•腹部影像学 •

双能量能谱 CT 成像对壶腹周围癌诊断价值

韦炜, 余永强, 李小虎, 吕维富, 邓克学, 赵英明

【摘要】目的:通过分析壶腹周围癌能谱 CT 参数特征,探讨能谱成像在判断不同组织来源壶腹部肿瘤中的应用价值。方法:将行能谱 CT 检查并经手术或活检病理证实的壶腹周围 88 例分成 3 组,其中胰头腺癌 39 例,胆总管末端腺癌 22 例,十二指肠乳头腺癌 27 例。分别测量增强各期病灶的能谱曲线斜率、水浓度、碘浓度及标准化碘浓度(NIC),采用单因方差分析和 Scheffe 检验比较各能谱参数之间的差异。结果:三期增强扫描中,3 组之间水浓度无统计学差异(P>0.05)。碘浓度:胆总管末端腺癌组分别为动脉期 23.34 mg/mL,门脉期 25.79 mg/mL,延迟期 25.52 mg/mL;十二指肠乳 头腺癌组分别为动脉期 14.35 mg/mL,门脉期 18.15 mg/mL,延迟期 19.47 mg/mL;胰头腺癌组分别为;动脉期 10.10 mg/mL,门脉期 13.01 mg/mL,门脉期 18.15 mg/mL。标准化碘浓度:胆总管末端腺癌动脉期 0.22,门脉期 0.59, 延迟期 0.85;十二指肠乳头腺癌组动脉期为 0.16,门脉期为 0.39,延迟期 0.59;胰头腺癌组动脉期 0.09,门脉期 0.30,延迟期 0.46。斜率:胆总管末端腺癌组动脉期为 0.16,门脉期为 0.39,延迟期 2.83;十二指肠乳头腺癌组动脉期斜率为 1.64,门 脉期斜率为 2.11,延迟期斜率为 2.21;胰头腺癌组动脉期斜率为 1.08,门脉期斜率为 1.30,延迟期斜率为 1.37;各值均为 胆总管末端腺癌组最高,胰腺癌组最低,且两两比较均有统计学差异(P<0.05)。结论:CT 能谱成像多参数联合诊断有助 于鉴别壶腹周围癌的起源。

【关键词】 体层摄影术,X线计算机; 腺癌; 诊断

【中图分类号】R814.42; R730.261 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2015)10-1026-05

DOI:10.13609/j. cnki. 1000-0313. 2015. 10. 013

Preliminary study of dual energy gemstone spectral imaging in the diagnosis of periampullary carcinoma WEI Wei, YU Yongqiang, LI Xiao-hu, et al. Anhui Provincial Hospital Affiliated to Anhui Medical University, Hefei 230001, P. R. China

[Abstract] Objective: To investigate the value of dual-energy spectral computed tomographic imaging (DESCT) in the diagnosis of carcinomas in the ampullary region. **Methods**: Eighty-eight patients with ampullary region carcinomas (39 pancreatic adenocarcinomas, 22 biliary adenocarcinomas, 27 duodenal papilla adenocarcinomas) underwent DESCT prior to biopsy or surgery. The CT spectral imaging features were retrospectively analyzed, using one-way analysis of variance and Scheffe-test. **Results**: During tri-phasic enhanced scans, there were no significant differences in the concentration of water among three groups. The values of concentration of iodine were 10. 10mg/mL (pancreatic adenocarcinomas) vs 23. 34mg/mL (common bile duct adenocarcinaomas) vs 14. 35mg/mL (duodenal papilla adenocarcinomas) in arterial phase (AP), 13. 01mg/mL vs 25. 79mg/mL vs 18. 15mg/mL in portal phase (PP) and 12. 88mg/mL vs 25. 52mg/mL vs 19. 47mg/mL in delayed phase (DP). NIC (normalized iodine concentration) were 0.09 vs 0.22 vs 0.16 in AP,0. 30 vs 0.59 vs 0.39 in PP, and 0. 46 vs 0. 85 vs 0. 59 in DP. Slope were 1.08 vs 2. 51 vs 1. 64 in AP,1. 30 vs 3. 07 vs 2. 11 in PP, and 1. 37 vs 2. 83 vs 2. 21 in DP. The concentration of Iodine, NIC and slope were highest in the biliary adenocarcinoma group and lowest in the pancreatic adenocarcinoma group, and significant differences were seen among the three groups. **Conclusion**: DESCT with multiple parameters can provide useful diagnostic information about the origin of masses in the ampullary region.

[Key words] Tomography, X-ray computed; Adenocarcinoma; Diagnosis

作者单位:230001 合肥,安徽省立医院放射科(韦炜、吕维富、邓克学、赵英明);230022 合肥,安徽医科大学第一附属医院放射科(余永强、李 小虎) 作者简介:韦炜(1977-),女,安徽旌德人,博士,副主任医师,主要从事腹部影像学诊断工作。 基金项目:国家自然科学青年科学基金项目(81501468);2015 年安徽省科技厅公益性技术应用研究联动计划项目(15011d04028)

(上接1025)

vascular liver tumors:effect of body size on selection of the optimal monochromatic energy level[J]. AJR, 2014, 203(6):1257-1264.

[6] Pinho DF, Kulkarni NM, Krishnaraj A, et al. Initial experience with single-source dual-energy CT abdominal angiography and comparison with single-energy CT angiography:image quality, enhancement, diagnosis and radiation dose[J]. Eur Radiol, 2013, 23 (2):351-359.

- [7] Costello JE, Cecava ND, Tucker JE, et al. CT radiation dose: current controversies and dose reduction strategies[J]. AJR, 2013, 201(6):1283-1290.
- [8] Arcadi T, Maffei E, Mantini C, et al. Coronary CT angiography using iterative reconstruction vs. filtered back projection: evaluation of image quality[J]. Acta Biomed, 2015, 86(1):77-85.

(收稿日期:2015-05-18 修回日期:2015-07-20)

壶腹周围癌是指起源于壶腹部 2 cm 以内的范围, 包括 Vater 壶腹、胆总管末端、胰管开口处、十二指肠 乳头及其周围粘膜的癌^[1]。虽然上述病变均位于胰头 区,或与胰头紧密相连,目易互相侵犯而难以分清原发 部位,患者早期临床表现与外科手术方法几乎相同,但 是由于起源不同,病变的手术切除率及预后有很大不 同。为了决定是否手术,如何确定手术范围,以及判断 患者的预后,将其进一步定性非常有必要。常规 CT 增强扫描及灌注成像常用于壶腹周围癌的诊断,但是 难以做到明确诊断[2,3]。CT能谱成像(gemstone spectral imaging, GSI) 技术采用单 X 线管 50 cm FOV 内双能量成像模式,突破了传统 CT 的单参数成 像,通过定量多能谱参数(能谱曲线、碘浓度、水浓度及 40~140 keV 单能量图像)综合分析,为壶腹周围癌的 鉴别提供了一种新方法。本研究旨在初步探讨宝石 CT 能谱成像在鉴别壶腹周围癌的起源中的价值。

材料与方法

1. 临床资料

选择 2011 年 10 月-2013 年 12 月间,在我院行 能谱 CT 检查并经手术或活检病理证实的 88 例壶腹 周围癌,其中胰头腺癌 39 例(男 27 例,女 12 例;年龄 范围 24~78 岁,平均 62.2±11.7 岁),胆总管末端腺 癌 22 例(男 13 例, 女 9 例; 年龄范围 31~83 岁, 平均 59.0±11.8岁),十二指肠乳头腺癌 27 例(男 11 例, 女 16 例;年龄范围 30~78 岁,平均 62.3±12.6 岁)。

2. 检查方法

采用 GE 能谱 CT Discovery CT750HD(HDCT) 扫描机。患者检查前禁食 6~8h,扫描前 15 min 饮用 清水 800~1000 mL 并臀部肌注 654-Ⅱ15~20 mg。 所有患者行常规平扫确定病变范围,增强扫描所用对 比剂为非离子型碘对比剂(300 mg I/mL),注射流量 80~100 mL,注射流率 3.0 mL/s,采用能谱扫描模式 (gemstone spectral imaging,GSI)行动脉期(开始注药 后 30 s)、门脉期(70 s)和延迟期(3 min)增强扫描。螺 旋扫描速度 0.8 s/周,螺距 1.375,准百宽度 0.625 mm ×64;电压为高低能量(140 kVp 和 80 kVp)0.5 ms 瞬 时切换,管电流约为550mA。所有患者均获得增强扫 描的常规混合能量图,对原始数据进行单能处理,并将 动脉期、门脉期及延迟期 Mono 图像传送至 Advanced Workstation(ADW4.5,GE Health)工作站。

3. 图像观察与分析

图像分析与测量均在 ADW4.5 工作站进行。由 两名有经验的影像医师利用 GSI Viewer 软件对单能 图像(70 keV,1.25 mm)进行分析。病灶大小分别在 轴面、矢状面及冠状面进行测量,选择并记录其最大 径。感兴趣区(region of interest, ROI)放置干病灶中 央,ROI 面积为该层面病灶的 1/2~2/3,尽量避开液 化坏死区。腹主动脉 ROI 置于病灶同层面腹主动脉 中心区域。

测量及分析的数据包括:①病灶 ROI 平均能谱曲 线: 先在单能量图像上获得病灶 $40 \sim 140$ keV(以 10 keV为间隔)的各能量水平 CT 值(HU),计算出 3 组各能量水平下的平均 CT 值,并画出 3 组的平均能 谱曲线;②在基物质密度图像上分别测量 ROI 的水浓 度(mg/mL)和碘浓度(100 ug/mL),腹主动脉 ROI的 碘浓度(100 ug/mL),并计算病灶 ROI 的标准化碘浓 度(normalized iodine concentration,NIC,即病灶与胸 主动脉碘浓度之比):③能谱曲线的斜率:采用公式斜 率= (HU 40 keV-HU100 keV)/60 计算病变的衰 减曲线斜率。

4. 统计学分析

使用 SPSS 18.0 统计分析软件,分别对 3 组的水 浓度、碘浓度、NIC、斜率进行方差齐性检验及单因素 方差分析,比较3组间能谱特征是否存在差异。3组 间均数不同时,两两比较使用 Scheffe 检验。所有 P <0.05 表示差异有统计学意义。

结 果

增强扫描各期3组病变平均能谱曲线均呈递减 型,低能量水平3组间CT值差别越大:胆总管末端腺 癌组位于最上方,斜率最大;胰头腺癌组曲线位于最下 方,斜率最小;十二指肠乳头腺癌组居中(图1~6)。

3 组病变水浓度、碘浓度、标准化碘浓度(NIC)、斜 率比较结果如下:对增强各期能谱参数应用单因素方 差分析得出:3组间水浓度均无统计学差异;碘浓度、 NIC 及斜率均有统计学差异。增强扫描各期,碘浓度、 NIC 及斜率 3 组间两两比较,应用 Scheffe 检验均有 统计学差异(表1~3)。

延迟期3组平均能谱曲线。



表1 增强动脉期3组能谱参数比较

能谱参数	胰腺癌	十二指肠乳头腺癌	1 胆总管末端腺癌 (n=22)	F值	P 值	Scheffe 两两比较		
	(n=39)	(n=27)				$1\!\sim\!2$	$2 \sim 3$	$1\!\sim\!3$
水浓度(mg/mL)	1034.05 ± 9.15	1037.41 ± 13.98	1041.31 ± 11.38	2.91	0.060	0.501	0.493	0.062
碘浓度(mg/mL)	10.10 ± 4.29	14.35 ± 4.01	23.34 \pm 9.77	33.62	0.000	0.024	0.000	0.000
NIC	0.09 ± 0.04	0.16 ± 0.06	0.22 ± 0.11	25.68	0.000	0.001	0.006	0.000
斜率	1.08 ± 0.53	1.64 ± 0.41	2.51 ± 1.04	32.81	0.000	0.005	0.000	0.000

注:1 为胰腺癌组,2 十二指肠乳头腺癌,3 为胆总管末端腺癌;P<0.05 为差异有显著性。

表 2 增强门脉期 3 组能谱参数比较

能谱参数	胰腺癌	十二指肠乳头腺癌	胆总管末端腺癌 (n=22)	F值	P 值	Scheffe 两两比较		
	(n=39)	(n=27)				$1\!\sim\!2$	$2 \sim 3$	$1\!\sim\!3$
水浓度(mg/mL)	1036.25 ± 9.41	1041.40 ± 8.89	1040.53 ± 10.53	2.75	0.070	0.104	0.951	0.249
碘浓度(mg/mL)	13.01 ± 6.13	18.15 ± 5.35	25.79 \pm 8.57	26.32	0.000	0.010	0.001	0.000
NIC	0.30 ± 0.15	0.39 ± 0.07	0.59 ± 0.20	29.58	0.000	0.045	0.000	0.000
斜率	1.30 ± 0.51	2.11±0.64	3.07±1.13	39.35	0.000	0.000	0.000	0.000

注:1 为胰腺癌组,2 十二指肠乳头腺癌,3 为胆总管末端腺癌;P<0.05 为差异有显著性。

表 3 增强延迟期 3 组能谱参数比较								
能谱参数	胰腺癌 (n=39)	十二指肠乳头腺癌 (n=27)	胆总管末端腺癌 (n=22)	F值	P值	Scheffe 两两比较		
						$1\!\sim\!2$	$2 \sim 3$	$1\!\sim\!3$
水浓度(mg/mL)	1036.03 ± 10.49	1040.11 ± 9.55	1041.61 ± 13.88	2.08	0.131	0.349	0.896	0.178
碘浓度(mg/mL)	12.88 ± 5.72	19.47 \pm 4.81	25.52 \pm 6.53	36.01	0.000	0.000	0.002	0.000
NIC	0.46 \pm 0.20	0.59 ± 0.14	0.85 ± 0.18	33.09	0.000	0.017	0.000	0.000
斜率	1.37 ± 0.67	2.21 ± 0.63	2.83 ± 1.03	27.22	0.000	0.000	0.021	0.000

注:1 为胰腺癌组,2 十二指肠乳头腺癌,3 为胆总管末端腺癌;P<0.05 为差异有显著性。





图6 女,65岁,手术病理证实为十二指肠乳头中-低分化腺癌(箭)。a)能谱曲线图; b)70 keV 单能量图; c)水基物质图; d) 碘基物质图。

能谱曲线,不同化学构成的组织其 能谱曲线不同,因此可以应用能谱 曲线来区分不同组织。与传统的 常规 CT 相比, CT 能谱成像提供 了包括常规 CT 值、单能量的 CT 值,基物质浓度值、有效原子序数 在内的多个定量指标[10];不仅能 多方位观察病灶的形态学信息,还 能够通过利用单能量图像、碘基 图、水基图等参数,了解病变的组 织病理学信息。研究显示[11-13] GSI在区分不同组织类型的肿瘤 及肿瘤分级鉴别方面有广阔前景。 碘是 CT 增强中最常用的对比剂, 可以利用 GSI 扫描获得碘基图, 并准确测量图像上病灶的碘含量, 从而反映病灶内部的血供情况。 本研究通过对病变能谱曲线的分 析及碘-水基物质对的定量分析,

从而产生反映不同物质的特征性

讨 论

胰腺、胆道系统和 Vater 壶腹有着共同的胚胎起 源,它们共同起源于胚胎前肠^[4],其临床症状及影像表 现有很多相似之处,但不同病变的临床预后截然不同。 由于病变的起源不能够精确地判断,对于4种不同起 源的壶腹周围癌均行胰十二指肠切除术,如果术前能 够精确诊断,就可以根据病变的起源及范围采取不同 的手术方式:例如对于十二指肠乳头癌,十二指肠局部 切除就已经足够;对于胰腺癌或胆管癌,手术方式相 同,但预后却不尽相同^[5-8]。Riall 等长期随访数据显 示:行胰十二指肠切除术后十二指肠肿瘤5年生存率 为59%,壶腹癌约为39%,远端胆管癌下降到27%, 而胰头癌仅为15%^[9]。因此,术前正确诊断对临床治 疗方案的制定及预后的判断具有重要的指导意义。 CT 常用于对于临床拟诊壶腹周围新生物的患者进行 诊断及分期。CT增强后多期扫描不同病变的强化方 式及 CT 值不同。然而,常规 CT 的混合能量图像测 得的 CT 值是相对的,不能准确反映组织本身的 X 线 衰减特性。

能谱 CT 采用单 X 线管瞬时切换技术,在 0.5 ms 内实现 80 和 140 kVp 之间快速转换,同时获取两组数 据,获得物质分离图像和 40~140 keV 之间不同能量 水平的单能量图像。单能量图像可以克服线束硬化伪 影运动干扰,提高图像的密度分辨率及信噪比,利于病 灶显示。CT 能谱成像可以显示不同物质随着 X 线能 量水平(keV)的变化而变化的 X 线衰减系数(HU), 探讨能谱 CT 在鉴别壶腹周围癌的起源中的价值。

本研究通过对胰头腺癌、胆总管末端腺癌及十二 指肠乳头腺癌的能谱分析发现增强扫描各期,3组病 例在低 KeV 下单能量图像中 CT 值差异较为显著, 100~140 keV 3 组能谱曲线几乎重叠;40~100 keV,3 组曲线斜率均有统计学差异,胆总管末端腺癌组斜率 最大,胰头腺癌组斜率最小,十二指肠乳头腺癌组居 中;水浓度在不同期相、不同性质病灶中无统计学差 异;增强各期各组间碘浓度均有统计学差异。

由于碘浓度不仅与病变的血供有很大关系,还受 对比剂总剂量、注射速度、个体循环差异等因素的影 响。因此,本研究以病灶所在层面腹主动脉作为参照, 获得同期病灶的标化碘浓度(NIC),以排除个体差异 对碘浓度的影响,结果表明:增强各期,各组间标化碘 浓度(NIC)均有统计学差异。

能谱曲线、碘浓度值及标化碘浓度(NIC)更加直 观、客观的反映了3组不同病理的病灶在增强过程的 摄碘情况。胰腺癌病理成分为较多的纤维间质,且肿 瘤周围供血小动脉内膜增生导致小血管变窄,是导致 胰腺癌为乏血供的病理基础,特别是动脉期扫描表现 肿瘤强化不明显,与正常胰腺实质形成明显密度 差^[14]。发生于胆总管胰头段的恶性肿瘤又称胆总管 末端癌,多为分化较好的腺癌,占肝外胆管癌 60%左 右^[15]。胆总管末端癌呈早期明显强化和管壁不规则 的环形强化,且具有延迟强化的特点^[16]。十二指肠乳 头癌:增强扫描呈轻至中度均匀或不均匀强化,门脉期 肿瘤可达到最大的强化^[17]。能谱 CT 可以消除硬化 伪影并可以定量测量碘含量,可以较常规 CT 更准确 的反应不同病灶之间的血流灌注差异。

本研究具有一定的局限性:①研究的总体样本量 较小及部分病例数较少;②未能对各组中各种病变不 同分化的腺癌进行独立研究;③能谱扫描辐射剂量较 常规扫描剂量大,扫描序列有待于优化。在今后的研 究中,有待于进一步扩大样本量进行更细致的研究,以 期得到更加可靠的能谱参数值。

总而言之,DESCT 三期增强扫能够对病变进行物 质定量分析,这能够在术前帮助我们判断壶腹周围病 变的起源,更好的帮助临床制定治疗方案及判断预后。 然而,最终的确诊仍需依赖于病理诊断。

参考文献:

- Kim JH, Kim MJ, Chung JJ, et al. Differential diagnosis of periampullary carcinomas at MR imaging [J]. Radiographics, 2002, 22 (6):1335-1352.
- [2] Lepanto L, Arzoumanian Y, Gianfelice D, et al. Helical CT with CT angiography in assessing periampullary neoplasms.identification of vascular invasion[J]. Radiology.2002.222(2):347-352.
- [3] House MG, Yeo CJ, Cameron JL, et al. Predicting resectability of periampullary cancer with three-dimensional computed tomography[J]. J Gastrointest Surg, 2004, 8(3): 280-288.
- [4] Henson DE, Schwartz AM, Nsouli H, et al. Carcinomas of the pancreas, gall bladder, extra-hepatic bile ducts, and ampulla of Vater share a field for carcinogenesis [J]. Arch Pathol Lab Med, 2009,133(1):67-71.
- [5] Bakaeen FG, Murr MM, Sarr MG, et al. What prognostic factors are important in duodenal adenocarcinoma? [J]. Arch Surg, 2000, 135(6):635-642.
- [6] Ahn YJ, Kim SW, Park YC, et al. Duodenal-preserving resection of the head of the pancreas and pancreatic head resection with sec-

ond-portion duodenectomy for benign lesions, low-grade malignancies, and early carcinoma involving the periampullary region[J]. Arch Surg, 2003, 138(2):162-168.

- [7] Bohra AK, Mckie L, Diamond T. Transduodenal excision of ampullary tumors[J]. Ulster Med J,2002,71(2):121-127.
- [8] Fong Y, Blumgart LH, Lin E, et al. Outcome of treatment for distal bile duct cancer[J]. Br J Surg, 1996,83(12):1712-1715.
- [9] Morris-Stiff G, Alabraba E, Tan YM, et al. Assessment of survival advantage in ampullary carcinoma in relation to tumour biology and morphology[J]. Eur J Surg Oncol, 2009, 35(7):746-750.
- [10] 李剑颖. CT 能量成像技术进展和临床应用[J]. CT 影像杂志, 2010,11(1):10-13.
- [11] 倪鸣飞,王丽君,董越,等.能谱 CT 成像鉴别诊断良恶性甲状腺 结节[J].中国医学影像技术,2012,28(9):1642-1645.
- [12] 陈丽红,薛蕴青,段青,等.CT 能谱成像定量评估胃癌分化程度 [J].中国医学影像技术,2013,29(2):225-229.
- [13] 吴维,张进华,万维佳,等.能谱 CT 诊断孤立性肺结节肿块的初步研究[J].放射学实践,2014,29(9):998-1002.
- [14] Bluemke DA, Cameron JL, Hruban RH, et al. Potentially resectable pancreatic adenocarcinoma; spiral CT assessment with surgical and pathologic correlation[J]. Radiology, 1995, 197(2); 381-385.
- [15] Jea Hoon Lim. Cholangiocarcinoma: morphologic classification according to growth pattern and imaging findings[J]. AJR,2003, 181(3):819-827.
- [16] Kim JY, Lee JM, Han JK, et al. Contrast-enhanced MRI combined with MR cholangiopancrea-tography for the evaluation of patients with biliary strictures: differentiation of malignant from benign bile duct strictures[J]. J Magn Reson Imaging, 2007, 26 (2):304-312.
- [17] 尹智伟,辛喜娣,王大虎,等.十二指肠乳头癌的螺旋 CT 诊断 [J].临床放射学杂志,2008,27(8):1057-1059.

(收稿日期:2015-05-07 修回日期:2015-06-15)

下期要目

乳腺影像学专题 艾滋病合并消化道恶性肿瘤的 CT 表现 CARE-kV 技术在下肢动脉 CTA 中的应用 老年性结肠多发憩室的 MSCT 诊断 颅骨孤立性浆细胞瘤的影像学表现 12 例颅内血管外皮细胞瘤的影像及病理表现 CT 导引下微波消融治疗少血供型肝癌的临床应用

主胰管胰头段水平角及开角方向与急性胰腺炎相关性的 MRI研究

中轴区原发骨内型原始神经外胚层肿瘤 CT 和 MRI 表现 心率对左心功能指数、主动脉强化 CT 值及延迟时间的影响 脑卒中高危人群视网膜中央动脉血流动力学与亚临床 脑梗死的相关性研究