

论 著

能谱CT多参数成像在腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移诊断中的初步研究*

胡钰洋*

首都医科大学附属北京世纪坛医院
影像科(北京 100038)

【摘要】目的 探讨能谱CT多参数成像在腹盆腔恶性肿瘤患者腹膜转移诊断中的应用价值。**方法** 采用回顾性研究,收集2021年1月至2023年12月首都医科大学附属北京世纪坛医院104例腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移患者及104例单纯腹盆腔恶性肿瘤患者临床资料,分别设为研究组和对照组。采用能谱CT多参数成像测定两组动脉期和静脉期40 keV对应CT值、碘含量(IC)、水含量(WC)及能谱曲线斜率(λ_{HU}),偏相关性分析能谱CT多参数成像与腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移关系,受试者工作特征曲线(ROC)分析能谱CT多参数成像诊断腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移价值。

结果 (1)研究组血清CA125、CEA、AFP含量及动脉期、静脉期40 keV对应CT值、IC、 λ_{HU} 均高于对照组($P<0.05$);(2)控制CA125、CEA、AFP等有意义变量后,动脉期、静脉期40 keV对应CT值、IC、 λ_{HU} 仍与腹盆腔恶性肿瘤腹部转移呈正相关($P<0.05$);(3)动脉期、静脉期40 keV对应CT值、IC、 λ_{HU} 联合与肿瘤标志物诊断腹盆腔恶性肿瘤腹部转移价值近似,优于动脉期、静脉期40 keV对应CT值、IC、 λ_{HU} 单一诊断价值。**结论** 动脉期、静脉期40 keV对应CT值、IC、 λ_{HU} 在腹盆腔恶性肿瘤患者腹膜转移患者中呈高表达,联合检测诊断效能高,可帮助临床学者识别高危人群,及时采取精准治疗措施,控制疾病进展。

【关键词】 腹盆腔恶性肿瘤;腹膜转移;能谱CT;多参数成像;能谱曲线斜率;碘含量

【中图分类号】 R737.31

【文献标识码】 A

【基金项目】 北京市海淀区卫生健康发展科研
培育计划(HP2022-19-506005)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.03.033

A Preliminary Study of Multi-parameter Imaging with Energy Spectrum CT in the Diagnosis of Peritoneal Metastasis of Abdominal and Pelvic Malignancies*

HU Yu-yang*

Department of Imaging, Beijing Shijitan Hospital Affiliated to Capital Medical University, Beijing 100038, China

ABSTRACT

Objective To investigate the application value of energy spectrum CT multi-parameter imaging in the diagnosis of peritoneal metastases in patients with abdominal and pelvic malignant tumors. **Methods** A retrospective study was conducted to collect clinical data of 104 patients with abdominal and pelvic malignant tumor with peritoneal metastasis and 104 patients with simple abdominal and pelvic malignant tumor in Beijing Shijitan Hospital Affiliated to Capital Medical University from January 2021 to December 2023, which were set as study group and control group respectively. The CT value, iodine content (IC), water content (WC) and slope of energy spectrum curve (λ_{HU}) of 40 keV in arterial and venous stage were measured by energy spectrum CT multi-parameter imaging. The correlation between energy spectrum CT multi-parameter imaging and peritoneal metastasis of abdominal and pelvic malignant tumors was analyzed by partial correlation analysis. Receiver operating characteristic curve (ROC) was used to analyze the value of energy spectrum CT multi-parameter imaging in the diagnosis of peritoneal metastasis of abdominal and pelvic malignancies. **Results** (1) The contents of CA125, CEA and AFP in serum and the corresponding CT value, IC and λ_{HU} of 40 keV in arterial and venous phases in the study group were higher than those in the control group ($P<0.05$). (2) After controlling for significant variables such as CA125, CEA and AFP, CT value, IC and λ_{HU} corresponding to 40 keV in arterial and venous stages were still positively correlated with abdominal metastasis of abdominal pelvic malignant tumors ($P<0.05$). (3) The value of CT value corresponding to 40 keV in arterial and venous stages, IC and λ_{HU} combined with tumor markers in the diagnosis of abdominal metastasis of abdominal pelvic malignant tumors was similar to that of CT value corresponding to 40 keV in arterial and venous stages, IC and λ_{HU} in the diagnosis of abdominal metastasis. **Conclusion** CT value, IC and λ_{HU} corresponding to 40 keV in arterial and venous stage are highly expressed in patients with peritoneal metastasis of abdominal and pelvic malignant tumors, and the combined detection has high diagnostic efficiency, which can help clinicians to identify high-risk groups, take timely and accurate treatment measures, and control disease progression.

Keywords: Abdominal and Pelvic Malignant Tumor; Peritoneal Metastasis; Energy Spectrum CT; Multi-parameter Imaging; Slope of Energy Spectrum Curve; Iodine Content

腹盆腔恶性肿瘤包含胃癌、卵巢癌、肠癌等,即使经历手术及全身化疗,仍面临复发、转移风险^[1-2]。据统计,卵巢癌腹膜转移发生率达62%,胃癌、肠癌腹膜转移发生率达50%,具有病情进展快、治疗难度大、预后差等特点,早期鉴别诊断对确定合理防治措施,保证患者生命健康具有显著现实意义^[3-4]。影像学检查是腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移重要诊断手段,如超声、MRI、能谱CT多参数成像技术等,三者各具优缺点,超声易受肠道气体、宫腔内节育器等因素影响,MRI检查时间长、价格昂贵,相对而言能谱CT多参数成像技术临床适应症更加广泛^[5-7]。能谱CT多参数成像技术可全面、直观显示腹盆部腹膜及脏器情况,还可通过能谱分析获取碘含量(IC)、CT值、能谱曲线斜率(λ_{HU})等多个参数,早期发现复发及转移,指导临床决策^[8]。本研究拟分析能谱CT多参数成像诊断腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移价值,并与肿瘤标志物进行比较,以期为本病个体化治疗提供更多循证依据。结果如下:

1 资料与方法

1.1 临床资料 采用回顾性研究,收集2021年1月至2023年12月首都医科大学附属北京世纪坛医院104例腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移患者及104例单纯腹盆腔恶性肿瘤患者临床资料,分别设为研究组和对照组。本研究经北京世纪坛医院伦理委员会审核批准(审批号:sjtkyll-lx-2023(002))。

纳入标准:病理活检证实腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移;年龄 ≥ 20 岁,不限男女;均接受肿瘤细胞减灭术及腹腔内热灌注化疗;临床资料齐全。(2)排除标准:非腹盆腔恶性肿瘤所致腹膜转移;不可切除肝转移;有腹腔外转移;重要脏器器质性病变。

1.2 方法 (1)自临床科室病历系统中调取性别、年龄、腹盆腔恶性肿瘤类型、腹水、吸烟史、饮酒史、甲胎蛋白(AFP)、CEA、CA125等资料,其中AFP、CEA、CA125采用化学发光法(美国雅培i-2000全自动化学发光免疫分析仪)测定。(2)选用GE Revolution256排512层超高端能谱CT(美国GE公司),检查前4~6 h口服适量对比剂,充盈消化道,先行

【第一作者】胡钰洋,男,初级技师,主要研究方向:肿瘤及慢性疾病的影像学诊断。E-mail: 1107592148@qq.com

【通讯作者】胡钰洋

常规盆腔平扫, 后行双期动态增强扫描, 扫描范围: 自髂脊至耻骨联合下缘水平, 扫描条件: 管电压高低能量瞬时切换(140/80 kVp), 自动mA, 螺距0.516, 转速0.5 s/周, 准直40 mm, 层间距、层厚 5.00 mm, 经肘静脉注射碘海醇1.2mg/kg, 流率3.0mL/s, 注射后25~30 s、60~75 s后行动脉期、静脉期扫描。将动脉期、静脉期原始图像重建后上传至AW4.4工作站, GSI Viewer后处理软件行能谱分析, 以肿瘤实性部分作为感兴趣区(ROI), 测定40 keV对应CT值、IC、水含量(WC), 计算 λ_{HU} , 取3次测量均值。 $\lambda_{HU}=(40 \text{ keV对应CT值}-100 \text{ keV对应CT值})/60$ 。上述检查操作均由2名10年以上影像科医师进行共同诊断, 出现异议时, 应请教上级医师, 得出统一诊断结果。

1.3 观察指标 (1)两组临床资料及肿瘤标志物。(2)两组能谱CT参数。(3)能谱CT参数与腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移的偏相关性分析。(4)能谱CT参数单一及联合诊断腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移价值。(5)能谱CT参数与肿瘤标志物诊断腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移价值对比。

1.4 统计学方法 应用SPSS 28.0软件包处理数据, 计量资料符合正态分布、近似方差齐性采用($\bar{x} \pm s$)表示, 组间比较采用独立样

本t检验, 偏态分布计量资料采用[M(Q₁, Q₃)], 计数资料以n(%)表示, 两两比较采用卡方检验, 偏相关性分析相关性, 受试者工作特征曲线(ROC)及曲线下面积(AUC)分析诊断效能。P<0.05表明差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床资料及肿瘤标志物 研究组血清CA125、CEA、AFP含量均高于对照组, 差异有统计学意义(P<0.05); 两组性别、年龄、腹盆腔恶性肿瘤类型、腹水、吸烟史、饮酒史比较差异无统计学意义(P>0.05)。见表1。

2.2 两组能谱CT参数 研究组动脉期、静脉期40 keV对应CT值、IC、 λ_{HU} 均高于对照组, 差异有统计学意义(P<0.05); 两组动脉期、静脉期WC比较差异无统计学意义(P>0.05)。见表2。

2.3 能谱CT参数与腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移的偏相关性分析 控制CA125、CEA、AFP等有意义变量后, 动脉期、静脉期40 keV对应CT值、IC、 λ_{HU} 仍与腹盆腔恶性肿瘤腹部转移呈正相关(P<0.05), 见表3。

表1 两组临床资料及肿瘤标志物比较[n(%)]

| 组别 | n | 男/女 | 年龄(岁) | 腹盆腔恶性肿瘤类型 | | | | 腹水 | 吸烟史 | 饮酒史 |
|------------------|-----|-------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | 胃癌 | 卵巢癌 | 宫颈癌 | 结直肠癌 | | | |
| 研究组 | 104 | 25/79 | 58.05±4.43 | 21(20.19) | 57(54.81) | 15(14.42) | 11(10.58) | 26(25.00) | 20(19.23) | 13(12.50) |
| 对照组 | 104 | 27/77 | 56.94±5.81 | 17(16.35) | 60(57.69) | 13(12.50) | 14(13.46) | 22(21.15) | 17(16.35) | 16(15.38) |
| t/χ ² | | 1.103 | 1.550 | 1.000 | 0.433 | 0.296 | 0.361 | | | |
| P | | 0.749 | 0.123 | 0.801 | 0.510 | 0.587 | 0.548 | | | |

续表1

| 组别 | n | CA125(U/ml) | CEA(ng/ml) | AFP(ng/ml) |
|-----|-----|--------------|-------------|------------|
| 研究组 | 104 | 123.31±36.88 | 45.52±10.11 | 13.68±3.89 |
| 对照组 | 104 | 86.64±26.12 | 36.64±10.85 | 10.11±3.03 |
| t | | 8.275 | 6.106 | 7.384 |
| P | | <0.001 | <0.001 | <0.001 |

表2 两组能谱CT参数比较

| 组别 | n | 40 keV对应CT值(HU) | WC(mg/cm ³) | IC(100 μg/cm ³) | λ_{HU} |
|-----|-----|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|
| 研究组 | 104 | | | | |
| 动脉期 | | 143.34±42.55 ^a | 1017.42±30.51 ^a | 14.28±4.28 ^a | 1.80±0.54 ^a |
| 静脉期 | | 151.18±45.38 ^b | 1020.33±34.46 ^b | 14.80±4.46 ^b | 1.66±0.50 ^b |
| 对照组 | 104 | | | | |
| 动脉期 | | 100.56±30.89 | 1015.99±32.44 | 9.98±3.01 | 1.25±0.38 |
| 静脉期 | | 104.42±33.15 | 1021.45±35.59 | 10.21±3.55 | 1.13±0.34 |

注: 与对照组动脉期比较, ^aP<0.05; 与对照组静脉期比较, ^bP<0.05。

表3 能谱CT参数与腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移的偏相关性分析

| 项目 | 偏相关系数 | 95%CI | P | |
|-----|----------------|-------|-------------|--------|
| 动脉期 | 40 keV对应CT值 | 0.802 | 0.789~0.886 | <0.001 |
| | IC | 0.766 | 0.712~0.853 | <0.001 |
| | λ_{HU} | 0.820 | 0.800~0.917 | <0.001 |
| 静脉期 | 40 keV对应CT值 | 0.805 | 0.781~0.869 | <0.001 |
| | IC | 0.781 | 0.723~0.845 | <0.001 |
| | λ_{HU} | 0.814 | 0.796~0.904 | <0.001 |

2.4 能谱CT参数单一及联合诊断腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移价值 ROC曲线结果显示, 能谱CT参数联合诊断腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移的AUC为0.928(95%CI: 0.884~0.959), 特异性及敏感性分别为90.38%、80.77%, 明显高于动脉期、静脉期40 keV对应CT值、IC、 λ_{HU} 单一诊断价值, 见表4、图1。

表4 能谱CT参数单一及联合诊断腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移价值

| 项目 | AUC | 95%CI | 临界值 | 特异性 | 敏感性 | P | |
|-----|-----------------------|-------------|-------------|-------------------------------------|--------|--------|--------|
| 动脉期 | 40 keV对应CT值 | 0.799 | 0.738~0.851 | 119.72 HU | 77.78% | 70.19% | <0.001 |
| | IC | 0.838 | 0.781~0.886 | 11.25 100 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ | 84.62% | 68.27% | <0.001 |
| | λ_{HU} | 0.806 | 0.746~0.858 | 1.54 | 73.08% | 74.04% | <0.001 |
| 静脉期 | 40 keV对应CT值 | 0.819 | 0.760~0.869 | 131.50 HU | 75.00% | 75.00% | <0.001 |
| | IC | 0.829 | 0.771~0.877 | 13.56 100 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ | 86.54% | 66.35% | <0.001 |
| | λ_{HU} | 0.746 | 0.681~0.804 | 1.54 | 69.23% | 69.23% | <0.001 |
| 联合 | 0.928 | 0.884~0.959 | - | 90.38% | 80.77% | <0.001 | |

注：“-”表示无临界值。

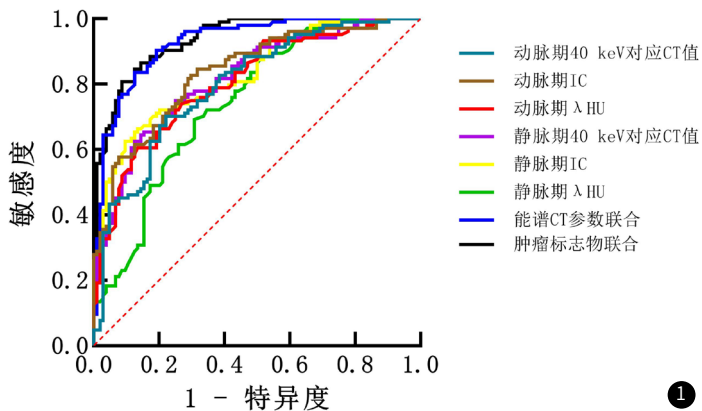


图1 ROC曲线。

2.5 能谱CT参数与肿瘤标志物诊断腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移价值对比 CA125、CEA、AFP单一诊断腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移的AUC分别为0.825(95%CI: 0.766~0.874)、0.782(95%CI: 0.719~0.836)、0.804(95%CI: 0.744~0.856), 当临界值为122.32 U/ml、40.69 ng/ml、13.24 ng/ml时, 诊断特异性为83.65%、78.85%、78.85%, 敏感性为68.27%、65.38%、71.15%; 三者联合诊断腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移的AUC为0.938(95%CI: 0.896~0.967), 诊断特异性为85.58%, 敏感性为86.54%。能谱CT参数联合诊断腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移效能接近肿瘤标志物联合诊断效能, 见图1。

2.6 典型病例 见图2和图3。

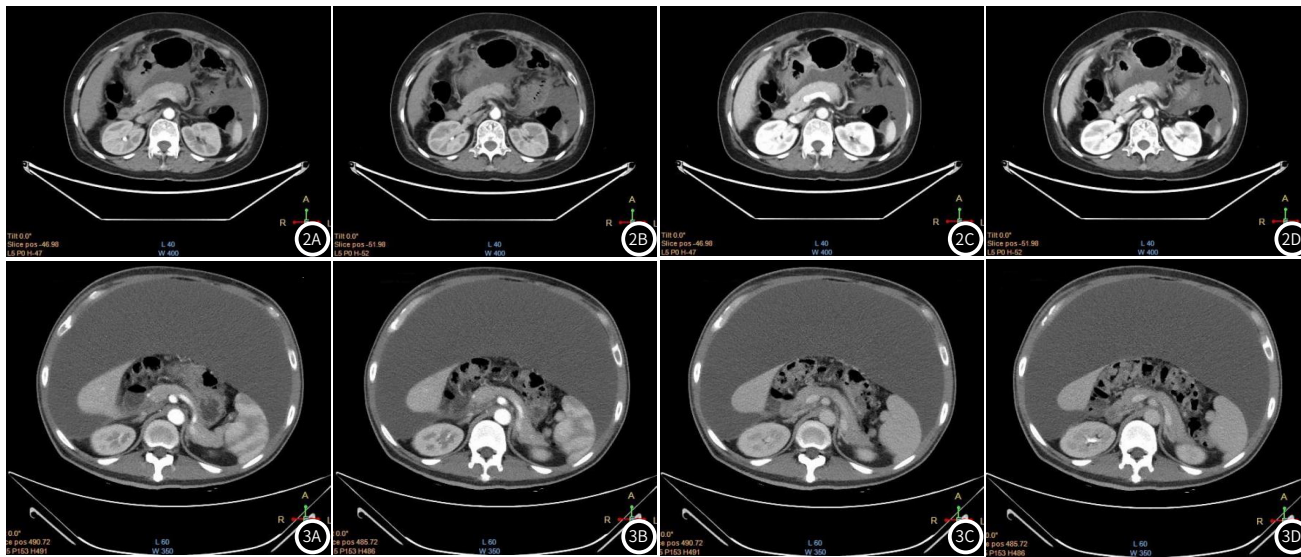


图2 女, 卵巢癌腹膜转移患者能谱CT多参数成像图像。2A~2B: 动脉期能谱CT多参数成像图像, 2C~2D: 静脉期能谱CT多参数成像图像。

图3 男, 胃癌腹膜转移患者能谱CT多参数成像图像。3A~3B: 动脉期能谱CT多参数成像图像, 3C~3D: 静脉期能谱CT多参数成像图像。

3 讨论

腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移除原发肿瘤表现外, 还伴有腹痛、腹胀、腹水等症状, 若未及时治疗, 可加剧病情进展, 影响疾病预后^[9-11]。病理活检是本病诊断金标准, 但其属于有创操作, 操作不当可能引起一系列并发症, 不适用于临床筛查及随访, 需探索无创、高效检查手段^[12-13]。

能谱CT是CT发展史的里程碑, 采用双电压瞬时切换采集高

低两组能量数据, 经数据能谱解析, 可最大限度保证双能量图像的一致性、准确性^[14]。能谱CT除提供肿瘤CT形态学征象外, 还可提供CT值、IC、 λ_{HU} 等定量参数, 打破传统CT单参数成像局面, 客观反映病灶组织学特征^[15-16]。碘是CT能谱分析中常用基物质对, 在碘基图上测定IC, 可客观反映肿瘤血流动力学变化^[17]。 λ_{HU} 是反映能谱曲线差异的敏感指标, 其值与物质密度、摄碘率

密切相关,测定其值高低有助于了解病变性质、组织起源及其内部构成^[18]。相关研究表明,90 keV后肿瘤灶CT值明显下降,能谱曲线出现重叠、交叉,故本研究选取40 keV对应CT值、IC、 λ_{HU} ^[19]。邓凯等^[20]学者指出,40 keV对应CT值、IC、 λ_{HU} 在卵巢恶性肿瘤中存在明显差异,且均具备卵巢癌诊断效能。谢聿娟等^[21]发现,能谱CT参数与肿瘤因子(Her-2、P53)呈负相关,可用于指导胃癌术前分期。朱文玲等^[22]研究报道,双能CT参数可在一定程度上反映结直肠癌细胞增殖程度。由此可见,能谱CT在腹盆腔恶性肿瘤定性、定位诊断中具有独特优势,但其是否具备腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移诊断效能尚缺乏丰富医学证据。本研究数据显示,研究组动脉期、静脉期40 keV对应CT值、IC、 λ_{HU} 均高于对照组($P < 0.05$),说明测定能谱CT参数对腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移具有提示作用。推测原因与两组患者肿瘤内部微血管构成、代谢产物、血流量不同有关。腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移患者体内含有大量新生血管,大量对比剂随着血液短时间内进入肿瘤,单纯腹盆腔恶性肿瘤新生血管密度低,无明显动静脉瘘及迂曲血管,对比剂进入速度慢且剂量少。另创新性绘制ROC曲线发现,动脉期、静脉期40 keV对应CT值、IC、 λ_{HU} 均可诊断腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移,其中以动脉期IC诊断AUC最高,临床实际中应高度警惕动脉期IC变化情况,一旦超出临界值应立即采取治疗措施,以期最大限度延缓病情进展,降低腹膜转移发生风险。

CA125、CEA、AFP均属广谱性肿瘤标志物,在卵巢癌、宫颈癌、结直肠癌鉴别诊断、预后评估方面具有高度特异性,临床认可度高^[23-25]。本研究比较两组CA125、CEA、AFP血清含量变化发现,以研究组升高最为明显,说明腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移患者体内肿瘤标志物变化相对明显。从ROC曲线得知,CA125、CEA、AFP均具备诊断效能,可从分子层面为临床诊断腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移提供科学依据。在此背景下,本研究初步尝试比较能谱CT参数与传统肿瘤标志物诊断效能,其AUC分别为0.928、0.938,均接近1,进一步证实能谱CT在腹盆腔恶性肿瘤腹膜转移鉴别诊断中有效性及可行性,可为本病后续诊治提供科学指导。但能谱CT参数与传统肿瘤标志物联合能否取得更好效果尚不得知,可作为后续研究方向之一。

综上,动脉期、静脉期40 keV对应CT值、IC、 λ_{HU} 在腹盆腔恶性肿瘤患者腹膜转移患者中呈高表达,联合检测有助于提高诊断效能,为临床早期精准治疗提供影像学参考依据。本研究属小样本回顾性研究,加以研究过程中仅测定肿瘤实性部分能谱CT参数,可能会引起部分数据偏差,未来应开展多中心、大样本的前瞻性临床研究进行证实。

参考文献

[1] Wei PK, Gupta M, Tsai LL, et al. Spectrum of MRI features of mucin-producing neoplasms in the abdomen and pelvis[J]. *Radiographics*, 2022, 42(2): 469-486.

[2] Chandler CS, Bell MM, Chung SK, et al. Intraperitoneal pretargeted radioimmunotherapy for colorectal peritoneal carcinomatosis[J]. *Mol Cancer Ther*, 2022, 21(1): 125-137.

[3] Harada K, Yamashita K, Iwatsuki M, et al. Intraperitoneal therapy for gastric cancer peritoneal carcinomatosis[J]. *Expert Rev Clin Pharmacol*, 2022, 15(1): 43-49.

[4] Han Q, Tan SR, Gong LQ, et al. Omental cancer-associated fibroblast-derived exosomes with low microRNA-29c-3p promote ovarian cancer peritoneal metastasis[J]. *Cancer Sci*, 2023, 114(5): 1929-1942.

[5] Hafeez M, Sattar A, Farooqui WA. Inter observer reliability for peritoneal carcinomatosis at computed tomography[J]. *J Pak Med*

Assoc, 2023, 73(5): 973-977.

[6] 马冬玲, 张梦娇, 孙学芹, 等. 超声双重造影参数、预后营养指数对胃癌伴腹膜转移患者预后的预测价值分析[J]. *中国医刊*, 2024, 59(4): 417-423.

[7] 赵姝娟, 张光华, 周晓光, 等. 上皮性卵巢癌患者CT、MRI影像学特征及与血清标志物CEA、CA199、CA125水平的相关性研究[J]. *现代生物医学进展*, 2022, 22(4): 775-780, 785.

[8] Zorzetto G, Coppola A, Molinelli V, et al. Spectral CT in peritoneal carcinomatosis from ovarian cancer: a tool for differential diagnosis of small nodules[J]. *Eur Radiol Exp*, 2022, 6(1): 45.

[9] Dobrindt EM, Güll-Klein S, Alberto Vilchez ME, et al. Peritoneal carcinomatosis of gastric cancer: Treatment options for peritoneal carcinomatosis of gastric cancer[J]. *Chirurgie (Heide 1b)*, 2022, 93(12): 1133-1138.

[10] Foster JM, Zhang C, Rehman S, et al. The contemporary management of peritoneal metastasis: A journey from the cold past of treatment futility to a warm present and a bright future[J]. *CA Cancer J Clin*, 2023, 73(1): 49-71.

[11] Torun BC, Glehen O, Kepenekian V, et al. Peritoneal metastasis of advanced epithelial ovarian carcinoma treated with cytoreductive surgery and hyperthermic intraperitoneal chemotherapy: a retrospective international multicentric data analysis[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2023, 49(8): 1489-1494.

[12] 刘超, 李雷, 麦威. 青年结直肠癌患者伴同时性腹膜转移的预测指标分析[J]. *重庆医学*, 2023, 52(18): 2801-2804.

[13] 杨杰, 白延军. 上皮性卵巢癌术前应用磁共振成像对病症分型诊断及预测发生腹膜转移价值分析[J]. *浙江创伤外科*, 2023, 28(5): 986-990.

[14] Greffier J, Villani N, Defez D, et al. Spectral CT imaging: technical principles of dual-energy CT and multi-energy photon-counting CT[J]. *Diagn Interv Imaging*, 2023, 104(4): 167-177.

[15] Deng LN, Yang JJ, Ren TZ, et al. Can spectral computed tomography (CT) replace perfusion CT to assess the histological classification of non-small cell lung cancer[J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2023, 13(8): 4960-4972.

[16] Grange R, Si-Mohamed S, Kepenekian V, et al. Spectral photon-counting CT: Hype or hope for colorectal peritoneal metastases imaging[J]. *Diagn Interv Imaging*, 2024, 105(3): 118-120.

[17] 张国晋, 李昇霖, 孔维芳, 等. 能谱CT多参数成像鉴别孤立性肺结核与肺腺癌[J]. *中国医学影像技术*, 2023, 39(1): 42-47.

[18] 孙宁, 邱琦蕾, 吴雨雪, 等. 基于双能量CT中双能量指数、原子序数结合能谱曲线斜率对于鉴别泌尿系结石成分的价值研究[J]. *中国医学装备*, 2024, 21(3): 53-57.

[19] 陈素月, 陈望, 郭荣, 等. 双能量CT多定量参数联合常规CT征象鉴别卵巢原发上皮性肿瘤良恶性的价值[J]. *分子影像学杂志*, 2023, 46(6): 1035-1042.

[20] 邓凯, 闫欣, 刘朝娣, 等. 能谱CT多参数成像在卵巢癌诊断中的初步研究[J]. *实用放射学杂志*, 2018, 34(12): 1933-1936.

[21] 谢聿娟, 张德健. 双源双能CT多定量参数与胃癌患者术前分期及肿瘤因子相关性分析[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2022, 20(2): 130-133.

[22] 朱文玲, 李雨蒙, 岳思宇, 等. 双能CT联合临床病理特征预测结直肠癌Ki-67表达的价值[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2024, 22(2): 142-145.

[23] Kim JH, Cho HW, Park EY, et al. Prognostic value of CA125 kinetics, half-life, and nadir in the treatment of epithelial ovarian cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Gynecol Cancer*, 2023, 33(12): 1913-1920.

[24] Firut A, Scurtu S, Schenker M, et al. Carcinoembryonic antigen CEA - prognostic value in immediate post-operative mortality in colorectal cancer[J]. *Curr Health Sci J*, 2023, 49(4): 579-583.

[25] Chaudhuri AG, Samanta S, Dey M, et al. Role of alpha-fetoprotein in the pathogenesis of cancer[J]. *J Environ Pathol Toxicol Oncol*, 2024, 43(2): 57-76.

(收稿日期: 2024-07-22)

(校对: 赵望淇 排版: 张鸿葵)