

周镇源, 张俊文, 刘志锋, 等. 常规定量 CT 鉴别尿路结石成分的研究[J]. CT 理论与应用研究, 2019, 28(3): 331-338. doi:10.15953/j.1004-4140.2019.28.03.06.  
ZHOU Z Y, ZHANG J W, LIU Z F, et al. Study of conventional quantitative CT in the identification of urinary tract stones[J]. CT Theory and Applications, 2019, 28(3): 331-338. doi:10.15953/j.1004-4140.2019.28.03.06. (in Chinese).

## 常规定量 CT 鉴别尿路结石成分的研究

周镇源<sup>1a</sup>, 张俊文<sup>1b</sup>, 刘志锋<sup>1a</sup>, 蔡金辉<sup>1a</sup>,  
阮耀钦<sup>1a</sup>, 郭栋华<sup>1a</sup>, 刘庆余<sup>1a, 2✉</sup>, 徐金戈<sup>1b</sup>

1. 广东省广州市增城区人民医院 a) 影像科; b) 泌尿外科, 广东 增城 511300
2. 中山大学孙逸仙纪念医院放射科, 广州 510120

**摘要:** 目的: 探讨螺旋 CT 各参数鉴别尿路结石成分的价值。方法: 收集 2016 年 5 月至 2018 年 3 月我院 112 例尿路结石患者的术前 CT 图像资料, 测量尿路结石直径( $d$ )、平均 CT 值(HUm)及 CT 值标准差(HUsd), 并计算平均 CT 值/直径的比值(HUd), 再以术后红外线光谱结果为参照标准, 比较各类结石成分  $d$ 、HUm、HUsd 及 HUd 的差异, 并运用受试者工作特征曲线(ROC 曲线)评价其鉴别结石成分的效能。结果: 尿酸结石 21 例、一水草酸钙结石 49 例、碳酸磷灰石 10 例和混合结石 27 例, 尿酸结石的 HUm、HUsd 及 HUd 值均明显低于其他类型结石; 尿酸结石与非尿酸结石(一水草酸钙结石、碳酸磷灰石、混合结石)之间的 HUm、HUsd 及 HUd 值差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ); 非尿酸结石之间的 HUm、HUsd 及 HUd 值差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ); 各类结石的  $d$  值差异均无统计学意义( $P > 0.05$ );  $d$ 、HUm、HUsd 及 HUd 鉴别尿酸结石的 ROC 曲线下面积(AUC)为 0.444、0.915、0.972 及 0.858。结论: 螺旋 CT 的 HUm、HUsd 及 HUd 值均能鉴别尿酸结石和非尿酸结石, 其中以 HUsd 的鉴别效能最佳, 但不能区分各类型非尿酸结石。

**关键词:** 螺旋 CT; 平均 CT 值; CT 值标准差; 尿路结石; 结石成分

doi:10.15953/j.1004-4140.2019.28.03.06 中图分类号: R 812 文献标志码: A

尿路结石是泌尿系统常见疾病, 发病率为 4%~20%, 复发率 50%~70%<sup>[1]</sup>。尿路结石成分影响其手术及治疗, 并与其治愈率和复发率有密切关系, 传统的检测尿路结石成分的方法多为将结石取出后进行体外分析<sup>[2-3]</sup>。近年来, 有学者利用双能 CT 技术在离体和活体下鉴别尿路结石的成分<sup>[4-5]</sup>; 然而, 双能 CT 普及率较低, 而且检查费用高昂, 不利于常规临床应用。因此, 本研究拟分析常规 CT 参数与结石成分的相关性, 探讨常规定量 CT 在鉴别尿路结石成分中的作用, 对制定个体化的治疗方案及预防结石复发具有重要意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 一般资料

搜集 2016 年 5 月~2018 年 3 月间本院尿路结石患者 112 例, 其中男 63 例, 女 49 例, 年龄范围 21~81 ( $53.8 \pm 27.6$ ) 岁; 肾结石 15 例, 输尿管结石 71 例, 膀胱结石 22 例, 尿道结石 4 例, 单发结石 73 例, 多发结石 39 例; 结石直径为 0.42~7.89 cm。取石方式有体

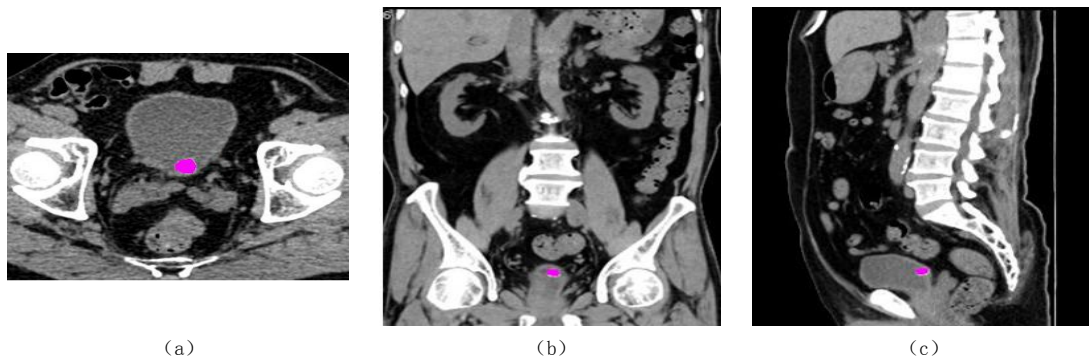
外碎石术 38 例、经皮肾镜碎石术 11 例、经输尿管镜碎石 37 例、尿道膀胱镜碎石术 26 例。术前均行 CT 扫描检查,术后均取得结石标本,用于确定结石成分。

## 1.2 CT 仪器与扫描方法

采用 64 排 128 层德国西门子螺旋 CT 机 (Siemens Definition) 行泌尿系全程扫描,扫描参数:120 kV, MAS 210 mAs, 螺距  $128 \times 0.6$  mm, 重建层距层厚 1 mm。扫描前患者饮水 600~800 mL 使膀胱充盈。

## 1.3 CT 数据测量

运用 Syngommwp VE40A 后处理 workstation 在泌尿系 CT 软组织窗图像 (图 1) 上测量,包括结石的直径 (diameter,  $d$ )、平均 CT 值 (Mean Hounsfield Units, HU<sub>m</sub>) 及 CT 值标准差 (Standard Deviation of Hounsfield Units, HU<sub>sd</sub>), 并计算平均 CT 值/直径的比值 (HU<sub>d</sub>)。多发结石, 则取最大结石测量。



(a) (b) (c)  
(a) ~ (c) 横断位、冠状位、矢状位。膀胱结石的  $d$  为 1.01 cm, HU<sub>m</sub> 为 325.8 HU, HU<sub>sd</sub> 为 148.9。

图 1 77 岁男性, 膀胱尿酸结石

Fig.1 Male, 77 years old with uric acid stone on bladder

## 1.4 评价标准

以红外光谱法检测为金标准, 运用第二代红外光谱智能结石分析仪 (SUN-3G, 济南鼎舜医疗器械有限公司) 确定结石成分。结石中单一成分含量  $\geq 70\%$  的定为纯结石,  $< 70\%$  的定为混合结石<sup>[6]</sup>。

## 1.5 统计学方法

数据统计使用 SPSS 20.0 统计软件包, 组间比较采用非参数检验 (Kruskal-Wallis) 并绘制箱式图。  $P < 0.05$  认为差异有统计学意义。应用 ROC (receiver operating characteristic) 曲线评价各定量 CT 参数鉴别结石成分的效能。

## 2 结果

### 2.1 不同成分结石检测结果比较

本组病例检测结石软组织窗 CT 值范围 230.20~1 005.00 HU, 结石的成分主要为尿酸、

一水草酸钙、碳酸磷灰石、二水草酸钙、六水磷酸镁铵、羟基磷灰石及头孢曲松 7 类，未发现胱氨酸结石；其中纯结石 85 例（85/112，75.9%），混合结石 27 例（27/112，24.1%）；纯结石中二水草酸钙结石 2 例，六水磷酸镁铵结石、羟基磷灰石及头孢曲松结石各 1 例，因例数少，未参与统计学分析。混合结石为尿酸 + 一水草酸钙 7 例（7/27，25.9%）、一水草酸钙 + 碳酸磷灰石 15 例（15/27，55.6%）、一水草酸钙 + 碳酸磷灰石 + 羟基磷灰石 5 例（5/27，18.5%）。纳入统计分析的各类结石及其测量结果如表 1 及图 2，尿酸结石与非尿酸结石（一水草酸钙结石、碳酸磷灰石、混合结石）之间的 HU<sub>m</sub> 及 HU<sub>sd</sub>、HU<sub>d</sub> 值差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ），非尿酸结石之间的 HU<sub>m</sub> 及 HU<sub>sd</sub>、HU<sub>d</sub> 值差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ），结石  $d$  值在不同成分结石之间差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。

表 1 不同成分尿路结石的  $d$ 、HU<sub>m</sub>、HU<sub>sd</sub> 和 HU<sub>d</sub> 的结果比较（ $\bar{x} \pm s$ ）  
Table 1 The  $d$ , HU<sub>m</sub>, HU<sub>sd</sub> and HU<sub>d</sub> of different stone component of urinary tract

结石成分	例数	比例/%	$d/\text{cm}$	HU <sub>m</sub> /HU	HU <sub>sd</sub> /HU	HU <sub>d</sub> / (HU/cm)
尿酸结石	21	19.6	$1.73 \pm 0.91$	$346.22 \pm 97.46$	$152.03 \pm 50.24$	$241.02 \pm 98.39$
一水草酸钙结石	49	45.8	$1.53 \pm 0.97$	$615.00 \pm 177.41^a$	$363.93 \pm 97.69^a$	$488.95 \pm 207.39^a$
碳酸磷灰石	10	9.4	$1.39 \pm 0.72$	$568.03 \pm 57.83^b$	$359.39 \pm 31.12^b$	$480.83 \pm 167.19^b$
混合结石	27	25.2	$1.76 \pm 1.40$	$571.72 \pm 133.41^c$	$348.39 \pm 94.97^c$	$405.19 \pm 145.28^c$

注：a-与尿酸结石比较；b-与尿酸结石比较；c-与尿酸结石比较；均  $P < 0.05$ 。

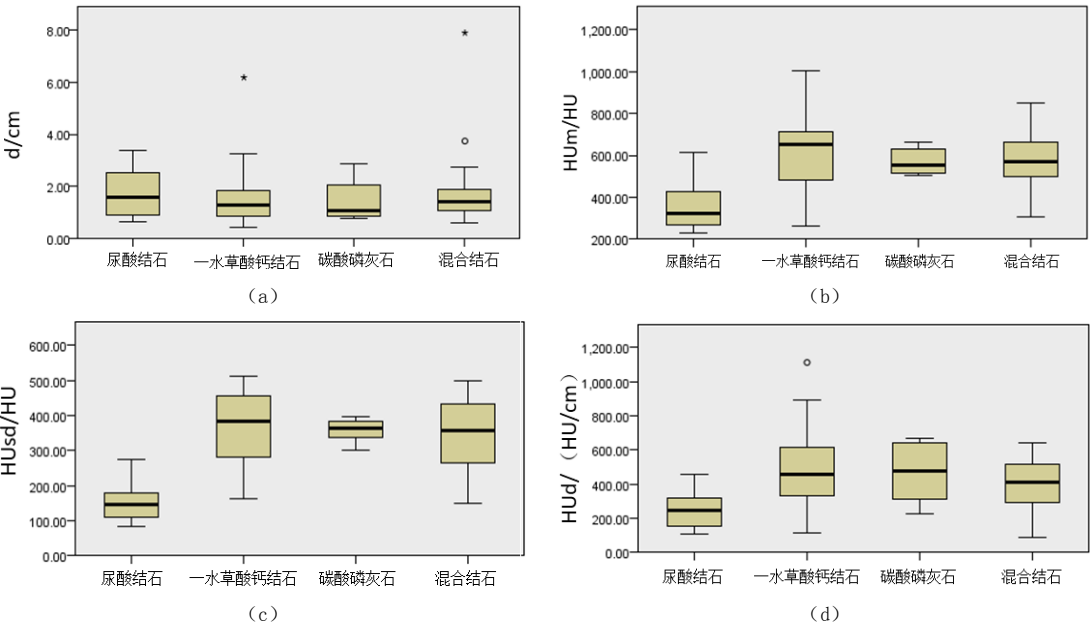


图 2 尿酸结石、一水草酸钙结石、碳酸磷灰石及混合结石在  $d$ 、HU<sub>m</sub>、HU<sub>sd</sub>、HU<sub>d</sub> 变化图  
Fig.2 Box plots of  $d$ , HU<sub>m</sub>, HU<sub>sd</sub> and HU<sub>d</sub> with different stone composition

2.2 ROC 曲线分析

应用直径（ $d$ ）、平均 CT 值（HU<sub>m</sub>）、CT 值标准差（HU<sub>sd</sub>）及平均 CT 值/直径的比值（HU<sub>d</sub>）

鉴别尿酸结石和非尿酸结石的比较（表 2），ROC 曲线如图 3。HU<sub>m</sub>、HU<sub>sd</sub>、HU<sub>d</sub> 的 ROC 曲线能有效鉴别尿酸结石与非尿酸结石，以 HU<sub>sd</sub> 的 ROC 曲线下面积（area under the ROC curve，AUC）最大，诊断效能明显高于 HU<sub>m</sub> 及 HU<sub>d</sub>，而 *d* 的 ROC 曲线不能区分结石成分。

表 2 尿路结石 *d*、HU<sub>m</sub>、HU<sub>sd</sub> 和 HU<sub>d</sub> 的 ROC 曲线相关数据  
Table 2 The ROC data of *d*, HU<sub>m</sub>, HU<sub>sd</sub> and HU<sub>d</sub> in urinary tract stone

组别	AUC	标准误	<i>P</i>	95% 可信区间	诊断阈值	敏感性/%	特异性/%
<i>d</i> /cm	0.444	0.077	0.428	0.293, 0.595	0.99	73.3	38.1
HU <sub>m</sub> /HU	0.915	0.031	< 0.001	0.854, 0.976	452.90	83.7	95.2
HU <sub>sd</sub> /HU	0.972	0.140	< 0.001	0.945, 1.000	211.90	91.9	90.5
HU <sub>d</sub> /（HU/cm）	0.858	0.040	< 0.001	0.779, 0.936	253.70	66.3	95.2

注：AUC 为 ROC 曲线下面积

3 讨论

尿路结石的发生是体内代谢因素及外部环境共同作用的结果，不同成分的结石具有不同的晶体结构、密度及硬度等特性，因而对 X 线的吸收程度各有不同，在成像时表现出不同的 CT 值<sup>[7]</sup>。我们对 112 例尿路结石患者 CT 检查与术后红外光谱结石成分分析发现不同成分结石的 HU<sub>m</sub>、HU<sub>sd</sub> 和 HU<sub>d</sub> 存在明显差异。

李炯明等<sup>[6]</sup>通过常规定量螺旋 CT 对体内 157 例上尿路结石研究发现，尿酸结石、一水草酸钙结石、羟基磷灰石结石的软组织窗平均 CT 值分别为（446.92 ± 47.20）HU、（851.50 ± 188.74）HU、（835.53 ± 110.58）HU，尿酸结石与一水草酸钙结石、羟基磷灰石结石之间 CT 值的差异有统计学意义（*P* < 0.01），取 CT 值 < 500 HU 为标准鉴别尿酸结石，其灵敏度为 92.31%，特异度为 96.53%。艾合买提等<sup>[8]</sup>的研究与李炯明等研究相似，测定结石软组织窗平均 CT 值能区分出尿酸结石，但不能区分一水草酸钙结石及羟基磷灰石结石。研究中，尿酸结石 CT 值为（346.22 ± 97.46）HU，在箱式图中其中位数、四分位数及分布区间均明显低于其他类型结石，表明 CT 值可以准确区分尿酸结石及非尿酸结石。

既往，多数学者研究认为结石直径越大其 CT 值越大。为了更准确预测结石成分，部分学者引入 CT 值/直径的比值（HU<sub>d</sub>）。Shahnani 等<sup>[9]</sup>对 250 例肾结石患者研究结果显示，含钙结石及非钙结石具有特定的 HU<sub>m</sub> 及 HU<sub>d</sub> 值范围。非钙石的 HU<sub>m</sub> 小于 448 HU 且 HU<sub>d</sub> 小于 50 HU/mm，常规定

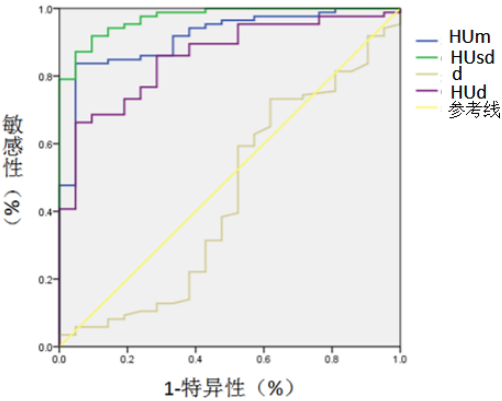


图 3 *d*、HU<sub>m</sub>、HU<sub>sd</sub>、HU<sub>d</sub> 鉴别尿酸结石与非尿酸结石的 ROC 曲线图

Fig.3 The ROC of *d*, HU<sub>m</sub>, HU<sub>sd</sub> and HU<sub>d</sub> in differentiate uric acid stones and non-uric acid stones.

量 CT 是可以准确区分含钙和非钙结石。本研究中, HUd 亦可较准确地区分尿酸结石及非尿酸结石, 取阈值为 253.7 HU/cm 时, 其敏感性及特异性分别为 66.3% 和 95.2%, 但诊断效能低于 HU<sub>m</sub>。

标准差是一组数据平均值离散程度的一种度量。CT 值的标准差反映感兴趣区 (region of interest, ROI) 内不同像素间 CT 值的分散程度, 它更能全面、客观、真实地反映整个 ROI 内 CT 值的变化<sup>[10]</sup>。Tailly 等<sup>[11]</sup>对 466 名尿路结石患者研究发现, 结石平均 CT 值可以区分出尿酸结石及鸟粪石, 而 HU<sub>m</sub> 和 HU<sub>sd</sub> 联合应用在预测尿酸结石方面更为准确。研究中 *d*、HU<sub>m</sub>、HU<sub>sd</sub> 及 HUd 鉴别尿酸结石及非尿酸结石的 ROC 曲线下面积分别为 0.444、0.915、0.972 和 0.858, 以 HU<sub>sd</sub> 鉴别尿酸结石与非尿酸结石更为准确, 鉴别效能明显高于 *d*、HU<sub>m</sub> 及 HUd。

不同成分的尿路结石, 不但有一定范围的 CT 值, 也会体现出不同的硬度及易碎性<sup>[7]</sup>。王进峰等<sup>[12]</sup>对 60 例尿路结石患者研究表明, 结石的平均 CT 值和硬度值呈直线相关, 与结石的易碎性呈负关系, 与冲击波次数呈正相关; 结石的平均 CT 值越高, 其硬度亦越高, 难于被粉碎, 当 CT 值  $\leq 555$  HU 时, 其气压弹道冲击波碎石次数为  $(320 \pm 87)$  次/mL, 当 CT 值  $\geq 1437$  HU, 则冲击波次数明显增加, 为  $(854 \pm 126)$  次/mL。因此结石 CT 值不但可以检测结石成分, 还可以预测尿路结石硬度、碎石的难易及需要的时间等, 为临床精准治疗结石提供必要相关信息。Gallioli 等<sup>[13]</sup>通过对 77 例经皮肾镜取石术及术后 3 个月随访的研究, 发现 CT 值及 HUd 均有助于分析结石成分, HUd 还是术后结石残留的重要评估参数, 当软组织窗的 HUd  $\leq 38.5$  HU/mm 时, 石头残留风险升高 3 倍以上, 因此, 这组患者更需要密切随访。

明确结石的成分对治疗方案的选择及预防结石复发具有重要作用。①帮助选择最佳的治疗方案, 如尿酸结石可采用碱化尿液溶石疗法, 避免不必要的手术及其相关风险; ②了解结石的脆性, 正确指导体外碎石, 如磷酸镁铵结石适合体外冲击波碎石, 而胱氨酸结石则效果不好, 需要手术治疗; ③预估体内碎石的激光使用量; ④针对性预防结石复发等<sup>[3, 14]</sup>。

陈浩等<sup>[15]</sup>对 122 例结石患者研究发现, 严格遵守 (红外光谱) 结石成分提供的预防指导的患者一年复发率为 8.62%, 而未能严格遵守预防指导的患者一年复发率为 21.80%。因此, 如何术前检出结石成分的对治疗及预防结石极为重要。临床上常用的结石分析法有化学分析法、红外光谱法、X 线衍射法及偏光显微镜法, 但均需待结石排出或手术取出体外后方可进行<sup>[16]</sup>。近年来, CT 检查由于分辨率高, 成像清晰、简便、快速及安全等优点, 已逐渐成为尿路结石主要检查方法及诊断标准<sup>[17]</sup>; 并且, CT 可简单易行检测体内结石成分和评估手术疗效的应用, 为临床治疗及预防尿路结石提供良好依据。

本研究在比较各类结石在直径 (*d*)、平均 CT 值 (HU<sub>m</sub>)、CT 值标准差 (HU<sub>sd</sub>)、平均 CT 值/直径的比值 (HUd) 差异中, HU<sub>m</sub>、HU<sub>sd</sub> 及 HUd 均可区分尿酸结石及非尿酸结石, 并以 HU<sub>sd</sub> 为最佳, 取阈值为 211.9 时, 其 AUC 为 0.972, 敏感性为 91.9%, 特异性为 90.5%, 明显高于 HU<sub>m</sub> 及 HUd。

本研究为了尽可能地减少容积效应的影响, 本组结石均行层厚 1 mm、间隔 1 mm 重建, 以提高各 CT 值测量参数的准确性。在研究病例中, 以草酸钙及尿酸成分结石检出率高, 与黄志杰等<sup>[18]</sup>研究相仿。本研究中, 纯结石较多, 纯结石中以尿酸及一水草酸钙为主, 其软

组织窗的 CT 值中,以尿酸结石的 CT 值最低 ( $346.22 \pm 97.46$ ) HU,以一水草酸钙结石 CT 值最高 ( $615.00 \pm 177.41$ ) HU,混合结石的 CT 值介于各种纯结石的 CT 之间,与李炯明及艾合买提等研究相似,但各类纯结石 CT 值范围存在差异,这可能与结石大小、部分容积效应、基质在同种成分结石中的含量不同、CT 机型号及扫描参数等有关。

本研究不足:①样本数量及结石类型较少,未能全面反映各类型结石的 CT 参数的变化范围;②所测量 CT 参数独立检测、评价结石成分,而参数间组合评价应更为准确;③本研究为回顾性研究,未能指导临床应用。

总之,螺旋 CT 平扫能准确检测尿酸石头成分,并以 CT 值标准差 (HU<sub>sd</sub>) 检测效能最佳,而对非尿酸结石的各类亚型结石检测效果暂不满意。但 CT 能快速、准确检出尿路结石,并能简单和非侵入性方法预测体内的石头成分,这一站式的检测方法,越来越受到患者的欢迎及学者的重视;随着 CT 技术的发展及后处理功能的提高,CT 检测各类结石成分亚型将是可行和必要的,但如何通过 CT 各参数准确测定人体内各类结石成分,还需广大学者进一步大规模研究和验证。

## 参考文献

- [1] JEPPEPERSON M A, CERNIGLIARO J G, SELLA D, et al. Dual-energy CT for the evaluation of urinary calculi: Image interpretation, pitfalls and stone mimics[J]. Clinical Radiology, 2013, 68(12): e707-e714.
- [2] 王建强, 缪起龙. 红外光谱技术在尿路结石成分分析中的应用与研究动态[J]. 中华泌尿外科杂志, 2015, 36(9): 718-720.  
WANG J Q, MIAO Q L. Application and research dynamics of infrared spectroscopy in the analysis of urinary tract stones[J]. Chinese Journal of Urology, 2015, 36(9): 718-720. (in Chinese).
- [3] 孙西钊, 沈露明, 丛小明, 等. 结石红外光谱自动分析系统在尿路结石成分分析中的应用[J]. 中华泌尿外科杂志, 2011, 32(1): 24-26.  
SUN X Z, SHEN L M, CONG X M, et al. Application of LIIR automatic analysis system of infrared spectroscopy in the determination of urinary stone composition[J]. Chinese Journal of Urology, 2011, 32(1): 24-26. (in Chinese).
- [4] ZHANG G M, SUN H, XUE H D, et al. Prospective prediction of the major component of urinary stone composition with dual-source dual-energy CT in vivo[J]. Clinical Radiology, 2016, 71(11): 1178-1183.
- [5] SPEK A, STRITTMATTER F, GRASER A, et al. Dual energy can accurately differentiate uric acid-containing urinary calculi from calcium stones[J]. World Journal of Urology, 2016, 34(9): 1297-1302.
- [6] 李炯明, 王光, 刘建和, 等. 螺旋 CT 扫描预测上尿路结石成分的体内研究[J]. 临床泌尿外科杂志, 2010, 25(2): 98-100.  
LI J M, WANG G, LIU J H, et al. Determination of upper urinary calculi chemical composition by helical computed tomography in vivo[J]. Journal of Clinical Urology, 2010, 25(2): 98-100. (in Chinese).
- [7] 邓拓, 廖邦华, 王坤杰, 等. CT 值在预测泌尿系结石的成分、硬度及碎石时间方面的作用[J]. 实用医学杂志, 2014, 30(21): 3530-3533.  
DENG T, LIAO B H, WANG K J, et al. The role of CT value in predicting the composition, hardness and lithotripsy time of urinary calculus[J]. Journal of Practical Medicine,

- 2014, 30(21): 3530-3533. (in Chinese).
- [8] 艾合买提·卡德尔, 阿不都米吉提·阿不都克力木, 汪清. 非增强螺旋 CT 平扫对上尿路结石成分预测的体内研究[J]. 国际泌尿系统杂志, 2017, 37(1): 56-58.  
AIHEMAITI ·KADEED, ABUDUMIJITI ·ABUDUKELIMU, WANG Q. Determination of chemical composition of upper urinary calculi by reformatting unenhanced spiral CT in vivo[J]. International Journal of Urology and Nephrology, 2017, 37(1): 56-58. (in Chinese).
- [9] SHAHNANI P S, KARAMI M, ASTANE B, et al. The comparative survey of Hounsfield units of stone composition in urolithiasis patients[J]. Journal of Research in Medical Sciences: The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences, 2014, 19(7): 650-653.
- [10] 杨克桢. CT 值均匀性评价方法研究[J]. 中国测试, 2016, 42(1): 7-11.  
YANG K C. A modified evaluation method for CT value uniformity[J]. China Measurement & Test, 2016, 42(1): 7-11. (in Chinese).
- [11] TAILLY T, LARISH Y, NADEAU B, et al. Combining mean and standard deviation of hounsfield unit measurements from preoperative CT allows more accurate prediction of urinary stone composition than mean hounsfield units alone[J]. Journal of Endourology, 2016, 30(4): 453-459.
- [12] 王进峰, 吴志坚, 刘鑫国, 等. CT 预测泌尿系结石易碎性的临床研究[J]. 实用医学杂志, 2008, 24(7): 1158-1161.  
WANG J F, WU Z J, LIU X G, et al. Clinical study of CT predicting friability of urinary calculus[J]. Journal of Practical Medicine, 2008, 24(7): 1158-1161. (in Chinese).
- [13] GALLIOLI A, DE LORENZIS E, BOERI L, et al. Clinical utility of computed tomography Hounsfield characterization for percutaneous nephrolithotomy: A cross-sectional study[J]. BMC Urology, 2017, 17(1): 104.
- [14] 范兵, 王霄英, 邱建星, 等. 能谱 CT 与常规 CT 对泌尿系结石 CT 值的相关性分析[J]. CT 理论与应用研究, 2016, 25(4): 403-408. doi:10.15953/j.1004-4140.2016.25.04.03.  
FAN B, WANG X Y, QIU J X, et al. Evaluation of urinary calculi: A comparison of CT values between spectrum CT and conventional CT[J]. CT Theory and Applications, 2016, 25(4): 403-408. doi:10.15953/j.1004-4140.2016.25.04.03. (in Chinese).
- [15] 陈浩, 陈辑, 金讯波. 红外光谱分析对泌尿系结石成分分析及预防指导的应用意义[J]. 泌尿外科杂志: 电子版, 2017, 9(3): 34-38.  
CHEN H, CHEN J, JIN X B. Significance of infrared spectroscopy analysis applied for urinary calculi components analysis and prevention guidance[J]. Journal of Urology Clinicians: Electronic Version, 2017, 9(3): 34-38. (in Chinese).
- [16] 吴宗强, 王国民. 尿路结石构成成分的分析方法进展[J]. 中国临床医学, 2014, 21(5): 624-626.  
WU Z Q, WANG G M. Advance in the methods for the analysis of the composition of urinary calculi[J]. Chinese Journal of Clinical Medicine, 2014, 21(5): 624-626. (in Chinese).
- [17] 田湘英, 赵相胜. 泌尿系统结石成分分析的影像学技术对比与展望[J]. 中国临床医学影像杂志, 2014, 25(5): 347-349.  
TIAN X Y, ZHAO X S. Urinary calculi component analysis with imaging technology comparison and prospect[J]. Journal of China Clinic Medical Imaging, 2014, 25(5): 347-349. (in Chinese).
- [18] 黄志杰, 姚秀琼, 欧阳健明, 等. 珠江三角洲地区泌尿系结石组分与尿微晶性质研究[J]. 广东医学, 2010, 31(1): 66-68.  
HUANG Z J, YAO X Q, OUYANG J M, et al. Study on composition of urinary stones and the property of urinary crystallites in Pearl River Delta area[J]. Guangdong Medical Journal, 2010, 31(1): 66-68. (in Chinese).

# Study of Conventional Quantitative CT in the Identification of Urinary Tract Stones

ZHOU Zhenyuan<sup>1</sup>, ZHANG Junwen<sup>2</sup>, LIU Zhifeng<sup>1</sup>, CAI Jinhui<sup>1</sup>,  
RUAN Yaoqin<sup>1</sup>, GUO Donghua<sup>1</sup>, LIU Qingyu<sup>1,3✉</sup>, XU Jing<sup>2</sup>

1.a).Department of Radiology; b).Department of urology surgery, Zengcheng District People's Hospital of Guangzhou, Zengcheng 511300, China

2.Department of Radiology, Sun Yat-sen Memorial Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510120, China

**Abstract:** Objective: The aim of this study is to assess the value of spiral CT parameters in differentiating stone composition of urinary tract. Methods: Preoperative CT data of 112 patients with urinary calculi in our hospital from May 2016 to March 2018 were collected. All images were reviewed using abdomen windows to evaluate the following data of stone: the diameter (d), mean CT value (HUM), standard deviation of the mean CT value (HUSD), and the ratio of average CT value/diameter (HUD). The the differences of various stone components were compared for the above factors with statistical methods. Diagnostic performance of the d, Hum, HUSD and HUD for different stone components were measured by receiver operating characteristic curve (ROC curve). Results: There were 21 cases of uric acid stones, 49 cases of calcium oxalate monohydrate, 10 cases of carbonate apatite and 27 cases of mixed stones. The HUM, HUSD and HUD values of uric acid stones were significantly lower than other types of stones, and the difference were statistically significant between uric acid stones and non-uric acid stones (n calcium oxalate stone, carbonate apatite and mixed stones) in HUM, HUSD and HUD values ( $P < 0.05$ ). There were no significant difference in HUM, HUSD and HUD values between non-uric stones ( $P > 0.05$ ). There was no significant difference in the d value of various stones ( $P > 0.05$ ). The area under the ROC curve of d, HUM, HUSD and HUD to identify the stone components were 0.444, 0.915, 0.972 and 0.858, respectively. Conclusion: The HUM, HUSD and HUD values of spiral CT can identify uric acid stones and non-uric acid stones. Among them, HUSD has the best identification efficiency, but it cannot distinguish all types of non-uric acid stones.

**Keywords:** spiral CT; average CT value; CT standard deviation; urinary tract stones; stone composition



**作者简介:** 周镇源 (1973—), 男, 广州市增城区人民医院影像科主治医师, Tel: 13632206116, E-mail: 954624521@qq.com; 刘庆余✉ (1972—), 中山大学孙逸仙纪念医院硕士研究生导师, 广州市增城区人民医院影像科主任, 主任医师, Tel: 13694201711, E-mail: liu.qingyu@163.com。