床医生使用的自动生成印象。如上所述,QLSSD 系统可基于计算的参数从查找表中生成印象。临床医生拥有使用 QLSSD 系统 120 建议的印象的选择权。

[0137] 图 16 图示了使得临床医生能够与 PACS 通信的用户界面 1600 的实施方案。在图示的实施方案中,临床医生可使用界面 1600 发送报告以存储在 PACS 内。报告可自动与患者和医生关联。

[0138] 图 17 图示了包括生成的患者报告的报告用户界面 1700 的实施方案。报告包括计算的参数,例如 PHM 以及多年来患者的 PHM 趋势。临床医生可审查该趋势,并识别患者的病情是好转还是恶化。此外,临床医生可识别特定治疗的效果。在一些实施方案中,趋势可包括基于如以上讨论的切除参数的未来预测。报告还可包括临床医生选择的印象或由 QLSSD 系统 120 自动生成的印象。在一些实施方案中,报告可图示与检测的 ROI 重叠的 SPECT 扫描。

[0139] 在一个实施方案中,报告的左侧包括从其获得原始数据的图像:基础图像(前位/后位)、概括性横断面图像、单个横断面切片以及总计数和平面计数的分布。右侧部分具有用于统计资料、LSI、LBI 和 PHM 的板块;通过 4 种方法得出的体积的板块(带圆圈的为我们所使用的方法);总计数的板块;2 个后位平面计数的板块;2 个来自单个切片的代表性浓度的板块——一个是肝脏板块,一个是脾脏板块;以及肝脏和脾脏长度。

[0140] 图 18 图示了包括生成的患者报告的报告用户界面 1800 的另一个实施方案。与图

17 图示的报告相比,用户界面 1800 包括为临床医生提供的附加参数。

#### [0141] XI. 术语

[0142] 在整个公开文本中已描述了多种计算系统。对这些系统的描述并非意在限制本公开的教导或适用性。例如,本文描述的临床系统通常可包括任何计算装置,例如台式机、膝上型电脑、视频游戏平台、电视机顶盒、电视(例如,互联网 TV)、计算机化电器和无线移动装置(例如,智能手机、PDA、平板电脑等),这里仅列出几个例子。进一步地,本文描述的临床系统有可以是不同类型的装置,以包括不同应用程序,或以其它不同方式进行配置。此外,本文描述的用户系统可包括任何类型的操作系统(“OS”)。例如,本文描述的可移动计算系统可以 Android™ OS、Windows® OS、Mac® OS、Linux 或基于 UNIX 的 OS 等实现。

[0143] 进一步地,图示的系统的各种组件的处理可分布在多个机器、网络以及其它计算资源中。此外,系统的两个或更多组件可组合成更少组件。例如,图示的各种系统可分布在多个计算系统中,或组合成单个计算系统。进一步地,图示的系统的各种组件可在一个或多个虚拟机而非专用计算机硬件系统中实现。同样地,示出的数据存储库可表示物理和/或逻辑数据存储,包括例如存储区域网络或其它分布式存储系统。此外,在一些实施方案中,示出的组件之间的连接表示可能的数据流路径,而非硬件之间的实际连接。虽然示出了一些可能的连接实例,但示出的组件的任何子集可与各种实施例中的组件的任何其它子集通信。

[0144] 根据实施方案,可以不同顺序执行本文描述的算法、方法或过程的任一者的某些动作或事件,可添加、合并或完全省去本文描述的算法、方法或过程的任一者的某些动作或事件(例如,并非所有描述的动作或事件均是实践所述算法所必需的)。此外,在某些实施方案中,动作或事件可进行同时,例如通过多线程处理、中断处理,或多个处理器或处理器芯进行或在其它平行架构上进行,而非按顺序进行。

[0145] 图示的各种系统的每一种可实现为被程序化或配置成执行本文描述的各种功能的计算系统。计算系统可包括多个通过网络进行通信和交互操作以执行描述的功能的不同计算机或计算装置(例如,物理服务器、工作站、存储阵列等)。每一个这种计算装置通常包括执行存储在存储器或其它非暂时性计算机可读存储介质中的程序指令或模块的处理器(或多个处理器)。本文公开的各种功能可体现为这种程序指令,然而替代地,公开的一些或所有功能可在计算机系统的专用电路(例如,ASIC 或 FPGA)中实现。在计算系统包括多个计算装置的情况下,这些装置可(但不需要)共处一地。通过将物理存储装置(例如,固态存储芯片和/或磁盘)转换成不同状态,可永久地存储公开的方法和任务的结果。描述的每一个过程可由一个或多个计算装置实现,例如以关联的服务器代码编程的一个或多个物理服务器。

[0146] 除非另外明确陈述,或在上下文中如所用的那样理解,否则本文使用的条件性语言,例如(尤其是)“可(can)”、“可能(might)”或“可能(may)”等通常旨在传达某些实施方案包括某些特征、元件和/或状态,而其它实施方案不包括这些特征、元件和/或状态。因此,这种条件性语言通常并非旨在暗示特征、元件和/或状态无论如何都是一个或多个实施方案所必需的,或无论有无用户输入或提示,该一个或多个实施方案都必然包括用于决定任何特定实施方案中是否包括或将执行这些特征、元件和/或状态的逻辑。术语“包括”、“包含”、“具有”等是同义词,且以具有包含性的开放方式使用,因此不排除其它元件、特征、

动作、操作等。此外，术语“或”以其包含性含义（而非以排它性含义）使用，因此在使用时，例如用于连接一系列元件时，术语“或”意指该列中的一个、一些或所有元件。此外，除非另有说明，否则冠词“一”和“一个”应解释为意指“一个或多个”或“至少一个”。

[0147] 除非另外明确说明，或如所使用的那样结合上下文理解，否则连结性语言例如短语“X、Y 和 Z 的至少其中之一”通常表示项、术语等可以是 X、Y 或 Z。因此，这种连结性语言通常并非旨在暗示某些实施方案需要至少一个 X、至少一个 Y 和至少一个 Z 均存在。

[0148] 虽然上述详细描述已示出、描述并指出了应用于各种实施方案的新颖特征，但应理解在不脱离本公开的精神的情况下，可对图示的装置的形式和细节或算法进行各种省略、替换和改变。因此，以上描述中无任何内容旨在暗示任何特定特征、特性、步骤、模块或方框是必要的或不可缺少的。将认识到，由于可独立于其它特征来使用或实践某些特征，因此可在并不提供本文所述的所有特征和益处的形式内体现本发明。保护范围由所附权利要求而非以上描述限定。

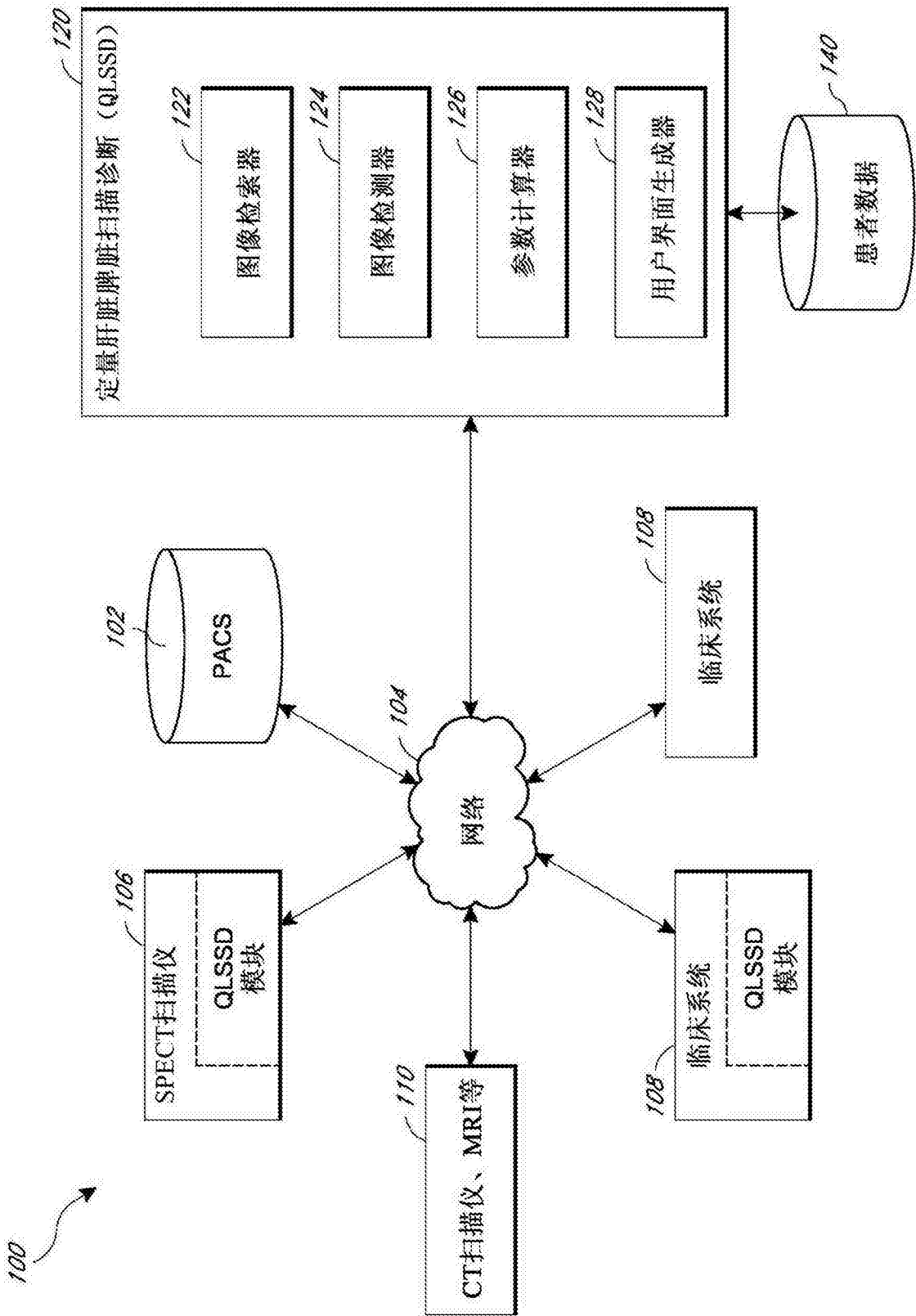


图 1

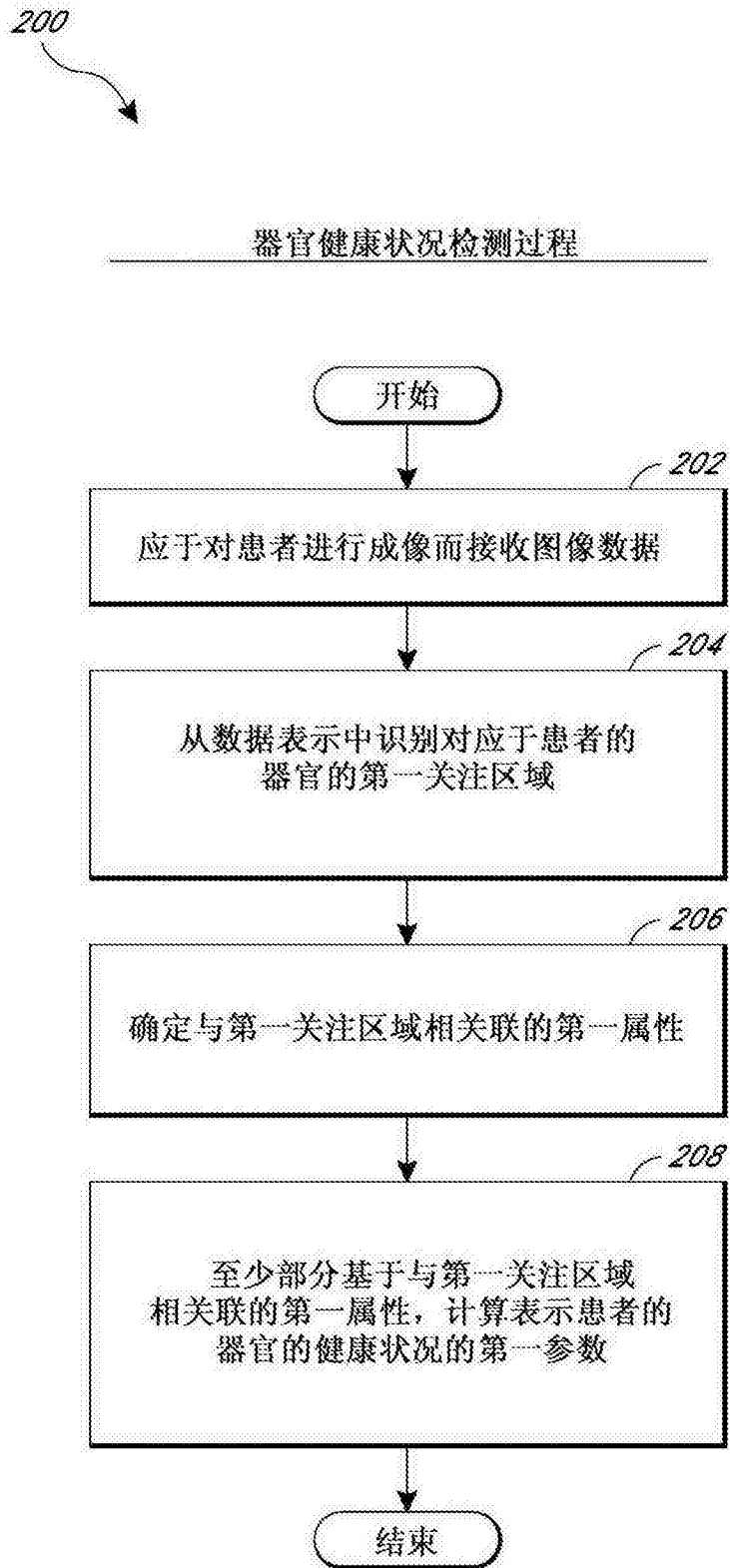


图 2

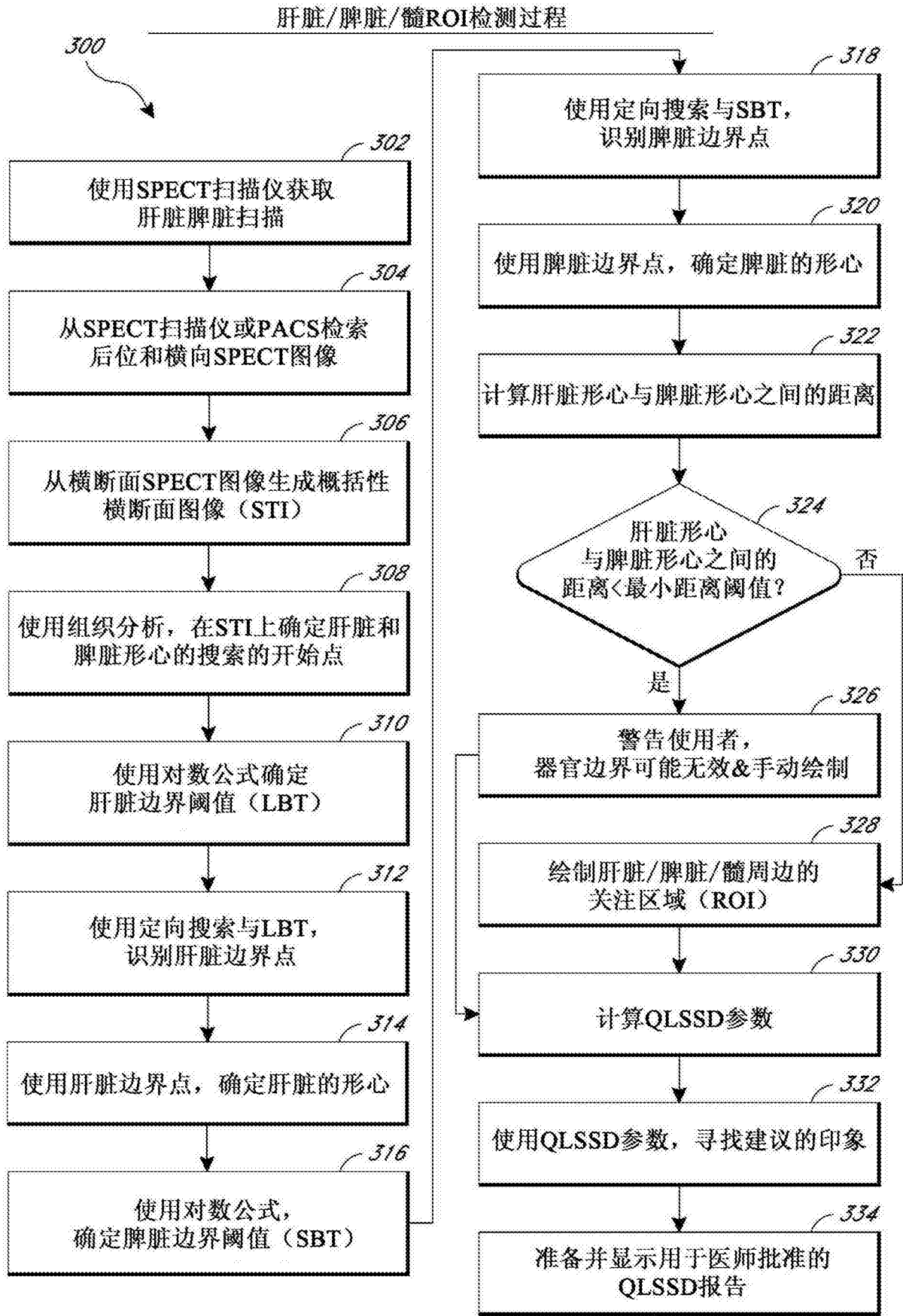


图 3

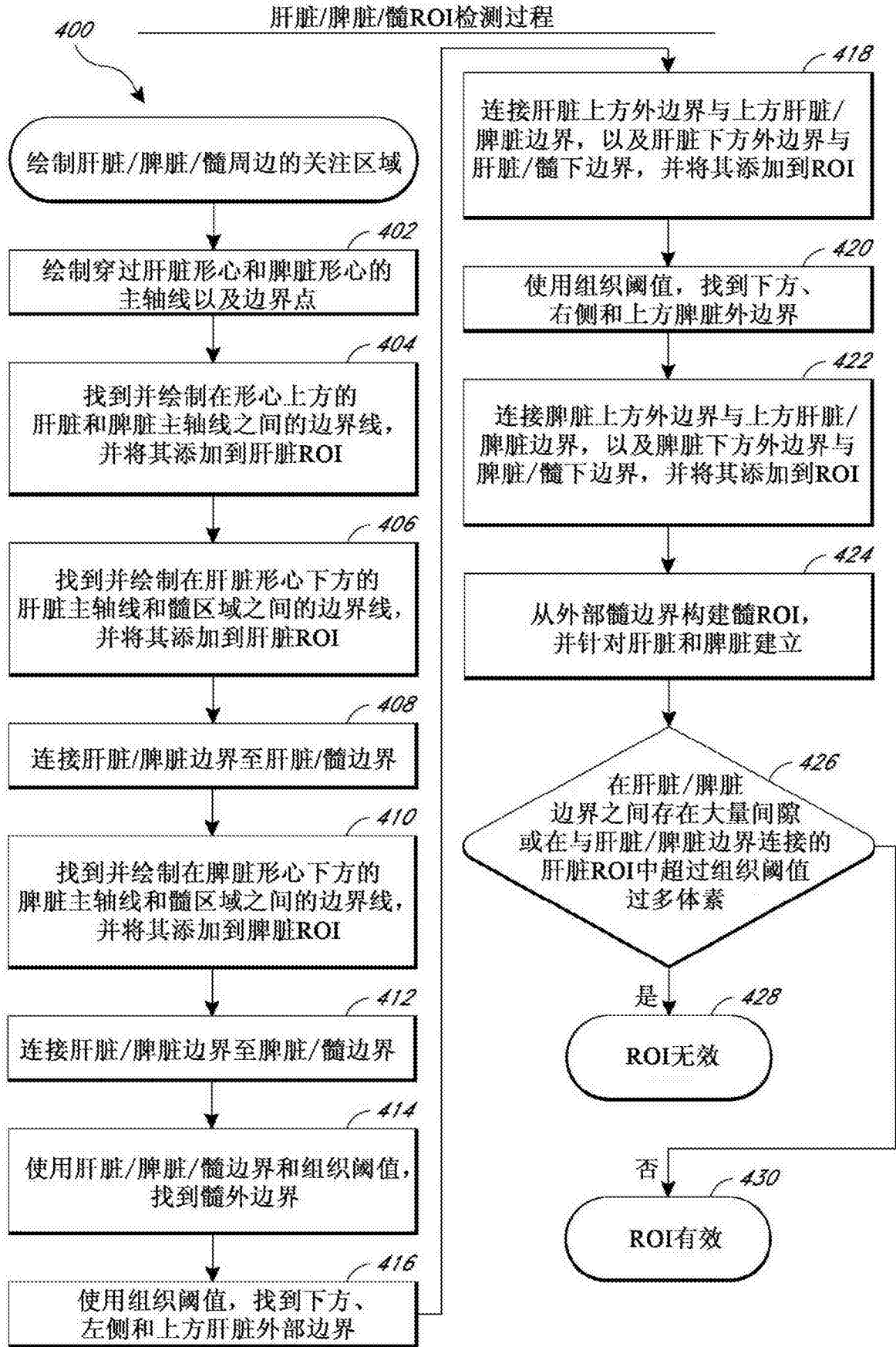


图 4

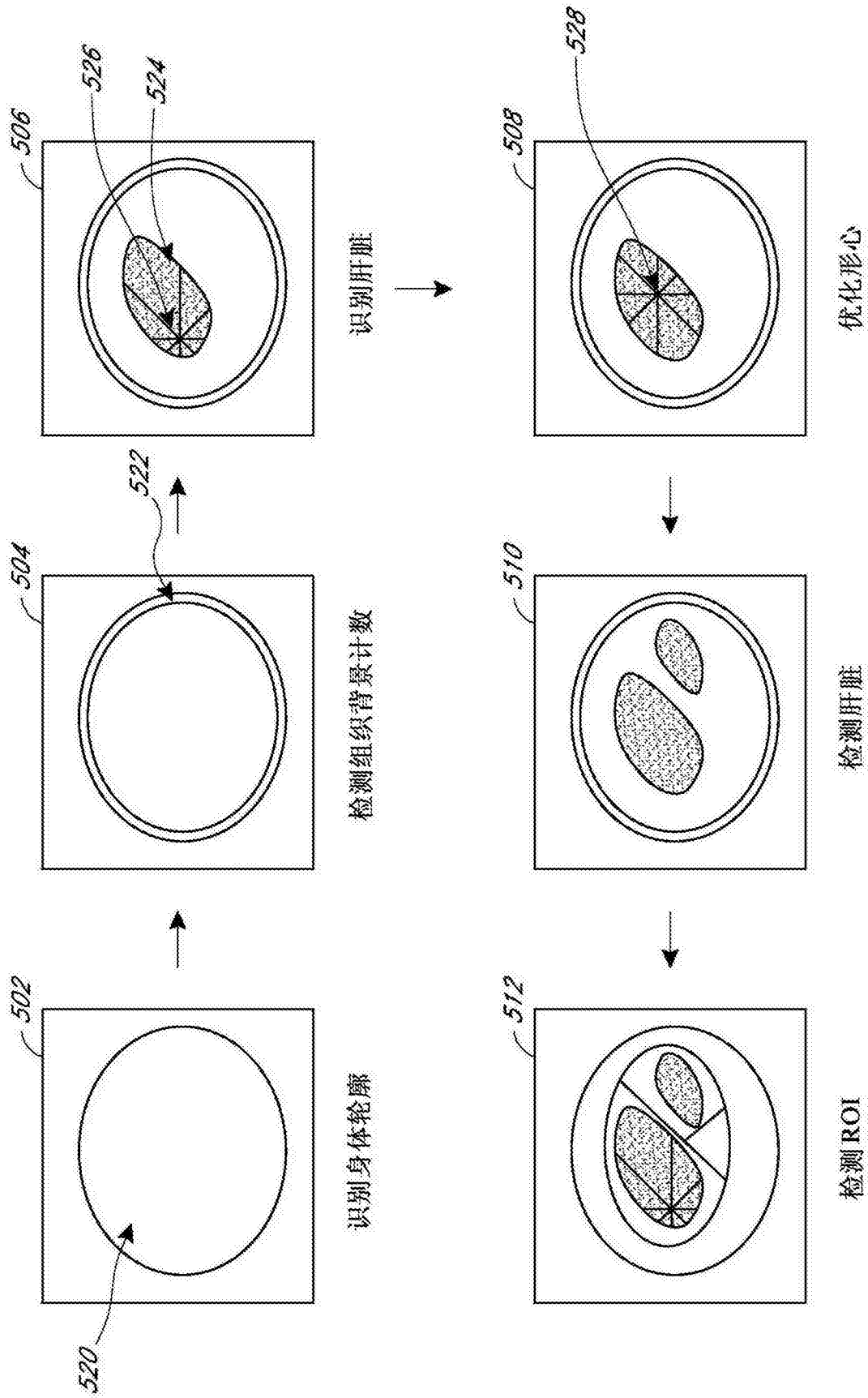


图 5

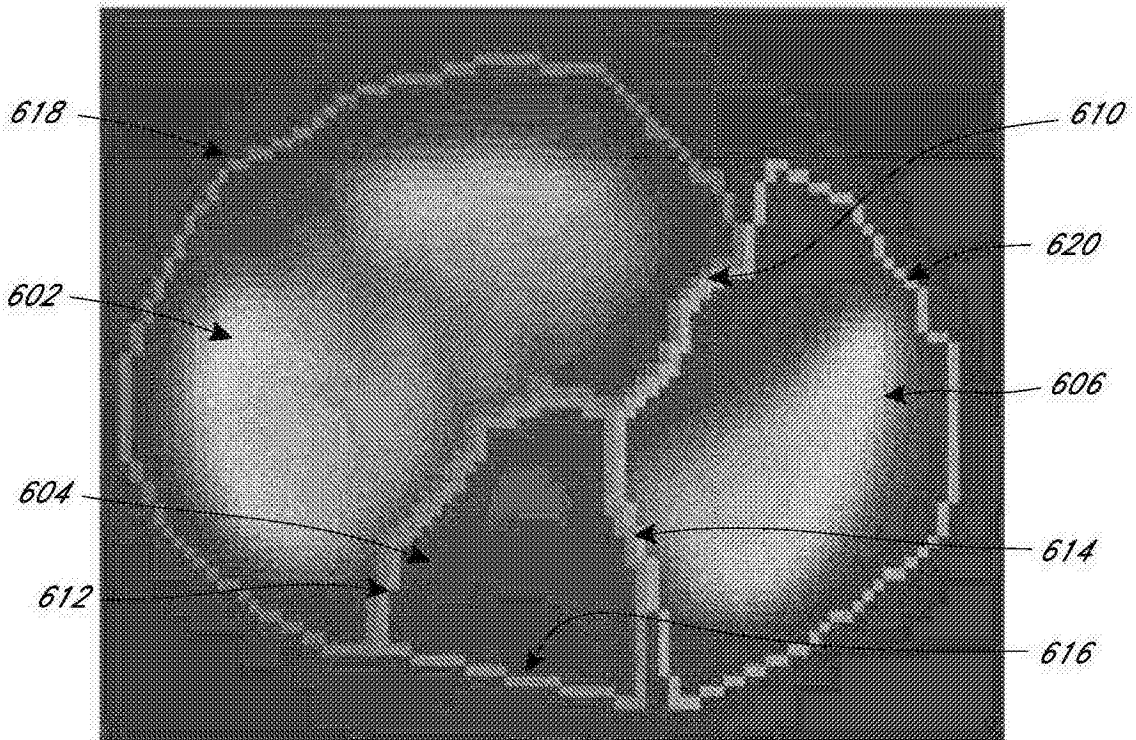


图 6

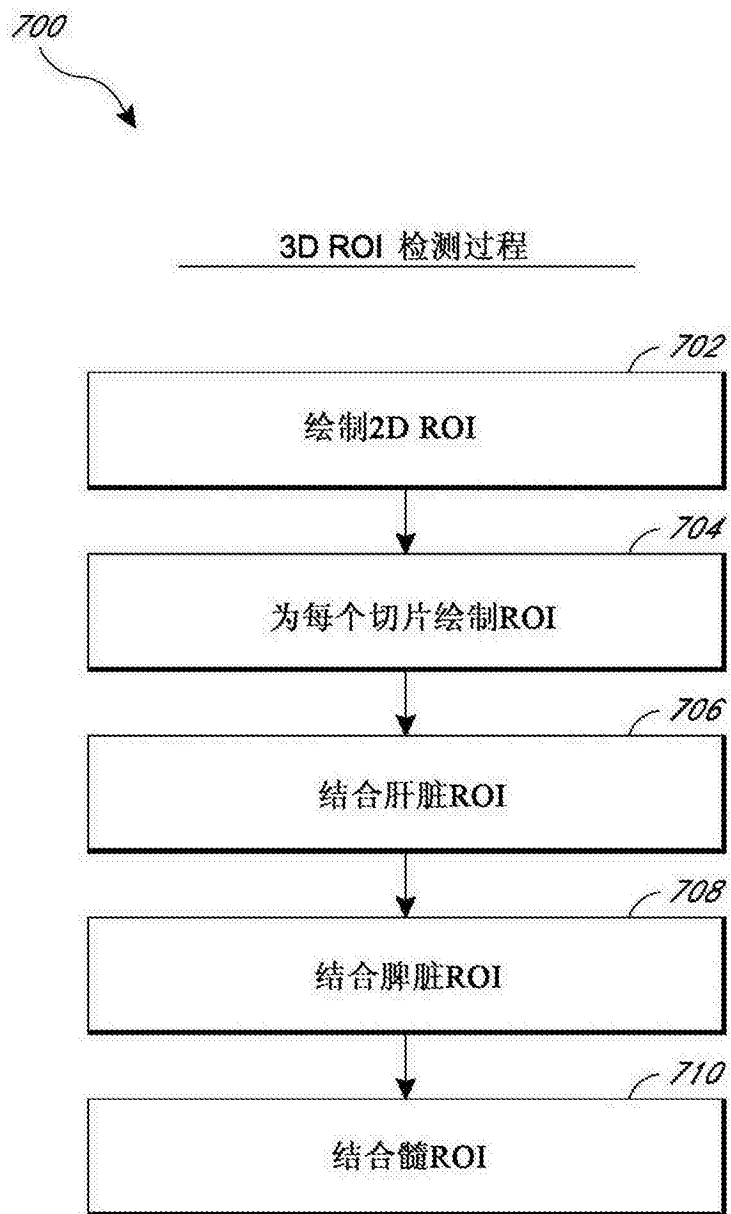


图 7

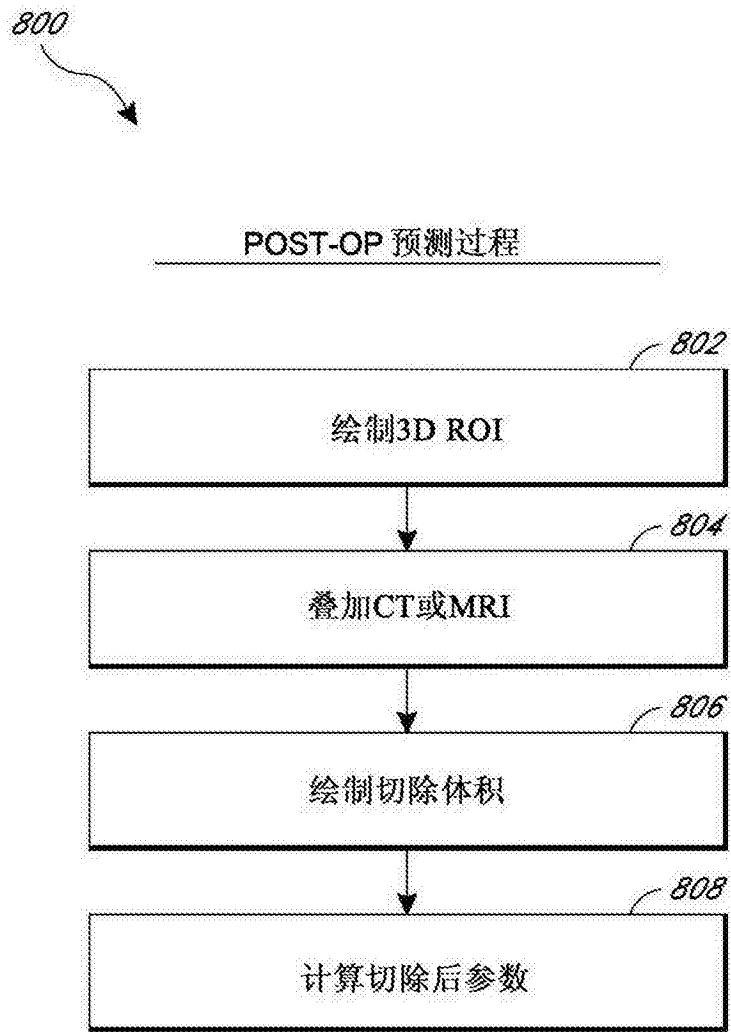


图 8

900

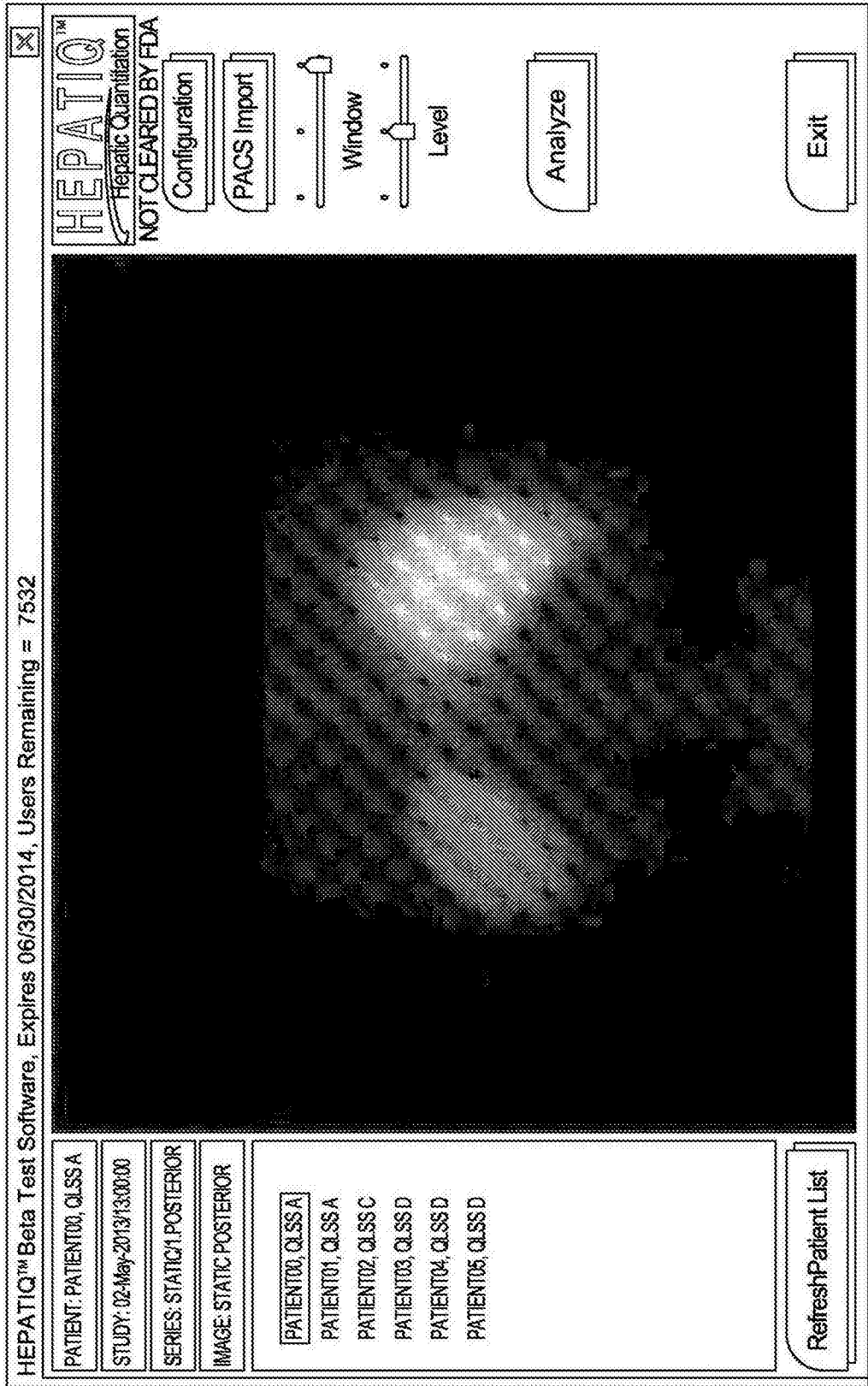


图 9

1000  
↘

**PACS Import** [Close]

Please enter the Query/Retrieve elements:

You can perform PACS queries using any combination of Q/R elements available on this PACS Import display.

Typically, the Accession Number alone is used to import a specific patient study into the QLSS Analyzer.

<u>A</u> ccession Number	Study <u>D</u> ate
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<u>P</u> atient Name	Study <u>T</u> ime
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<u>P</u> atient ID	
<input type="text"/>	

图 10

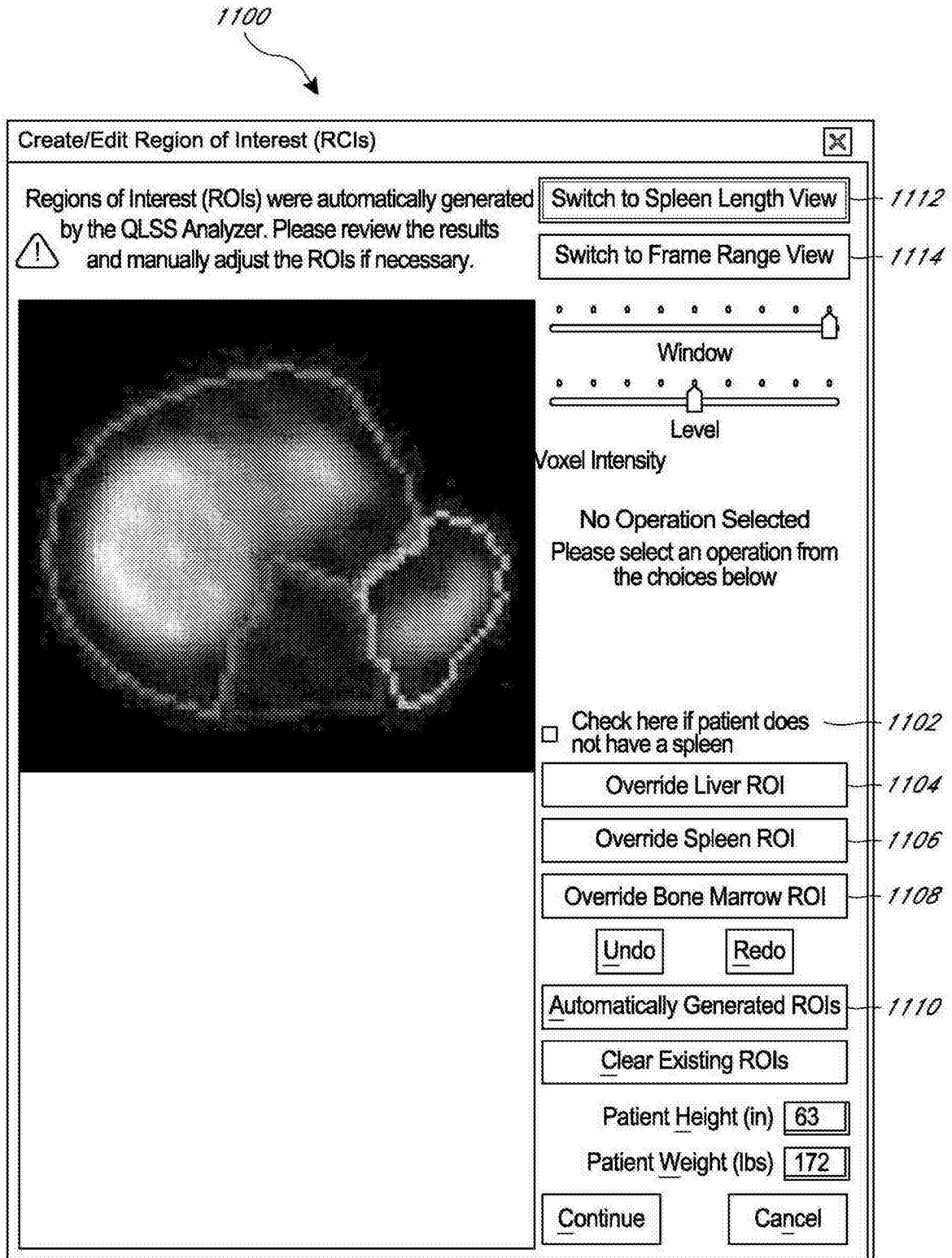


图 11

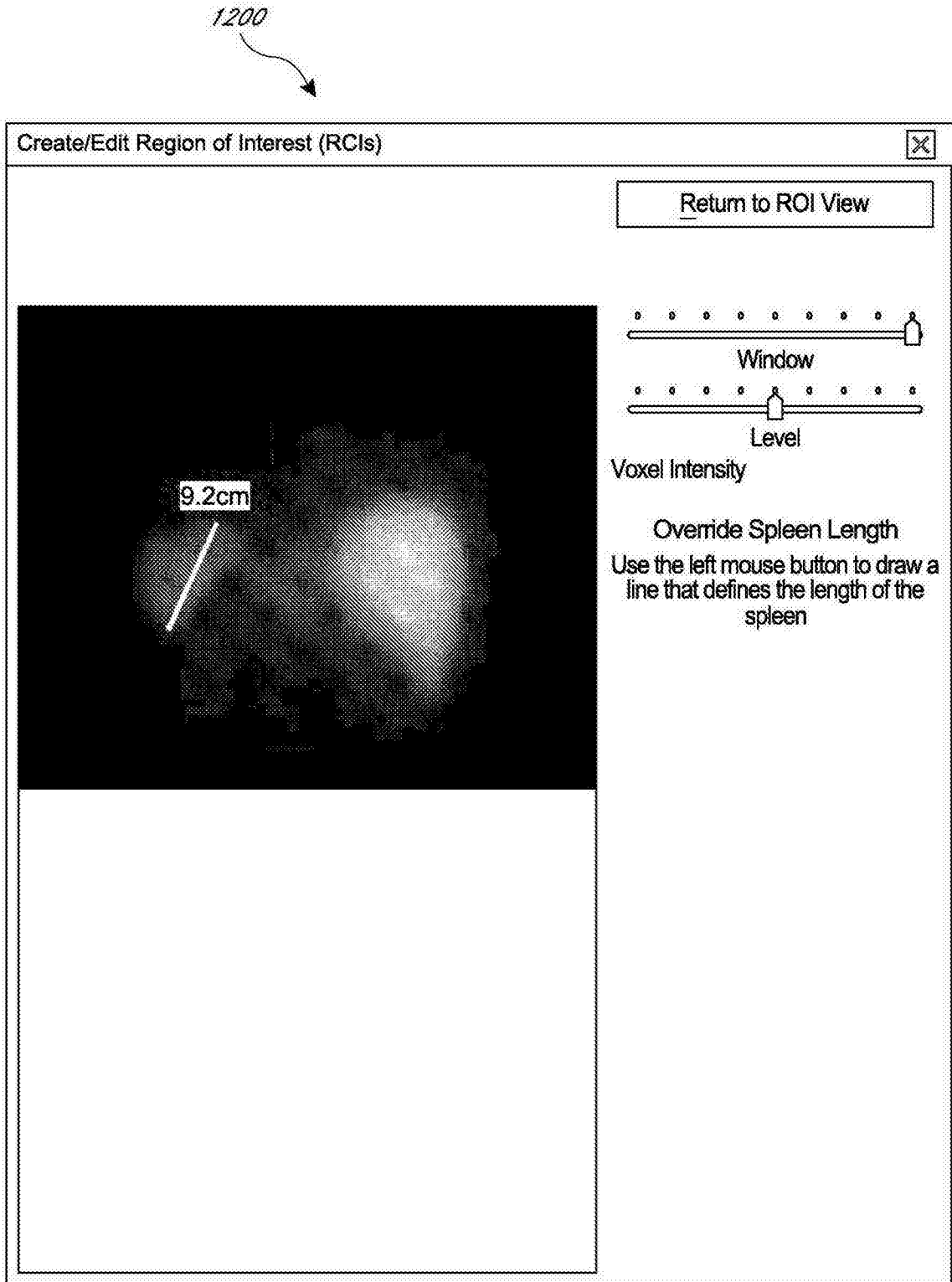


图 12

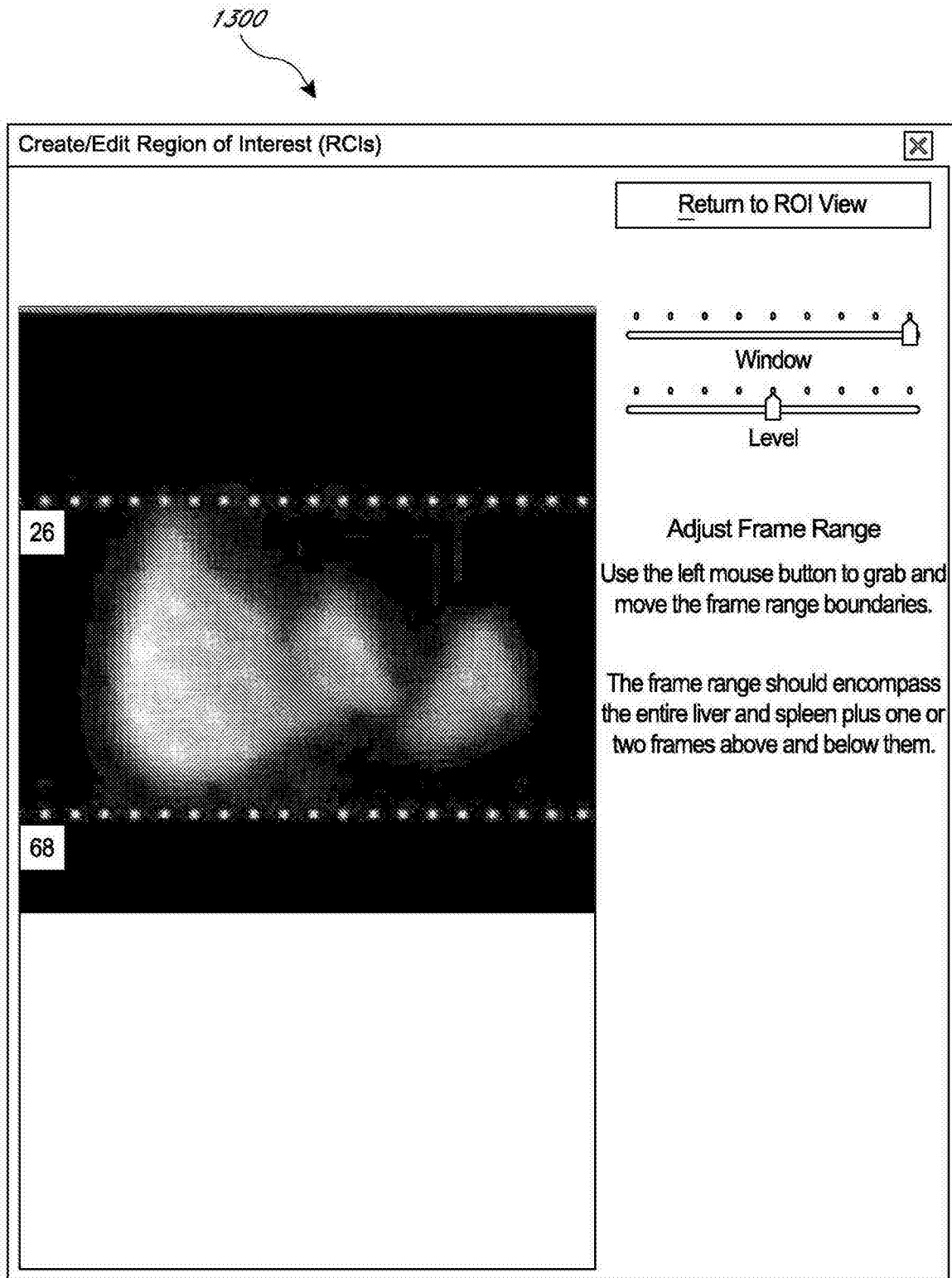


图 13

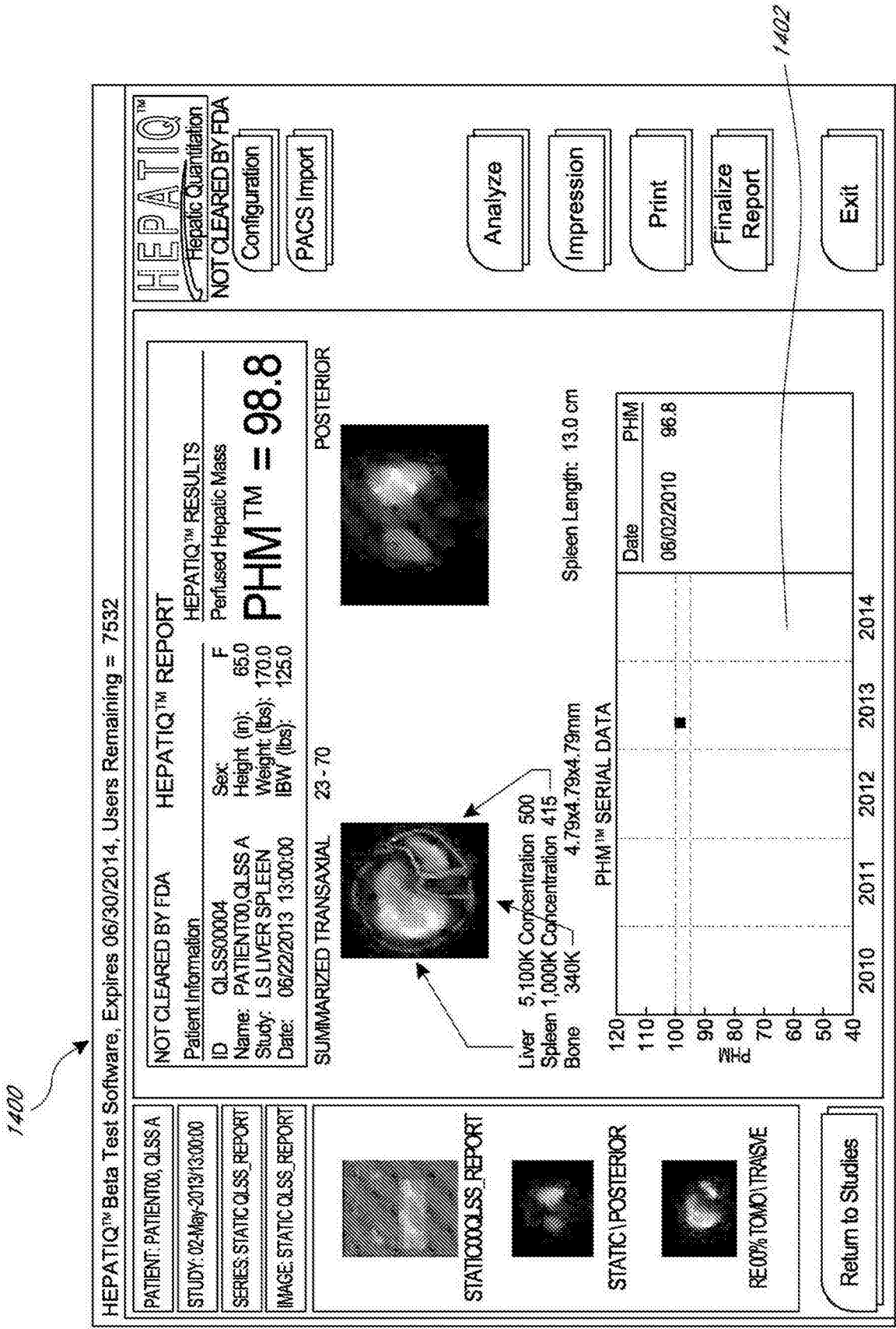


图 14

1500

The screenshot shows a window titled "Apply Impression" with a close button in the top-left corner. The window is divided into two main sections by a horizontal line labeled "OR".

**Top Section:**

- Text: "Suggested Impression: Perfused Hepatic Mass™ PHM™ Reference Ranges"
- Table:

Low-risk PHM:	> 100
Intermediate-risk PHM:	95 - 100
High-risk PHM:	< 95
- Text: "PHM = 98.8"
- Text: "Per the HAL T-C trial serial studies, patients with high-risk results for PHM had a nearly 15-fold increase in risk for clinical outcomes. Clinical outcomes included CTP progression, variceal bleeding, ascites, hepatic encephalopathy, and liver-related death."
- Buttons: "Use This Suggested Impression" (with a downward arrow) and "Cancel".

**Bottom Section:**

- Text: "Enter your own Impression:"
- Input field: A large empty rectangular box for text entry.
- Buttons: "Use This Impression" (with a downward arrow) and "Copy Suggested Impression".

图 15

1600  
↘

HEPATIQ™ Report Finalization

Finalization of the HEPATIQ™ Report will send the report to the PACS server and the report can no longer be changed.

Are you certain that you want to finalize this HEPATIQ™ Report and send it to the PACS server?

Please select or enter a physician name from the list below:

Robert Smith, MD

OR

Enter a new name that does not appear in the list:

Jackson Harcourt, MD

Cancel      Send to PACS

图 16

1700

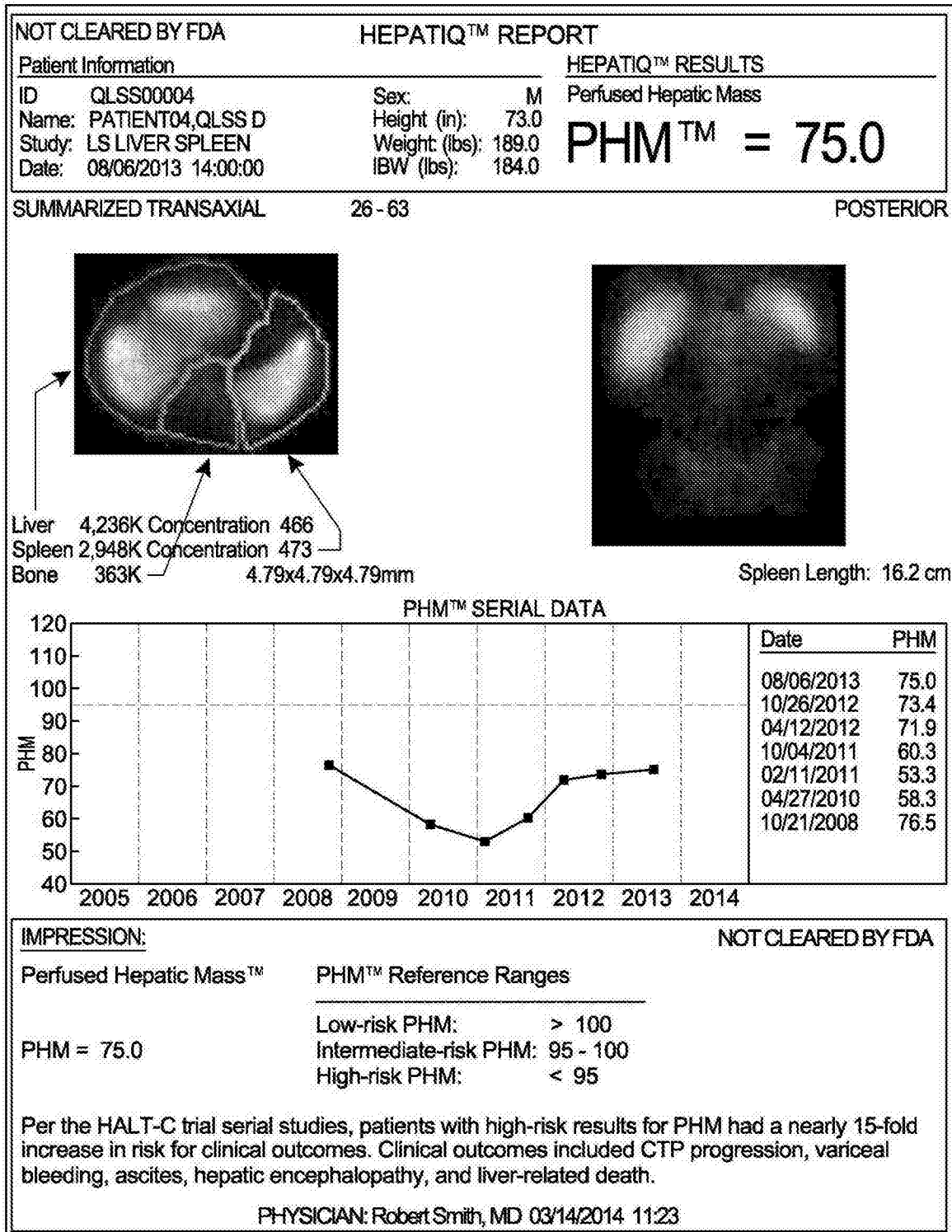


图 17

1800

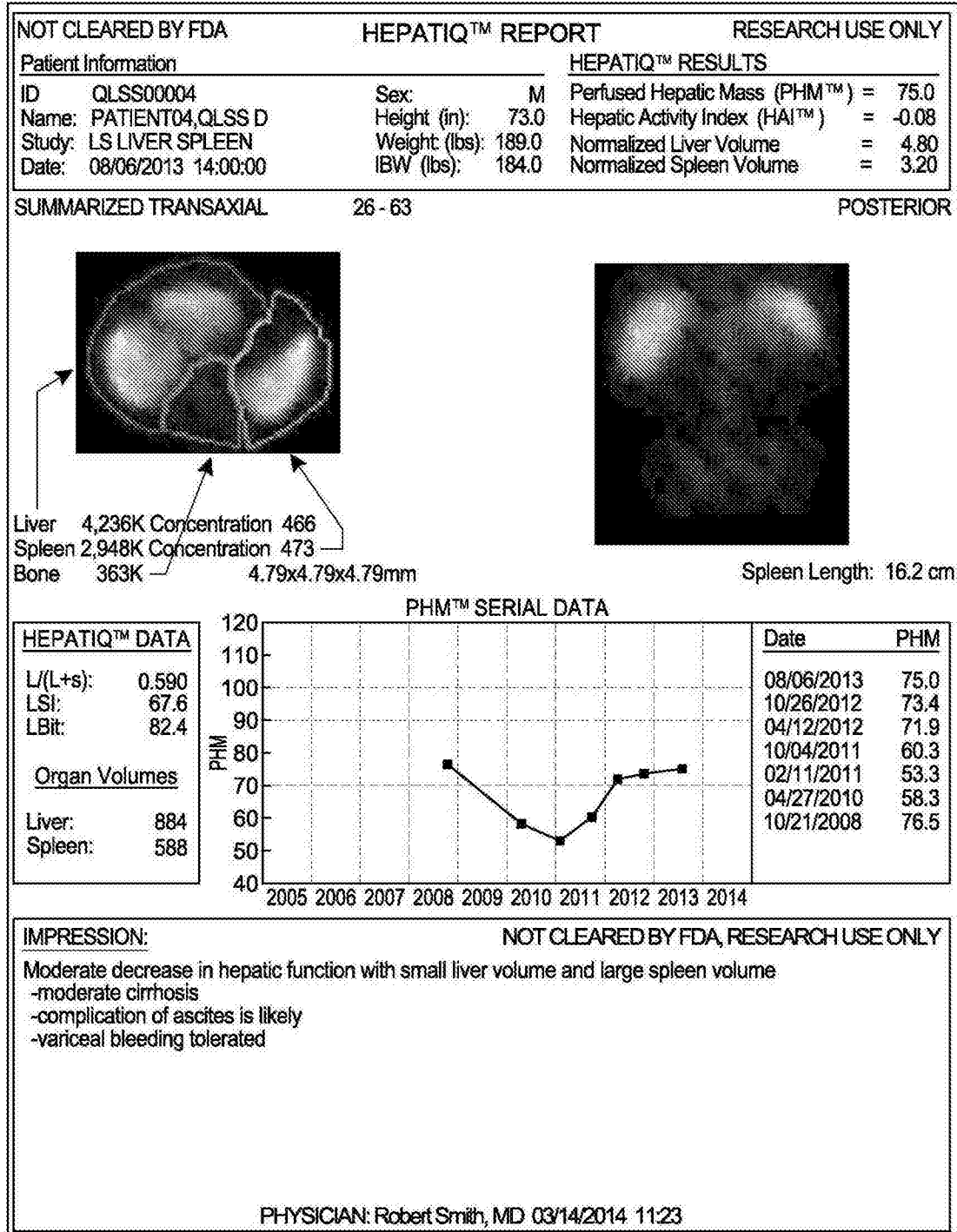


图 18

专利名称(译)	根据肝脏扫描确定肝功能的系统和方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN105431089A</a>	公开(公告)日	2016-03-23
申请号	CN201480040570.1	申请日	2014-07-16
[标]发明人	迪庞卡古什 约翰卡尔赫夫斯		
发明人	迪庞卡·古什 约翰·卡尔·赫夫斯		
IPC分类号	A61B6/03 A61B6/00 G06T7/60		
CPC分类号	A61B6/037 A61B6/469 A61B6/50 A61B6/5217 G06T7/0014 G06T2207/10108 G06T2207/30056 G16H50/30 G06T7/13 G06T7/50 A61B6/032 A61B6/481 A61B6/5205 G06F19/00 G06K9/3233 G06T7/0012 G06T2207/30008		
代理人(译)	陈鹏		
优先权	61/847313 2013-07-17 US		
其他公开文献	CN105431089B		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本文描述的系统和方法确定了用于分析患者肝脏健康状况的客观度量。在一些实施方案中，所述系统可包括可响应于对患者施用放射性化合物而检测辐射计数的扫描仪。进一步地，所述系统可包括可响应于由所述扫描仪检测的所述辐射计数而访问图像数据的图像检测模块。所述图像检测模块可能编程地从所述图像数据中识别与所述患者的肝脏对应的第一关注区域。参数计算器模块可能编程地确定与所述第一关注区域关联的第一属性，并至少部分地基于与所述第一关注区域关联的所述第一属性计算指示所述患者的所述肝脏的健康状况的第一参数。

