



(21) 申请号 202410133370.6

(22) 申请日 2024.01.31

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 117670883 A

(43) 申请公布日 2024.03.08

(73) 专利权人 中国医学科学院北京协和医院
地址 100730 北京市东城区王府井帅府园
一号

(72) 发明人 陈丽 张古沐阳 孙昊 谢焱
金征宇 许梨梨 张晓霄 张家慧
白鑫 彭倩瑜 郭二嘉 于胜会
陆晓梅

(74) 专利代理机构 北京智绘未来专利代理事务
所(普通合伙) 11689
专利代理师 张刚

(51) Int. Cl.

G06T 7/00 (2017.01)

G16H 50/20 (2018.01)

G06T 7/62 (2017.01)

G06V 10/764 (2022.01)

A61B 6/03 (2006.01)

A61B 6/50 (2024.01)

(56) 对比文件

CN 102171187 A, 2011.08.31

CN 106573983 A, 2017.04.19

US 2013041047 A1, 2013.02.14

US 2016017433 A1, 2016.01.21

US 2023092707 A1, 2023.03.23

CN 115661107 A, 2023.01.31

CN 115205588 A, 2022.10.18

US 2015110716 A1, 2015.04.23

RU 0002800817 C1, 2023.07.28

张雨墨. CT纹理特征鉴别膀胱尿路上皮癌病理级别的效能研究. 牡丹江医学院学报. 2023, 第1.2.2.3.3节.

审查员 崔海涛

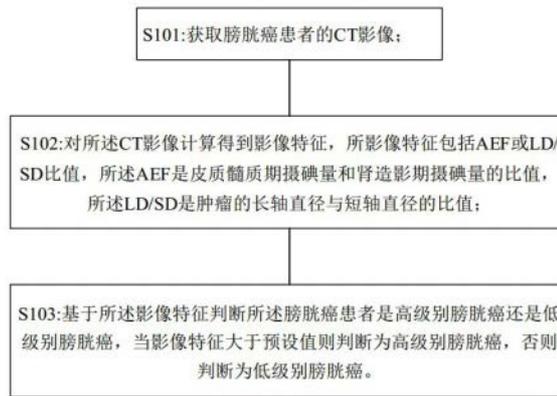
权利要求书1页 说明书11页 附图2页

(54) 发明名称

一种鉴别高低级别膀胱癌的方法、设备和系统

(57) 摘要

本发明涉及智能医疗技术领域,更具体地,涉及一种鉴别高低级别膀胱癌的方法、设备和系统,方法包括:S1:获取膀胱癌患者的CT影像;S2:对所述CT影像计算得到影像特征,所述影像特征包括AEF或LD/SD比值,所述AEF是皮质髓质期摄碘量和肾造影期摄碘量的比值,所述LD/SD是肿瘤的长轴直径与短轴直径的比值;S3:基于所述影像特征判断所述膀胱癌患者是高级别膀胱癌还是低级别膀胱癌,当影像特征大于预设值则判断为高级别膀胱癌,否则判断为低级别膀胱癌。本发明可以有效的区分高低级别膀胱癌。



1. 一种鉴别高低级别膀胱癌的方法,其特征在于,所述方法包括:

S101:获取膀胱癌患者的光谱CT影像;

S102:对所述光谱CT影像计算得到影像特征,所述影像特征包括AEF,所述AEF是皮质髓质期摄碘量和肾造影期摄碘量的比值,计算公式表示为:

$$AEF = \frac{\text{皮质髓质期摄碘量}}{\text{肾造影期摄碘量}} \times 100\%;$$

S103:基于所述AEF判断所述膀胱癌患者是高级别膀胱癌还是低级别膀胱癌,当AEF大于预设值则判断为高级别膀胱癌,否则判断为低级别膀胱癌,所述预设值基于所述AEF对高级别膀胱癌和低级别膀胱癌判断的ROC曲线选择最佳平衡点对应的值作为阈值。

2. 根据权利要求1所述的鉴别高低级别膀胱癌的方法,其特征在于,所述S103替换为S103':将所述AEF输入分类器中进行分类,根据分类器的输出判断患者是高级膀胱癌还是低级膀胱癌。

3. 根据权利要求2所述的鉴别高低级别膀胱癌的方法,其特征在于,所述分类器包括下列中的一种或几种:逻辑回归、随机森林、支持向量机、XGboost、决策树、极限学习机。

4. 根据权利要求1所述的鉴别高低级别膀胱癌的方法,其特征在于,所述光谱CT影像包括下列光谱CT影像中的一种或几种:SDCT、DL-SDCT。

5. 根据权利要求2所述的鉴别高低级别膀胱癌的方法,其特征在于,所述影像特征还包括AEF和下列特征中的一种或几种:LD/SD比值、ECV、NID-C、VNC、Zeff,同时将LD/SD比值、ECV、NID-C、VNC和Zeff中的一种或几种输入分类器中进行分类,根据分类器的输出判断患者是高级膀胱癌还是低级膀胱癌。

6. 一种鉴别高低级别膀胱癌的系统,其特征在于,所述系统包括:

数据获取单元:用于获取膀胱癌患者的光谱CT影像;

特征计算单元:用于对所述光谱CT影像计算得到影像特征,所述影像特征包括AEF,所述AEF是皮质髓质期摄碘量和肾造影期摄碘量的比值,计算公式表示为:

$$AEF = \frac{\text{皮质髓质期摄碘量}}{\text{肾造影期摄碘量}} \times 100\%;$$

判别单元:用于基于所述AEF判断所述膀胱癌患者是高级别膀胱癌还是低级别膀胱癌,当AEF大于预设值则判断为高级别膀胱癌,否则判断为低级别膀胱癌,所述预设值基于所述AEF对高级别膀胱癌和低级别膀胱癌判断的ROC曲线选择最佳平衡点对应的值作为阈值。

7. 一种鉴别高低级别膀胱癌的设备,其特征在于,包括:存储器与处理器,所述存储器用于存储程序指令;所述处理器用于调用程序指令,当程序指令被执行时实现权利要求1-5任意一项上述的一种鉴别高低级别膀胱癌的方法。

8. 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,所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1-5任意一项上述的一种鉴别高低级别膀胱癌的方法。

一种鉴别高低级别膀胱癌的方法、设备和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及智能医疗技术领域,更具体地,涉及一种鉴别高低级别膀胱癌的方法、设备、系统、计算机可读存储介质。

背景技术

[0002] 膀胱癌(bladder cancer,BCa)是泌尿道最常见的恶性肿瘤,也是全球最常见的癌症之一。根据组织学差异,BCa分为低级别或高级别肿瘤。区分低级别和高级别膀胱癌对于每个人的诊断和治疗决策至关重要高级别BCa的复发率较高,并且更有可能进展为肌肉侵犯。低级别BCa患者可以选择经尿道电切术后预防性化疗。而高级别BCa通常采用根治性膀胱切除术治疗,并需要额外静脉注射卡介苗1-3年。

[0003] 用于检测BCa的各种当代技术包括超声(US)、CT、MRI、正电子发射断层扫描-CT(positron emission tomography -CT ,PET/CT)等成像技术,以及膀胱镜检查、活检和细胞学检查。BCa治疗在很大程度上取决于病理分级,但膀胱镜、活检有时会误判。CT由于其扫描时间短、禁忌证相对较低、成本效益等优点,仍然是疑似BCa的首选影像学检查方式。术前评估CT对BCa病理分级的预测效果是可行的。常规CT可根据形态特征、强度、强化特征来评估良恶性膀胱肿瘤。但由于缺乏定量指标,很难评估BCa的病理亚型。双层CT(dual-layer-CT,DLCT)是指能够采集常规和双能序列的先进技术。在DLCT中,除了传统的亨斯菲尔德单位值之外,还可以根据每种材料在不同能量下的独特衰减特性来表征组织。双层探测器光谱CT(dual-layer spectral detector CT,DL-SDCT)利用双层探测器同时转换高能和低能X射线,并利用立体系统采集数据。因此,可以同时、各向同性、同质、同步、精确地生成更广泛的参数。此外,DL-SDCT比DLCT具有更大的降噪和图像质量优化潜力。有大量基于DL-SDCT参数的肿瘤研究。具体来说,NagayamaY等人发现非增强DL-SDCT参数有助于区分肾上腺腺瘤和非腺瘤。此外,YanZhou及其同事发现SDCT参数、细胞外体积(ECV)在预测甲状腺乳头状癌淋巴结转移方面具有重要价值。

发明内容

[0004] 尽管如此,目前尚未对基于DL-SDCT参数的BCa进行研究。因此,本研究旨在探讨DL-SDCT的常规参数和光谱参数对区分低级别和高级别BCa的诊断价值。鉴于上述高低级别膀胱癌难以区分的问题,在利用CT影像数据的基础上,本发明提出一种鉴别高低级别膀胱癌的方法,可以有效的区分高低级别膀胱癌。

[0005] 一种鉴别高低级别膀胱癌的方法,所述方法包括:

[0006] S101:获取膀胱癌患者的CT影像;

[0007] S102:对所述CT影像计算得到影像特征,所影像特征包括AEF或LD/SD比值,所述AEF是皮质髓质期摄碘量和肾造影期摄碘量的比值,所述LD/SD是肿瘤的长轴直径与短轴直径的比值;

[0008] S103:基于所述影像特征判断所述膀胱癌患者是高级别膀胱癌还是低级别膀胱

癌,当影像特征大于预设值则判断为高级别膀胱癌,否则判断为低级别膀胱癌。

[0009] 进一步,基于所述AEF和LD/SD判断所述膀胱癌患者是高级别膀胱癌还是低级别膀胱癌。

[0010] 进一步,所述S103替换为S103':将所述影像特征输入分类器中进行分类,根据分类器的输出判断患者是高级膀胱癌还是低级膀胱癌。

[0011] 进一步,所述分类器包括下列中的一种或几种:逻辑回归、随机森林、支持向量机、XGboost、决策树、极限学习机。

[0012] 进一步,所述CT影像包括下列CT影像中的一种或几种:常规CT、增强CT、螺旋CT、多层次CT、SDCT、DL-SDCT、CT血管造影。

[0013] 进一步,所述影像特征还包括AEF和/或LD/SD比值,和下列特征中的一种或几种:ECV、NID-C、VNC、Zeff。

[0014] 进一步,所述预设值基于所述AEF或LD/SD对高级别膀胱癌和低级别膀胱癌判断的ROC曲线选择最佳平衡点对应的值作为阈值。

[0015] 一种鉴别高低级别膀胱癌的系统,所述系统包括:

[0016] 数据获取单元:用于获取膀胱癌患者的CT影像;

[0017] 特征计算单元:用于对所述CT影像计算得到影像特征,所影像特征包括AEF或LD/SD比值,所述AEF是皮质髓质期摄碘量和肾造影期摄碘量的比值,所述LD/SD是肿瘤的长轴直径与短轴直径的比值;

[0018] 判别单元:用于基于所述影像特征判断所述膀胱癌患者是高级别膀胱癌还是低级别膀胱癌,当影像特征大于预设值则判断为高级别膀胱癌,否则判断为低级别膀胱癌。

[0019] 一种鉴别高低级别膀胱癌的设备,包括:存储器与处理器,所述存储器用于存储程序指令;所述处理器用于调用程序指令,当程序指令被执行时实现任意一项上述的一种鉴别高低级别膀胱癌的方法。

[0020] 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现任意一项上述的一种鉴别高低级别膀胱癌的方法。

[0021] 本申请的优势:

[0022] 1.本申请提出采用AEF或LD/SD的值区分高低级别的膀胱癌,该方法基于定量的指标判断,相较于膀胱镜检查、活检和细胞学检查、放射科医生的诊断结果表现出更优质的诊断性能,对同一病例的诊断结果的变异性较低,诊断结果具备较好的信度。

[0023] 2.本申请通过结合光谱参数和形态参数进行诊断,对高低级别膀胱癌的区分效果更好。

[0024] 3.本申请通过测量ECV、NID-C、VNC、Zeff,用于辅助区分高级别膀胱癌和低级别膀胱癌。

附图说明

[0025] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获取其他的附图。

- [0026] 图1为本发明实施例提供一种鉴别高低级别膀胱癌的方法流程示意图；
- [0027] 图2为本发明实施例提供一种鉴别高低级别膀胱癌的系统示意图；
- [0028] 图3为本发明实施例提供的一种鉴别高低级别膀胱癌的设备示意图。

具体实施方式

[0029] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,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。

[0030] 在本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的描述的一些流程中,包含了按照特定顺序出现的多个操作,但是应该清楚了解,这些操作可以不按照其在本文中出现的顺序来执行或并行执行,操作的序号如S101、S102等,仅仅是用于区分各个不同的操作,序号本身不代表任何的执行顺序。另外,这些流程可以包括更多或更少的操作,并且这些操作可以按顺序执行或并行执行。需要说明的是,本文中的“第一”、“第二”等描述,是用于区分不同的消息、设备、模块等,不代表先后顺序,也不限定“第一”和“第二”是不同的类型。

[0031] 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,本领域技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获取的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0032] 图1为本发明实施例提供一种鉴别高低级别膀胱癌的方法流程示意图,具体地,所述方法包括如下步骤:

[0033] S101:获取膀胱癌患者的CT影像;

[0034] 在一个实施例里,所述CT影像包括下列CT影像中的一种或几种:常规CT、增强CT、螺旋CT、多层次CT、SDCT、DL-SDCT、CT血管造影。

[0035] 所述DL-SDCT采用一种新颖的双层立体探测器扫描技术,将高、低能两组数据通过投影数据域解析,可以同时生成常规的CT图像(混合能量)和光谱图像,包括虚拟单能量图(virtual monoenergetic image, VMI)、碘密度图、虚拟平扫图(virtual non-contrast, VNC)、有效原子序数(Z-efficient)图等。DL-SDCT在光谱扫描常规化的同时,真正实现了空间和时间的完全统一,为内脏成像提供了理想条件,创造了潜在的临床价值。

[0036] 在一个具体的实施例中,经患者选择机构审查委员会批准进行了基于双层探测器光谱CT(DL-SDCT)的研究,并免除了知情同意的要求(伦理批准号:I-22PJ887)。自2017年10月至2019年10月,符合以下标准的患者被纳入研究:(1)接受经尿道膀胱肿瘤切除术(TURBT)或根治性膀胱切除术并经病理证实的BCa的患者,(2)术前可进行CT尿路造影(CTU)术前20天内使用双层探测器光谱CT。如果出现以下情况,患者将被排除:(1)BCa合并其他肿瘤的患者(n=4);(2)术前接受过治疗,包括化疗或放疗(n=5);(3)由于病变尺寸小或不可见而无法评估(n=9)和(4)CTU图像质量差(例如伪影或膀胱充盈不满意)(n=8)。CT协议DL-SDCT(IQon光谱探测器CT, Philips Healthcare)系统用于执行所有检查,检查覆盖整个腹部和骨盆。检查后获得四相的图像,包括非增强期、皮质髓质期、肾造影期和排泄期。检查在120kV的管电位和64.0mm×0.625mm的探测器配置下进行。静脉注射100mL非离子造影剂(Ultravis370, Bayer Schering Pharma AG),然后以4-4.5mL/s的速率注射100mL盐水追踪器进行增强扫描。重建切片厚度为1mm,光谱重建级别设置为3,增量为1mm,获得光谱数据库

图像数据集。

[0037] 当进行四相CT扫描时,每个时期提供了特定的信息:非增强期(Non-enhanced Phase)是最初的扫描,无对比剂注入,提供了基本的组织结构信息,可检测囊肿、结石等非增强状态下的异常。皮质髓质期(Corticomedullary Phase)大约在对比剂注入后20秒到30秒之间扫描,在此时期,皮质和髓质区域的对比度增加,有助于检测肾实质的病变,如肿瘤或炎症。肾造影期(Nephrographic Phase):在皮质髓质期后进行,通常在对比剂注入后70秒到90秒之间,这个时期的扫描提供了肾单位的良好对比度,有助于检测肾小球疾病或其他肾实质的异常。排泄期(Excretory Phase)在肾造影期后进行,大约在对比剂注入后3分钟到5分钟之间,这个时期主要用于评估尿路系统,包括肾盂、输尿管和膀胱。有助于检测结石、梗阻或其他与尿液排泄相关的问题。

[0038] 在一个具体实施例中,最终研究队列由64名患者组成,平均年龄为 64 ± 11 岁(39-83岁),其中高级别组42名,低级别组22名。其中男性46名(64 ± 11 岁;39-83岁),女性18名(64 ± 10 岁;41-79)。患者的临床特征见表1。

[0039] 表1 患者的临床特征

| 临床特征 | 人数(%) |
|-------|----------|
| 性别 | |
| 男 | 18(28.1) |
| 女 | 46(71.9) |
| 年龄(岁) | |
| <50 | 8(12.5) |
| 50-60 | 8(12.5) |
| 60-70 | 30(46.9) |
| >70 | 18(28.1) |
| 病理学级别 | |
| 高级别 | 42(65.6) |
| 低级别 | 22(34.4) |

[0040] S102:对所述CT影像计算得到影像特征,所影像特征包括AEF或LD/SD比值,所述AEF是皮质髓质期摄碘量和肾造影期摄碘量的比值,所述LD/SD是肿瘤的长轴直径与短轴直径的比值;

[0042] 在一个实施例中,基于AEF判断所述膀胱癌患者是高级别膀胱癌还是低级别膀胱癌。

[0043] 在一个实施例中,基于LD/SD判断所述膀胱癌患者是高级别膀胱癌还是低级别膀胱癌。

[0044] 在一个实施例中,基于AEF和LD/SD判断所述膀胱癌患者是高级别膀胱癌还是低级别膀胱癌。

[0045] 在一个实施例中,使用飞利浦光谱诊断套件9.0工作站对DL-SDCT影像进一步分

析。

[0046] 在一个具体实施例中,采集到的图像分析由2名放射科医生(分别具有4年和8年腹部成像经验,但对病理结果不知情)进行。通过描绘感兴趣区域(ROI)来进行定量测量。沿着病灶内部边缘勾画感兴趣区(ROI),并使用复制粘贴功能确保所有ROI的大小、形状和位置相同。当存在多个病灶时,选择最大的病灶进行数据测量。

[0047] 在一个具体实施例中,在常规CT图像上绘制形态参数(包括位置、直径、边缘、生长模式、钙化和其他特征)。测量肾造影期肿瘤的长轴直径(LD)和短轴直径(SD)。测量皮质髓质期(HU-C)、肾造影期(HU-N)和排泄期(HU-E)的CT值。

[0048] 在一个具体实施例中,光谱CT参数测量如下:

[0049] 1) 碘密度(iodine density, ID)图像:专用工作站生成肿瘤和主动脉的ID图像。在两个肾门的同一水平处测量主动脉内径(ID-aorta)。为了尽量减少个体循环状态和扫描次数的影响,将肿瘤的ID值标准化为主动脉肺窗水平的主动脉ID值,以计算NID:

$$[0050] \quad NID - C = \frac{\text{皮质髓质期肿瘤的ID}}{\text{皮质髓质期主动脉ID}}$$

$$[0051] \quad NID - N = \frac{\text{肾造影期肿瘤的ID}}{\text{肾造影期主动脉ID}}$$

$$[0052] \quad NID - E = \frac{\text{排泄期肿瘤的ID}}{\text{排泄期主动脉ID}}$$

[0053] 2) 动脉增强分数(arterial enhancement fraction, AEF):

$$[0054] \quad AEF = \frac{\text{皮质髓质期摄碘量}}{\text{肾造影期摄碘量}} \times 100\%$$

[0055] 3) 细胞外体积(extracellular volume, ECV):

$$[0056] \quad ECV = (1 - \text{血细胞比容}) \times NID - N \times 100\%$$

[0057] 其中,血细胞比容来自血红蛋白测量的结果,所述血红蛋白测量与所述DL-SDCT扫描的时间间隔在0-7天内。

[0058] 4) 光谱CT-单能量(40和80keV):光谱曲线的斜率定义为40和80keV处的CT值之差除以能量差(80-40),根据以下公式计算:

$$[0059] \quad l = \frac{CT_{80} - CT_{40}}{80 - 40}$$

[0060] 其中, l 表示光谱曲线斜率。

[0061] 5) 虚拟平扫(virtual non-contrast, VNC)图像和Z有效(Z effective, Zeff)图像:专用工作站根据肾造影期生成VNC图像和Zeff图像。

[0062] 光谱CT虚拟平扫(virtual non-contrast, VNC)采用物质分离技术,可去除增强扫描图像中碘基质在CT值中的权重,生成与常规真实平扫(true non-contrast, TNC)类似的图像,简化扫描流程,降低辐射剂量。DL-SDCT在混合能量X线扫描中实现高低能级的精准分离,并可基于光谱基图像(spectral based images, SBI),实现多时相CT光谱数据

的回顾性分析。

[0063] 在一个实施例中,使用频率和百分比(N,%)描述分析分类常规CT参数,并使用卡方或Fisher精确检验测试组间差异。

[0064] 在一个实施例中,使用中位数(Q1、Q3)(IQR)描述连续的常规CT参数,并使用Mann-Whitney U检验测试组间差异。

[0065] 在一个实施例中,正态分布数据的光谱CT参数表示为平均值±标准差(SD),非正态分布数据表示为中位数(第25-第75百分位数)。

[0066] 在一个实施例中,采用单变量衰退分析来分析光谱CT参数的显著性。

[0067] 在一个实施例中,对重要的光谱CT参数进行多变量逻辑回归以获得BCa组织学分级的独立预测因子。

[0068] 在一个实施例中,使用受试者工作特征(ROC)曲线、曲线下面积(AUC)、准确性、敏感性、特异性、阳性预测值(PPV)、阴性预测值(NPV)、阳性似然比(+LR)和阴性似然比(-LR)对照病理诊断金标准评估参数的诊断性能。

[0069] 在一个实施例中,临界值用于确定病理阳性结果。

[0070] 在一个实施例中,还进行决策曲线分析(DCA)以确定每个单独参数和组合参数的净效益。

[0071] 在一个实施例中,采用Kappa和组内相关系数(ICC)检验来检验两位放射科医生测量结果的一致性。

[0072] 在一个实施例中,所有统计分析均使用R(版本4.3.1)和GraphPadPrism(版本9.0)进行。

[0073] 在一个实施例中,双尾 $p < 0.05$ 表示统计显著性。

[0074] 常规CT参数评估的常规CT参数包括:位置、直径、边缘、生长模式、是否存在多个病灶、是否存在钙化以及CT值。

[0075] 在一个具体实施例中,肿瘤位置分布如下:后壁(n=14,21.9%)、侧壁(n=30,46.9%)、前顶壁(n=10,15.6%)和输尿管口(n=10,15.6%)。边缘分为边界明确(n=15,23.4%)或边界不明确(n=49,76.6%)。生长模式分为宽基数(n=47,73.4%)或窄基数(n=17,26.6%)。多发病变19例(n=19,29.7%),其余为单发病变(n=45,70.3%)。有钙化11例(n=11,17.2%),无钙化53例(n=53,82.8%)。观察并计算CT值、LD、SD、LD/SD比值等定量参数。单因素分析显示,高级别和低级别肿瘤的LD/SD比值差异显著($P < 0.05$)。至于其他CT特征,高级别和低级别之间没有显著差异。表2显示了常规CT参数的单变量分析。

[0076] 表2 常规CT参数的单元素分析

| | Low-grade | High-grade | P Value |
|-----------------------------|-------------------|--------------------|----------------|
| | n = 22 | n = 42 | |
| 位置 (%) | | | .07 |
| 后壁(posterior wall) | 8 (36.4) | 6 (14.3) | |
| 侧壁(lateral wall) | 6 (27.3) | 24 (57.1) | |
| 前顶壁(anterior parietal wall) | 3 (13.6) | 7 (16.7) | |
| 输尿管口(ureteral orifice) | 5 (22.7) | 5 (11.9) | |
| 边缘(%) | | | .30 |
| 边界明确 | 3 (13.6) | 12 (28.6) | |
| 边界不明确 | 19 (86.4) | 30 (71.4) | |
| 生长模式(%) | | | .70 |
| 宽基数 | 15 (68.2) | 32 (76.2) | |
| 窄基数 | 7 (31.8) | 10 (23.8) | |
| 钙化(%) | | | .23 |
| 无钙化 | 16 (72.7) | 37 (88.1) | |
| 有钙化 | 6 (27.3) | 5 (11.9) | |
| 多重性(%) | | | .55 |
| 多重 | 17 (77.3) | 28 (66.7) | |
| 单个 | 5 (22.7) | 14 (33.3) | |
| HU-C | 68.1 [52.4, 82.0] | 77.6 [65.0, 111.8] | .064 |
| HU-N | 78.3 [69.3, 91.0] | 88.3 [75.2, 102.9] | .093 |
| HU-E | 65.9 [56.9, 87.9] | 73.8 [50.7, 91.2] | .64 |
| LD | 18.2 [14.8, 22.1] | 21.9 [17.5, 28.0] | .097 |
| SD | 11.2 [10.2, 17.7] | 12.9 [8.5, 16.6] | .88 |
| LD / SD | 1.4 [1.2, 1.7] | 1.6 [1.4, 1.9] | .045 |

[0077] HU-C, HU-N, HU-E分别表示皮质髓质期、肾造影期、排泄期的哈尔斯菲尔德单位；LD 表示肿瘤的长轴直径；SD 表示肿瘤的短轴直径；LD/SD 表示肿瘤的长轴直径与短轴直径的比值。

[0078] 在一个实施例中,观察光谱CT参数并计算定量光谱CT参数。如表3所示,单因素 Logistic回归结果显示,AEF、ECV、NID-C、VNC、Zeff图像值与肿瘤分级显著相关(P=0.001~0.048)。如表4所示,光谱参数多因素logistic回归分析显示,两组AEF差异显著(P=0.006)。AEF是肿瘤分级的独立预测因子,优势比(OR)95%CI为1.1(1.0,1.1)。

[0079] 表3 光谱参数的单因素logistic回归分析

| | 估计值 | 标准差 | z 值 | OR (95%CI) | P 值 |
|--------------|--------|-------|--------|------------------------------------|------|
| [0081] AEF | 0.096 | 0.030 | 3.245 | 1.1 (1.0,1.2) | .001 |
| ECV | 0.096 | 0.040 | 2.415 | 1.1 (1.0,1.2) | .016 |
| NID-C | 14.050 | 5.818 | 2.415 | 1264426.3 (14.1,113300016111.3) | .016 |
| NID-D | 1.024 | 0.635 | 1.612 | 2.8 (0.8,9.7) | .12 |
| NID-E | 1.340 | 1.359 | 0.986 | 3.8 (0.3,54.8) | .32 |
| VNC | 0.056 | 0.028 | 1.981 | 1.1 (1.0,1.1) | .048 |
| 40kev/100kev | -0.044 | 0.408 | -0.108 | 1.0 (0.4,2.1) | .91 |
| Zeff | 2.403 | 1.085 | 2.214 | 11.1 (1.3,92.8) | .027 |

[0082] 表4 光谱参数的多因素logistic回归

| | 估计值 | 标准差 | z 值 | OR (95%CI) | P 值 |
|------------|-------|-------|-------|-------------------|------|
| [0083] AEF | 0.080 | 0.029 | 7.441 | 1.1 (1.0,1.1) | .006 |
| ECV | 0.064 | 0.078 | 0.666 | 1.1 (0.9,1.2) | .42 |
| NID-C | 1.562 | 4.890 | 0.102 | 4.8 (0.0,69215.5) | .75 |
| VNC.N | 0.047 | 0.052 | 0.824 | 1.0 (0.9,1.2) | .36 |
| Zeff | 1.096 | 1.929 | 0.323 | 3.0 (0.1,131.2) | .57 |

[0084] 常规和光谱CT参数的诊断性能2组各定量参数及组合定量参数的AUC、灵敏度、特异度、PPV、NPV见表5。

[0085] 表5 参数的组间诊断效能

| 参数 | AEF | LD/SD | AEF + LD/SD |
|--------------|-------------------|------------------|-------------------|
| AUC (95% CI) | 0.863 (0.78-0.95) | 0.654(0.52-0.79) | 0.887 (0.81-0.96) |
| 阈值 | 36.30% | 1.50 | -- |
| 真阳性(n) | 34 | 39 | 36 |
| 假阳性(n) | 9 | 20 | 7 |
| 真阴性(n) | 13 | 2 | 15 |
| 假阴性(n) | 8 | 3 | 6 |
| 敏感性(%) | 61.9 | 40.0 | 71.4 |
| 特异性(%) | 79.1 | 66.1 | 83.7 |
| 阳性预测值(%) | 59.1 | 9.1 | 68.2 |
| 阴性预测值(%) | 81.0 | 92.9 | 85.7 |
| 准确率(%) | 73.4 | 64.1 | 79.7 |
| 正似然比 | 2.958 | 1.180 | 4.388 |
| 负似然比 | 0.482 | 0.908 | 0.341 |

[0087] 95% CI 表示 95% 置信区间; LD 表示肿瘤的长轴直径; SD 表示肿瘤的短轴直径; LD/SD 表示肿瘤的长轴直径与短轴直径的比值; AUC, 受试者操作曲线下的面积。

[0088] 在一个具体实施例中,各参数与组合AUC比较,差异有统计学意义(P<0.05)。AEF的AUC(AUC无癫痫病=0.863)高于LD/SD(AUCLD/SD型=0.654),敏感性、特异性、准确性、阳性预

测值、阴性值分别为61.9%、79.1%、73.4%，59.1%、81.0%。当光谱CT参数与常规CT参数组合时，组合参数的诊断性能优于单一参数(AUC: AEF+LD/SD系列=0.887)，敏感性、特异性、准确性、阳性预测值和预测反应组的阴性值分别为71.4%、83.7%、79.7%、68.2%、85.6%和35.7%，也是最大的净效益。这表明结合光谱CT参数可以提高传统CT在肿瘤病理分级中的诊断性能。

[0089] 在一个具体实例中，读者间协议两个读者组之间主观特征的成对一致性范围为($\kappa=0.707$)到($\kappa=0.913$) (两位审稿人 $P<0.05$)。

[0090] S103: 基于所述影像特征判断所述膀胱癌患者是高级别膀胱癌还是低级别膀胱癌，当影像特征大于预设值则判断为高级别膀胱癌，否则判断为低级别膀胱癌。

[0091] 在一个实施例中，所述预设值基于所述AEF或LD/SD对高级别膀胱癌和低级别膀胱癌判断的ROC曲线选择最佳平衡点对应的值作为阈值。

[0092] 在一个实施例中，将S103替换为S103'：将所述影像特征输入分类器中进行分类，根据分类器的输出判断患者是高级膀胱癌还是低级膀胱癌。

[0093] 在一个实施例中，所述分类器包括下列中的一种或几种：逻辑回归、随机森林、支持向量机、XGboost、决策树、极限学习机。

[0094] 在一个具体实施例中，获取膀胱癌患者的CT影像，对所述CT影像计算得到影像特征，所述影像特征还包括AEF，和下列特征中的一种或几种：ECV、NID-C、VNC、Zeff，将所述影像特征输入分类器中进行分类，根据分类器的输出判断患者是高级膀胱癌还是低级膀胱癌。

[0095] 在一个具体实施例中，获取膀胱癌患者的CT影像，对所述CT影像计算得到影像特征，所述影像特征还包括LD/SD比值，和下列特征中的一种或几种：ECV、NID-C、VNC、Zeff，将所述影像特征输入分类器中进行分类，根据分类器的输出判断患者是高级膀胱癌还是低级膀胱癌。

[0096] 在一个具体实施例中，获取膀胱癌患者的CT影像，对所述CT影像计算得到影像特征，所述影像特征还包括AEF和LD/SD比值，和下列特征中的一种或几种：ECV、NID-C、VNC、Zeff，将所述影像特征输入分类器中进行分类，根据分类器的输出判断患者是高级膀胱癌还是低级膀胱癌。

[0097] 在一个具体实施例中，获取膀胱癌患者的CT影像，对所述CT影像计算得到影像特征，所述影像特征还包括AEF、LD/SD比值、ECV、NID-C、VNC和Zeff，将所述影像特征输入分类器中进行分类，根据分类器的输出判断患者是高级膀胱癌还是低级膀胱癌。

[0098] 在一个具体实施例中，研究表明，AEF的光谱参数在区分高低品位BCa方面具有较高的诊断价值。形态参数LD/SD也具有重要的诊断价值。光谱参数和形态参数组合的效果最好，准确率为79.7%。这说明光谱和形态学参数的联合诊断对于BCa的病理学评估更加有效和具有指导意义。阴性结果还表明其他参数与BCa的病理学不相关。据我们所知，这是第一项使用DL-SDCT获得的定量参数评估BCa病理学的研究。

[0099] 在一个具体实施例中，在常规CT参数评估中，申请人发现肿瘤大小有助于区分肿瘤分级。先前的研究表明，肿瘤大小是非肌层浸润性BCa风险评估的重要预测因素，当最大和最小直径小于平均值时，更有信心预测低风险病变。

[0100] 在一个具体实施例中，申请人基于对研究的分析，提出高级别BCa的长轴和短轴直

径的比值高于低级别BCa,阈值为1.50,敏感性为40.0%,特异性66.1%,AUC为0.654。这表明长轴直径较长、短轴直径较短的肿瘤本质上更有可能是高级别肿瘤。

[0101] 在一个具体实施例中,本研究尚无结果为其他常规CT参数(如肿瘤位置、数量、钙化、边缘、生长模式和两组之间的CT值)提供支持。这可能是由于BCa的高度异质性所致。

[0102] 在一个具体实施例中,关于光谱CT参数,研究表明AEF成为预测BCa病理分级的独立预测因子。确定的阈值为36.30%,敏感性为61.9%,特异性为79.1%,AUC为0.863。较高的AEF值通常表示较高的BCa等级,该图说明了AEF值在两组之间的分布。以下是一些可能的解释,解释为什么AEF比其他光谱或传统CT参数表现更好。首先,从血流动力学角度来看,BCa中癌细胞的浸润诱导血管生成。该过程导致血管内/血管外室中造影剂的分布增加,从而导致相应循环阶段内的AEF值升高。此外,实施例中双层探测器光谱CT能够在相同的空间和时间坐标上同时捕获低能和高能数据,从而获得无可挑剔的对齐数据并显著减少测量误差,而不需要任何预先确定的选择采集模式。

[0103] 在一个具体实施例中,AEF联合LD/SD可以提高各个参数的诊断性能,并且参数的AUC显著提高($P < 0.05$)。先前的研究表明,其他光谱参数可以作为评估不同形式癌症的有价值的工具。如Fujita Nobuhiro等人发现,在胰腺导管腺癌的术前新辅助化疗疗效预测中,ECV可能是一个潜在的影响因素,这可能归因于它与纤维化的组织学程度和促纤维增生基质的数量相关。Wang Tong等人发现Zeff对于预测毛玻璃结节(GGNs)的病理亚型和危险分层具有较高的敏感性和特异性,这可能是由于不同GGN的病理亚型由不同的物质组成,可以通过Zeff来反映。但不幸的是,我们的研究并未将它们确定为BCa病理学的独立预测因素。可能有必要对BCa的细胞组成和病理学方面进行进一步分析,以阐明根本原因,或者,观察到的阴性结果可能归因于样本量有限。需要进行进一步调查,以更深入地探讨这个问题。总之,DL-SDCT光谱参数和形态特征的结合提高了区分高级别和低级别BCa的诊断效率。这可以帮助临床医生制定初始治疗策略并改善预后。

[0104] 图2为本发明实施例提供一种鉴别高低级别膀胱癌的系统示意图。

[0105] 一种鉴别高低级别膀胱癌的系统,所述系统包括:

[0106] 数据获取单元201:用于获取膀胱癌患者的CT影像;

[0107] 特征计算单元202:用于对所述CT影像计算得到影像特征,所影像特征包括AEF或LD/SD比值,所述AEF是皮质髓质期摄碘量和肾造影期摄碘量的比值,所述LD/SD是肿瘤的长轴直径与短轴直径的比值;

[0108] 判别单元203:用于基于所述影像特征判断所述膀胱癌患者是高级别膀胱癌还是低级别膀胱癌,当影像特征大于预设值则判断为高级别膀胱癌,否则判断为低级别膀胱癌。

[0109] 图3是本发明实施例提供一种鉴别高低级别膀胱癌的设备示意框图。

[0110] 一种鉴别高低级别膀胱癌的设备,包括:存储器和处理器;

[0111] 所述存储器用于存储程序指令;

[0112] 所述处理器用于调用程序指令,当程序指令被执行时实现上述的鉴别高低级别膀胱癌的设备。

[0113] 所述患病风险的分类结果包括但不限于:是否患病的二分类结果、多种疾病的多分类结果、疾病风险的高低概率、疾病的分期、疾病的分型等等。

[0114] 一种计算机可读存储介质,所述计算机可读取存储介质存储有计算机程序,所述

计算机程序被处理器执行时实现上述的鉴别高低级别膀胱癌的设备方法步骤。

[0115] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的系统,装置和单元的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0116] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的系统,装置和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0117] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0118] 另外,在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,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单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。

[0119] 本领域普通技术人员可以理解上述实施例的各种方法中的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件来完成,该程序可以存储于一计算机可读存储介质中,存储介质可以包括:只读存储器(ROM,Read Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁盘或光盘等。

[0120] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中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,上述提到的存储介质可以是只读存储器,磁盘或光盘等。

[0121] 以上对本发明所提供的一种计算机设备进行了详细介绍,对于本领域的一般技术人员,依据本发明实施例的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

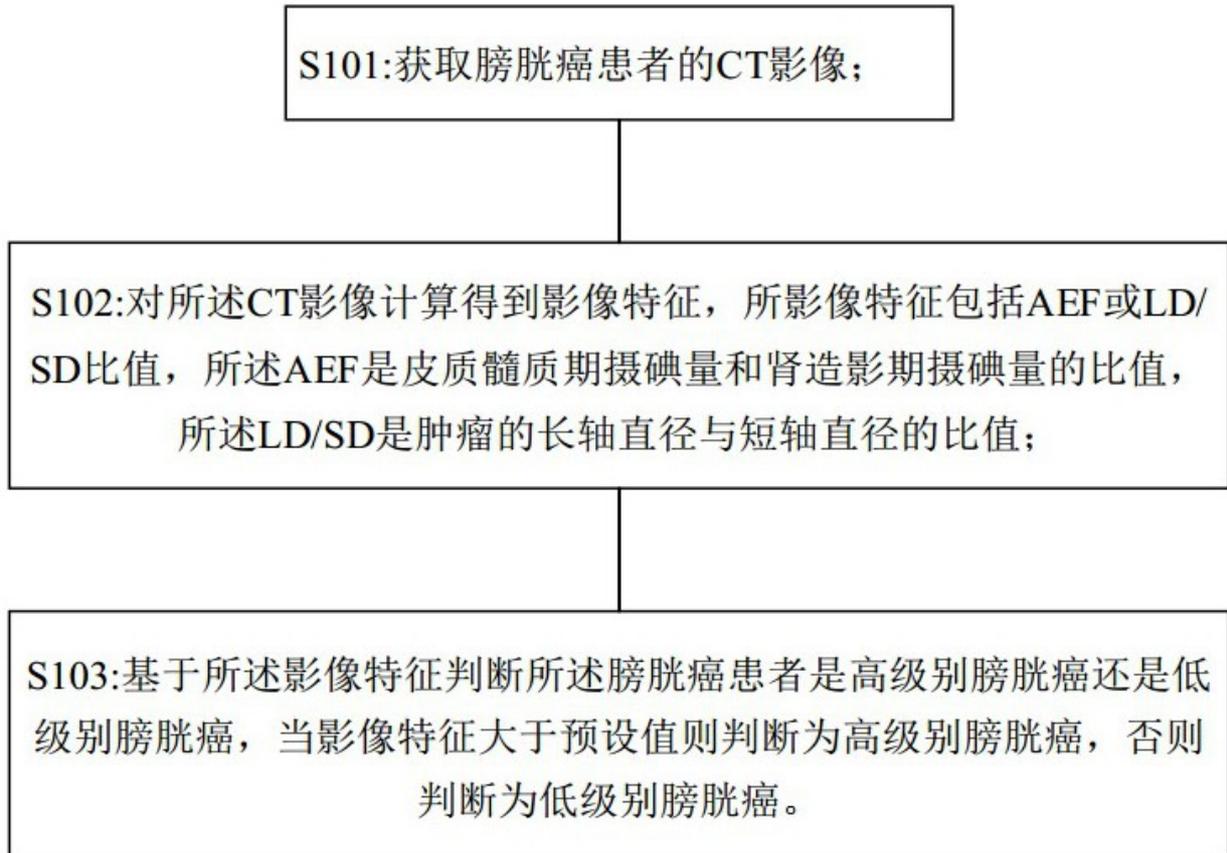


图 1



图 2

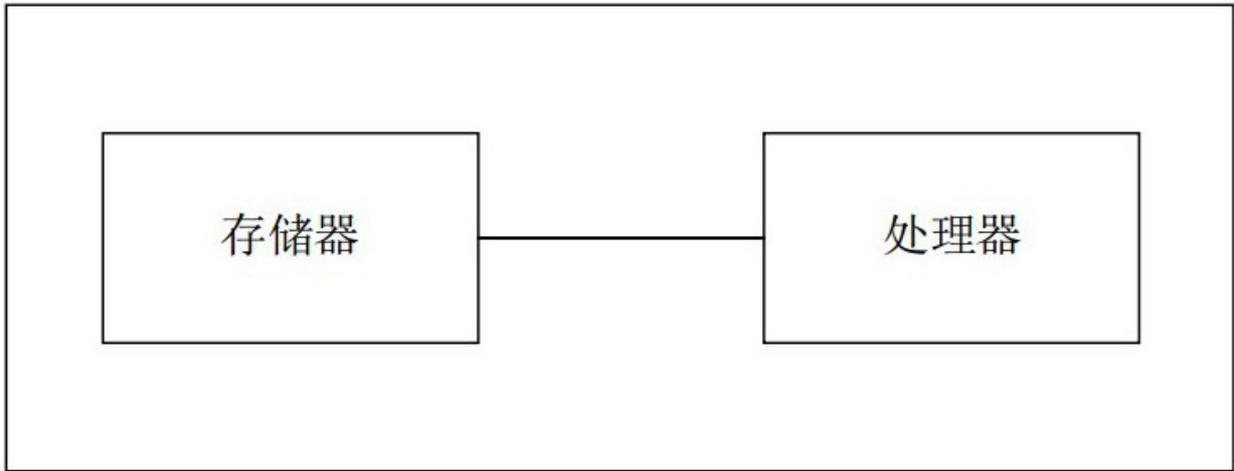


图 3