

论 著

基于两肾CT平扫直方图分析预测血尿素氮价值的研究*

韩爱萍^{1,2} 谭伟^{1,2,*} 魏毅²胡守章^{1,2} 涂武超²

1.武汉科技大学

2.武汉科技大学附属老年病医院放射科

(湖北 武汉 430070)

【摘要】目的 评估两肾CT平扫直方图参数预测血尿素氮(BUN)异常的可行性。方法 采用FireVoxel软件,对武汉科技大学附属老年病医院69名两肾CT平扫患者(34名BUN异常,35名正常)的图像进行直方图分析。分析包括信号最小值、最大值、平均值、中位数、标准差、变异系数、偏度、峰度、熵及百分位值(1%,5%,10%,25%,50%,75%,90%,95%,99%)。利用接收者操作特征(ROC)曲线评估这些参数在区分BUN异常与正常水平上的诊断价值。结果 Kruskal-Wallis检验显示信号标准差、变异系数、偏度、峰度及1%百分位值在正常与异常BUN水平患者间存在显著差异($P<0.05$)。ROC曲线分析表明,信号标准差、变异系数及峰度的AUC分别为0.713、0.663、0.667。变异系数联合峰度、标准差联合峰度、标准差联合变异系数及三者联合的AUC值在0.68至0.734之间,表明组合使用能增强预测准确性。结论 基于两肾CT平扫的直方图参数对血尿素氮异常具有一定的预测价值。

【关键词】Computed Tomography (CT);

肾脏;直方图分析;血尿素氮

【中图分类号】R334+.1

【文献标识码】A

【基金项目】湖北省教育厅科学研究计划

青年项目(Q20221114)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.02.042

Research on Predicting Blood Urea Nitrogen Value Based on Histogram Analysis of Two Kidney CT Plain Scan*

HAN Ai-ping^{1,2}, TAN Wei^{1,2,*}, WEI Yi², HU Shou-zhang^{1,2}, TU Wu-chao².

1.Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430070, Hubei Province, China

2.Radiology Department of Geriatric Hospital Affiliated to Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430070, Hubei Province, China

ABSTRACT

Objective This study assesses the potential of using histogram parameters from non-contrast bilateral kidney CT scans to predict blood urea nitrogen (BUN) abnormalities. **Methods** We conducted a histogram analysis using FireVoxel software on CT images from 69 patients at the Geriatric Hospital affiliated with Wuhan University of Science and Technology, divided into 34 with abnormal BUN levels and 35 with normal levels. The analysis focused on various signal parameters, including minimum, maximum, average, median, standard deviation, coefficient of variation, skewness, kurtosis, entropy, and percentile values (1%, 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, 95%, 99%). Receiver Operating Characteristic (ROC) curves evaluated the diagnostic efficacy of these parameters. **Results** The Kruskal-Wallis test showed significant distinctions in signal standard deviation, coefficient of variation, skewness, kurtosis, and the 1% percentile value between the normal and abnormal BUN groups ($P<0.05$). ROC analysis revealed AUCs of 0.713, 0.663, and 0.667 for signal standard deviation, coefficient of variation, and kurtosis, respectively. Combined AUC values for these parameters ranged from 0.68 to 0.734, indicating improved predictive accuracy when used together. **Conclusion** Histogram parameters from unenhanced kidney CT scans demonstrate significant predictive value for BUN abnormalities, highlighting their utility as diagnostic tools.

Keywords: Computed Tomography (CT); Renal Analysis; Histogram Analysis; Blood Urea Nitrogen (BUN)

血尿素氮(BUN)作为蛋白质代谢的最终产物,是评估肾脏功能和全身代谢状态的重要生物标志物。BUN浓度的变化不仅受蛋白质摄入量的影响,还与体内组织蛋白的分解代谢和肝脏功能状态密切相关。在正常情况下,肝脏会将氨基酸分解产生的氨转化为尿素,随后由肾脏排出体外。因此,BUN水平的变化能够反映出肝脏和肾脏功能的异常^[1-3]。血尿素氮水平的升高通常与肾脏器质性损伤、肾前性少尿或蛋白质分解、过量摄入有关^[4-7]。当这些条件得到纠正时,血尿素氮水平可能降低。CT直方图分析作为一种先进的数学方法,能够评估影像的灰度模式,揭示肉眼难以辨识的细微组织差异。通过量化影像中的灰度级分布,直方图分析能提供有关组织结构和功能的重要信息^[8-9]。这一技术在肾脏疾病的诊断中显示出了巨大的潜力。已有研究利用直方图参数分析肾脏肿瘤和非肿瘤性病变^[10-13],但运用该技术评估血尿素氮的研究相对较少。本研究的目标是探索基于双肾未增强CT扫描的直方图参数预测血尿素氮异常的价值,从而凸显平扫CT直方图参数在预测血尿素氮异常方面的应用潜力。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性分析武汉科技大学附属老年病医院2022年8月至2023年8月行两肾CT平扫及血尿素氮检查患者。

纳入标准:入院后同一日行两肾CT平扫及血尿素氮检查。排除标准:肾先天异常、多囊肾、肾肿瘤、慢性肾衰竭、肾结石及其他基础疾病患者;临床资料缺失;患者年龄 <18 岁;CT图像质量不佳,运动伪影重且不利于勾画感兴趣区者。最终纳入69例,其中血尿素氮异常34例,血尿素氮正常35例。

1.2 扫描方法 仪器均采用德国西门子64排螺旋CT。受检者扫描前去除身上金属异物,非检查部分铅衣防护。扫描时均采用仰卧位头先进的扫描方式,技术人员在检查前对患者进行呼吸训练,嘱患者扫描时屏住呼吸、勿动。扫描范围为中下腹部。扫描参数:管电压120kV,管电流320mAs,螺距0.8,准直 60×0.625 mm,扫描层厚5mm,层间距5mm,矩阵 512×512 ,旋转时间0.7/r,螺距0.8。

1.3 勾画感兴趣区及直方图分析 于PACS系统导出CT重建图像,图像层厚5mm,图像储存格式为DICOM,直方图分析使用FireVoxel软件。该研究感兴趣区由两名高年资放射诊断主治医师讨论后手动勾画(图1),勾画范围覆盖两侧肾脏实质全容积,勾画时应尽量避开周围血管,脂肪间隙,肾脏内囊性灶、钙化及结石。为避开容积效应的影响,感兴趣区边缘应在肾实质边缘向内1-2mm。勾画完成后使用软件提取直方图分析的相关参数,包括:Signal Min、Signal Max、Signal Mean、Signal Median、Signal Stddev、Signal Coeff of variation、Histogram Skewness、Histogram Kurtosis、Histogram Entropy、1%、5%、10%、25%、50%、75%、90%、95%、99%百分位值(图2)。

1.4 统计学方法 使用SPSS 26.0软件进行统计学分析,直方图参数使用Kolmogorov-

【第一作者】韩爱萍,女,主治医师,主要研究方向:影像诊断。E-mail: 1002295973@qq.com

【通讯作者】谭伟,男,教授,主要研究方向:妇产科,肿瘤性,外科学。E-mail: tanwei63317@163.com

Smirnov检验分析数据是否符合正态分布，符合正态分布的用均值±标准差描述，偏态分布的用中位数±四分位间距描述。正态分布的数据各组间的差异比较使用单因素方差分析，非正态分布的数据使用 Kruskal-Wallis 检验。使用受试者工作特征(receiver

operating characteristic, ROC)曲线来检验平扫CT直方图参数在鉴别血尿素氮异常的诊断价值。双侧检验， $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

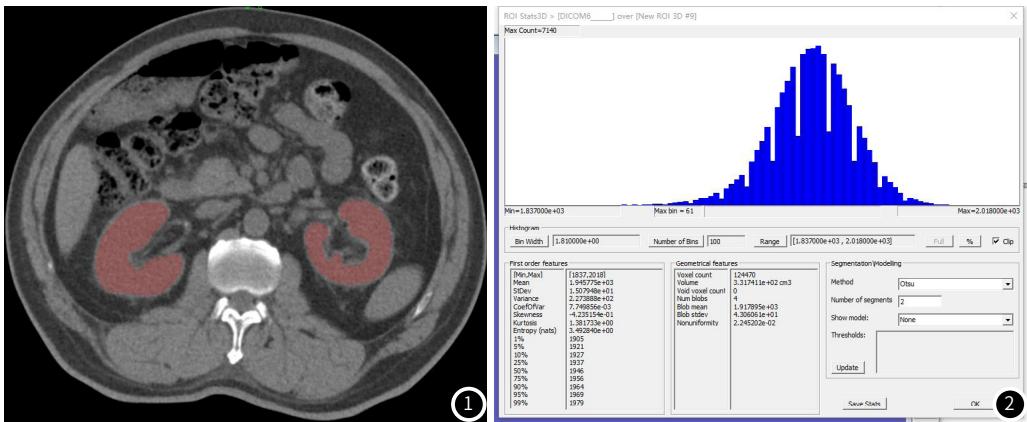


图1 男，68岁，血尿素氮10.18mmol/L，红色范围为感兴趣区。图2 使用FireVoxel提取的直方图特征。

2 结 果

2.1 血尿素氮异常组与正常组基本资料 本研究收集血尿素氮异常组34例，其中男23例，女11例，年龄19-90岁(平均66.03±16.42岁)；正常组35例，其中男18例，女17例，年龄21-73岁(平均48.14±14.05岁)。年龄两组间差异有统计学意义($P<0.05$)，性别两组间无统计学意义(表1)。

表1 血尿素氮异常组与正常组基本资料

参数	BUN异常组	BUN正常组	P值
年龄/岁	66.03±16.42	48.14±14.05	0
性别			0.145
男	23	18	
女	11	17	

2.2 血尿素氮正常与异常患者的平扫CT直方图参数比较 经Kolmogorov-Smirnov检验作正态性分析，两组间数据符合偏态分布($P<0.05$)，使用KruskalWallis检验比较两组间直方图参数的差异，结果显示Signal Min、Signal Max、Signal Mean、Signal Median、Histogram Entropy、5%、10%、25%、50%、75%、90%、95%、99%百分位值无统计学意义($P>0.05$)，Signal Stddev、Signal Coeff of variation、Histogram Skewness、

Histogram Kurtosis、1%百分位值具有统计学意义($P<0.05$)(表2)。
2.3 CT直方图参数鉴别血尿素氮正常与异常的价值 Signal Stddev、Signal Coeff of variation、Histogram Kurtosis的ROC曲线下面积(area under the curve, AUC)分别为0.713、0.663、0.667。结果显示Signal Stddev界值取8.43时，敏感度为0.824，特异度为0.6，95%CI为(0.591-0.836)；Signal Coeff of variation界值取0.00798时，敏感度为0.765,特异度为0.571，95%CI为(0.533-0.793)；Histogram Kurtosis界值取0.9835时，敏感度为0.824，特异度为0.543，95%CI为(0.538-0.796)。
Coeff of variation联合Histogram Kurtosis、Stddev联合Histogram Kurtosis、Stddev联合Coeff of variation及三者联合的ROC曲线下面积分别为0.68、0.734、0.715及0.732。结果显示Coeff of variation联合Histogram Kurtosis界值取0.5681123时，敏感度为0.543，特异度为0.798，95%CI为(0.553-0.807)；Stddev联合Histogram Kurtosis界值取0.5555618时，敏感度为0.714，特异度为0.706，95%CI为(0.615-0.852)；Stddev联合Coeff of variation界值取0.5763601时，敏感度为0.6，特异度为0.824，95%CI为(0.593-0.837)；三者联合界值取0.5542917时，敏感度为0.743，特异度为0.706，95%CI为(0.614-0.850)。(表3、图3)。

表2 血尿素氮正常及异常患者平扫CT纹理直方图参数比较

纹理参数	尿素氮正常	尿素氮异常	P值
Signal Min	984(958.75, 996.25)	980(951, 992)	0.346
Signal Max	1090(1090, 1102.5)	1090(1090, 1100)	0.103
Signal Mean	1050(1050, 1060)	1050(1050, 1060)	0.731
Signal Median	1060(1050, 1060)	1050(1050, 1060)	0.575
Signal Stddev	9.115(8.4875, 10.1425)	8.35(7.97, 9.06)	0.002
Signal Coeff of variation	0.00846(0.007935, 0.0091625)	0.00791(0.00755, 0.00857)	0.02
Histogram Skewness	-0.489(-0.81525, -0.3255)	-0.236(-0.414, -0.152)	0
Histogram Kurtosis	1.645(1.055, 2.515)	0.974(0.638, 2.2)	0.017
Histogram Entropy	3.45(3.3225, 3.525)	3.39(3.09, 3.51)	0.141
1%百分位值	1029.5(1023.75, 1033.25)	1033(1027, 1035)	0.034
5%百分位值	1039(1033.75, 1043)	1041(1036, 1043)	0.373
10%百分位值	1043(1038, 1047)	1044(1040, 1046)	0.531
25%百分位值	1049(1043.75, 1052)	1049(1045, 1051)	0.933
50%百分位值	1055(1050.75, 1057.25)	1054(1052, 1056)	0.638
75%百分位值	1060(1057.75, 1063)	1060(1057, 1062)	0.749
90%百分位值	1065(1063, 1068)	1065(1063, 1066)	0.69
95%百分位值	1068(1066, 1070.25)	1067(1065, 1069)	0.465
99%百分位值	1073(1072, 1076.25)	1073(1071, 1075)	0.465

表3 平扫CT直方图参数预测尿素氮异常的ROC曲线结果

纹理参数	AUC	敏感度	特异度	最佳临界值	P值
Signal Stddev	0.713	0.824	0.6	8.43	0.002
Signal CoeffOfVariation	0.663	0.765	0.571	0.00798	0.02
Histogram Kurtosis	0.667	0.824	0.543	0.9835	0.017

纹理参数	AUC	敏感度	特异度	最佳临界值	P值
Coeff of variation联合Histogram Kurtosis	0.68	0.543	0.794	0.5681123	0.01
Stddev联合Histogram Kurtosis	0.734	0.714	0.706	0.5555618	0.001
Stddev联合Coeff of variation	0.715	0.6	0.824	0.5763601	0.002
三者联合	0.732	0.743	0.706	0.5542917	0.001

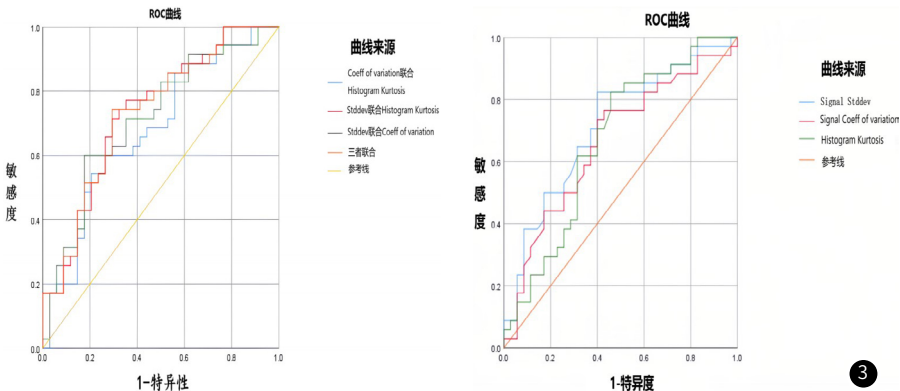


图3 直方图参数鉴别血尿素氮异常的ROC曲线分析。

3 讨论

在本研究中，我们比较了血尿素氮(BUN)异常患者与正常对照组的无增强CT扫描直方图参数，并探讨了这些参数在预测BUN异常中的应用价值。我们观察到，包括图像灰度的标准偏差(Signal Stddev)、图像灰度变异系数(Signal Coeff of Variation)、直方图峰度(Histogram Kurtosis)在内的直方图参数，在正常与异常BUN水平的组别之间表现出显著差异。这些差异可能反映了两组患者肾脏组织的微观结构及灰度特性的不同。Signal Stddev 描述了图像灰度值的标准偏差，Signal Coeff of Variation表示图像灰度值的变异程度，而 Histogram Kurtosis 则反映了图像灰度分布的尖峭度。通过对这些参数的单独分析，我们发现某些参数具有区分正常与异常BUN水平个体的潜力。更重要的是，研究还揭示了这些参数之间的相互关系。通过综合运用这些参数，可以提高预测的准确性，表明它们不仅作为独立指标有效，而且还相互影响和补充。这表明肾脏的健康状况受到多个参数的共同影响。因此，我们认为在评估肾功能和预测BUN异常时，应综合考虑这些直方图参数。通过联合应用这些参数，可以更全面地反映肾脏状态，有望提高预测模型的准确度和稳定性，为临床提供更可靠的辅助诊断工具。

血尿素氮，作为蛋白质代谢的终产物，主要通过肾脏排泄，其浓度的变化可反映肾功能状态。虽然血尿素氮水平与肾健康密切相关，但关于其水平与直方图参数之间关系的研究相对有限。直方图分析，一种创新的影像学技术，通过从影像资料中提取微小灰度特征，在临床研究中得到广泛应用^[14-16]。近年来，这一技术不仅在肾脏肿瘤的诊断和鉴别诊断中发挥作用^[17-18]，还被用于评估肾脏的非肿瘤性病变。例如，Ding等^[19]的研究直方图被用于分析由不同类型的磁共振成像技术(如DWI、BOLD和易感性加权成像)产生的肾脏图像。通过这种分析，研究者能够更详细地观察和量化肾脏组织的纹理特征，如灰度级的分布和变化。而贾颖等^[20]研究发现，基于CT增强图像的直方图参数在诊断急性胰腺炎合并急性肾损伤方面具有较高的诊断准确率。这些研究表明，直方图分析不仅适用于肾脏肿瘤的评估，还有助于不同肾脏疾病诊断中的应用。

本研究旨在探讨利用双肾CT平扫直方图分析预测血尿素氮异常的可能性。比较正常与异常血尿素氮患者的CT直方图参数，

发现Signal Stddev、Signal Coeff of Variation、Histogram Kurtosis等参数在诊断中具显著统计差异，表明其对诊断血尿素氮异常具重要价值。选择直方图分析方法时，本研究采用全容积法而非常用的最大截面法，指出前者在准确性上的优势。全容积法可更全面反映肾脏结构与功能状态，提供更精确的分析结果。此方法基于对现有文献和技术的深入理解及临床需求认识。

然而，本研究也存在一定的局限性。首先，作为一项单中心回顾性研究，无法对CT图像的扫描质量进行严格的控制，这可能影响结果的准确性。其次，由于入组病例数量有限，结果可能存在一定的数据偏倚。因此，未来的研究需要在更大样本量的基础上进一步验证这些发现。

尽管存在局限性，本研究的发现对于临床诊断和治疗肾脏疾病具有重要意义。直方图分析作为一种新兴的影像学技术，其在预测血尿素氮异常方面的潜在价值值得进一步探索。未来的研究应该集中于如何更有效地将这些技术应用于临床实践，以及如何结合其他生物标志物和临床参数来提高诊断的准确性和治疗的个性化。

综上所述，本研究揭示了基于CT平扫的直方图参数分析在预测血尿素氮异常方面的潜在价值，这对于临床上诊断和治疗肾脏疾病具有重要意义。未来的研究需要在更大样本量的基础上进一步验证这些发现，并探索如何更有效地将这些技术应用于临床实践。

参考文献

[1]Kitada M,Ogura Y,Monno I,et al.The impact of dietary protein intake on longevity and metabolic health[J].EBioMedicine,2019,43: 632-640.
[2]Park YJ,Chung S,Hwang JT,et al.A review of recent evidence of dietary protein intake and health[J].Nutr Res Pract,2022,16(Suppl 1): S37-S46.
[3]Flanigan MJ,Lim VS,Redlin J.The significance of protein intake and catabolism[J].Adv Ren Replace Ther,1995,2(4): 330-340.
[4]Seki M,Nakayama M,Sakoh T,et al.Blood urea nitrogen is independently associated with renal outcomes in Japanese patients with stage 3-5 chronic kidney disease:a prospective observational study[J].BMC Nephrol,2019,20(1): 115.

的主要因素为加速器执行计划时的稳定性、机架角度到位精度、MLC受重力影响到位精度和治疗床的衰减。阮长利等^[6]的研究已指出,加速器不同机架角时MLC叶片重力、摩擦力、惯性等原因可以导致MLC叶片到位误差、物理半影、漏射线的不同,会对调强放射治疗剂量分布产生影响,其误差在5%以内。AAPM176号报告介绍了关于治疗床对放射治疗剂量影响的文献;沙翔燕等^[7]研究指出全碳素纤维床对吸收剂量的影响在5%以内。

上表实验数据显示,在2mm,2%和3mm,3%条件下,射野角度归零的 γ 通过率高于实际射野角度照射的 γ 通过率,且差异较大。孔伟等^[8]使用Delta4进行IMRT射野角度归零与实际射野角度的剂量验证比较,刘振桁^[9]等使用PTW seven29矩阵及配套八角验证模体进行IMRT多角度与单角度剂量验证比较,牛振洋等使用OCTAVIUS 4D进行VMAT旋转照射和机架归零照射的剂量验证比较均得出相同结论。

本文又将射野分为水平线上和水平线下两种角度范围分别进行测量,以此探究治疗床对验证结果和剂量分布的影响。结果显示,水平线上角度范围,射野角度归零的 γ 通过率高于实际射野角度照射的 γ 通过率,且有中等差异;水平线下角度范围,射野角度归零的 γ 通过率高于实际射野角度照射的 γ 通过率,且有很大差异。

射野角度归零会获得更高的 γ 通过率,但是否能代表实际治疗情况还有待商榷,其 γ 通过率是被高估的。^[10]实际射野角度照射 γ 通过率相比较低,考虑到了治疗床的影响、Gantry和MLC在重力影响下的到位精度,能较全面反映实际照射条件。

参考文献

- [1] Otto K. Volumetric modulated arc therapy: IMRT in a single gantry arc[J]. Med Phys, 2008, 35 (1): 310-317.
- [2] 蒋利鹏, 李智华. 加速器机架角度对多叶准直器叶片到位精度的影响[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2009, 18 (4): 317-320.
- [3] Shimohigashi Y, Araki F, Tominaga H, et al. Angular dependence correction of MatriXX and its application to composite dose verification[J]. J Appl Clin Med Phys, 2012, 13 (5): 3856.
- [4] 颜虹, 徐勇勇. 医学统计学. 第3版[M]. 人民卫生出版社, 2017.
- [5] McGarry CK, O'Connell BF, Grattan MW, et al. Octavius 4D characterization for flattened and flattening filter free rotational deliveries[J]. Med Phys, 2013, 40 (9): 091707.
- [6] 阮长利, 徐利明, 宋启斌, 等. 不同机架角时多叶准直器叶片对不同调强放疗剂量影响[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2011, 20 (4): 345-347.
- [7] 沙翔燕, 王运来, 廖雄飞, 等. 全碳素纤维治疗床对吸收剂量的影响[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2008, 17 (3): 223-225.
- [8] 孔伟, 丁莉, 叶红强, 等. 调强放疗计划中射野角度归零与实际角度的剂量验证比较[J]. 中国医学物理学杂志, 2015, 32 (6): 892-896.
- [9] 刘振桁, 杨文, 唐武兵, 等. 多角度与单角度调强验证对比分析在肿瘤放射治疗中的应用[J]. 实用医技杂志, 2016, 23 (10): 1049-1051.
- [10] McGarry CK, O'Connell BF, Grattan MW, et al. Octavius 4D characterization for flattened and flattening filter free rotational deliveries[J]. Medical Physics, 2013, 40 (9): 091707.

(收稿日期: 2024-02-19)

(校对编辑: 翁佳鸿)

(上接第139页)

- [5] Martinez LC, Khan SF, Bowman BT. Approach to electrolyte abnormalities, prerenal azotemia, and fluid balance[J]. Prim Care, 2020, 47 (4): 555-569.
- [6] Brookes EM, Power DA. Elevated serum urea-to-creatinine ratio is associated with adverse inpatient clinical outcomes in non-end stage chronic kidney disease[J]. Sci Rep, 2022, 12 (1): 20827.
- [7] Suzuki G, Ichibayashi R, Yamamoto S, et al. Effect of high-protein nutrition in critically ill patients: a retrospective cohort study[J]. Clin Nutr ESPEN, 2020; 38: 111-117.
- [8] Liu M, Zhang Y, Liu LH. Histogram analysis based on unenhanced CT for identifying thymoma and lymphoma among prevascular mediastinal incidentalomas[J]. Cancer Imaging, 2024, 24 (1): 5.
- [9] Miles KA, Ganeshan B, Hayball MP. CT texture analysis using the filtration-histogram method: what do the measurements mean?[J]. Cancer Imaging, 2013; 13 (3): 400-406.
- [10] 徐明哲, 刘爱连, 陈安良, 等. 平扫最佳单能量CT值直方图分析对肾乏脂性错构瘤与透明细胞癌的鉴别价值[J]. 放射学实践, 2018; 33 (11): 1173-1177.
- [11] 严金国, 朱建国, 李燕, 等. 常规CT特征联合直方图分析预测急性肾损伤的价值[J]. 放射学实践, 2023; 38 (3): 300-304.
- [12] Gaing B, Sigmund EE, Huang WC, et al. Subtype differentiation of renal tumors using voxel-based histogram analysis of intravoxel incoherent motion parameters[J]. Invest Radiol, 2015, 50 (3): 144-152.
- [13] Mühlbauer J, Egen L, Kowalewski KF, et al. Radiomics in renal cell carcinoma—a systematic review and meta-analysis[J]. Cancers (Basel), 2021, 13 (6).

- [14] 康彤, 黄文才, 江远亮, 等. 基于增强CT直方图对肾上腺皮质腺瘤与嗜铬细胞瘤的应用价值. 中国CT和MRI杂志. 2024; 22 (4): 109-111.
- [15] ZHANG L-x, XIANG J-j, WEI P-y, et al. Diagnostic value of computed tomography (CT) histogram analysis in thyroid benign solitary coarse calcification nodules[J]. Journal of Zhejiang University-Science B(Biomedicine & Biotechnology), 2018; 19 (3): 211-217.
- [16] 曹勇, 曹斌. 基于CT直方图定量分析技术鉴别肺磨玻璃结节良恶性的临床应用价值. [J] 中国CT和MRI杂志. 2018; 16 (10): 72-74.
- [17] Yap FY, Varghese BA, Cen SY, et al. Shape and texture-based radiomics signature on CT effectively discriminates benign from malignant renal masses[J]. Eur Radiol, 2021, 31 (2): 1011-1021.
- [18] Duan C, Li N, Niu L, et al. CT texture analysis for the differentiation of papillary renal cell carcinoma subtypes[J]. Abdom Radiol (NY), 2020, 45 (11): 3860-3868.
- [19] Ding J, Xing Z, Jiang Z, et al. Evaluation of renal dysfunction using texture analysis based on DWI, BOLD, and susceptibility-weighted imaging[J]. Eur Radiol, 2019, 29 (5): 2293-2301.
- [20] 贾颖, 黄子星, 汪翊, 等. 基于CT增强图像纹理分析对急性胰腺炎合并急性肾损伤的诊断价值[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2019; 26 (7): 865-869.

(收稿日期: 2024-02-21)

(校对编辑: 翁佳鸿)