

# 能谱 CT 对胰腺疾病的诊断价值

管莹, 刘白鹭

**【摘要】** 能谱 CT 在胰腺疾病的诊断和鉴别诊断中具有很大的优势,可在更低的辐射剂量下获得更清晰的图像,提高胰腺疾病的检出率,早期发现小病灶,可为胰腺疾病的定性诊断和定量评估提供更为可靠的依据。本文即对能谱 CT 在诊断胰腺疾病中的应用进展进行综述。

**【关键词】** 能谱 CT; 体层摄影术, X 线计算机; 胰腺疾病; 胰腺肿瘤; 胰腺炎

**【中图分类号】** R576; R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2016)01-0093-03

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2016.01.022

能谱 CT 在胰腺疾病的检测和鉴别诊断上存在着很大的优势,尤其是对胰腺小病灶的检测和鉴别,包括对小病灶的定性分析和早期诊断、肿瘤性病变的鉴别及肿瘤疾病的分级等<sup>[1-3]</sup>。通过增加不同组织的对比,低 keV 图像不仅可以呈现动静脉系统,还可以发现等密度病灶;而高 keV 图像则可以更好地减轻金属以及硬化伪影。用碘作对比剂时能谱 CT 可以利用不同的基物质以及能量水平显示并且放大富含血供的小病灶。同时,能谱 CT 在检测多发病灶与血管影鉴别方面具有很大的优势<sup>[4]</sup>。

## 能谱 CT 成像原理

CT 成像的基本原理是通过计算以及测量 X 线穿透物质所导致的衰减,而 CT 能谱成像的基本原理则是通过两个能量点(140 kVp 和 80 kVp)的瞬时切换来表达物质特有的对 X 线衰减的吸收曲线,并可同时获得混合能量图像、单能量图像和物质分离图像,可以进行物质分离及物质组成成分分析,也可对多参数的单能量图像,特别是对特定的组织基物质的图像进行分析和比较。能谱曲线图是随着 X 线能量水平(keV)的变化而变化的 X 线衰减系数所生成的 40~140 keV 共 101 个单能量图像,可满足不同能量水平下疾病诊断的需要。最佳 keV 值的选择有利于病灶的显示<sup>[5]</sup>,即最佳对比噪声比(contrast to noise ratio, CNR),就是在某一能量水平病灶与实质脏器之间的衰减差异可以达到最大而噪声值最低。

通过 CT 能谱成像可获得基物质的单能量图像,也能得到一系列的特定能量水平的 CT 图像,这就使得单能量图像可以通过提高图像的对比噪声比来进一步得到更加精确的 CT 图像。CT 能谱成像综合分析可在肿瘤的浸润程度、病理类型、恶性程度、淋巴结的转移与否以及远处转移灶的诊断方面提供有效信息,在肿瘤的诊断和治疗中发挥作用。

## 能谱 CT 在胰腺相关疾病中的诊断优势

### 1. 胰岛素瘤的检出

胰岛素瘤是一种可引起明显的低血糖症状,继而引发低血糖昏迷等严重并发症的胰腺神经内分泌功能性肿瘤,一般体积

较小,治疗的唯一手段是手术。胰岛素瘤是一种良性肿瘤为主的肿瘤,手术中要求尽量保留正常胰腺组织,因此准确的术前定位尤为重要。因为肿瘤通常较小,但也有多种影像学表现,传统 CT 混合能量下周围正常组织和部分病变的密度差异很小,使其容易被误诊和漏诊,进而耽误患者病情。

能谱 CT 的物质分离技术不仅可以通过注射对比剂检测到较小的病灶,还可以在较低能量值下明显提高器官组织的对比,得到较高的 CT 值差异,张静等<sup>[6]</sup>利用 CT 能谱成像分析胰岛素瘤,发现不同能谱扫描模式下动脉期图像均优于门静脉期,最佳 keV 能量图像和碘基图优于 70 keV 单能量图像,认为能谱 CT 多参数图像联合应用有利于提高胰岛素瘤的诊断符合率。

能谱瞬切技术可以通过产生 101 个单能量级来选择合适的单能量图像,这就使得较小的病变也可被及时发现;采用物质分离的碘基图像及最佳 keV 图像,能够清楚显示胰腺内病灶。对于等密度病灶,除使用最佳单能图像外,在增强扫描中,碘基图像可以发现轻微的碘沉积,达到发现及诊断的目的。

### 2. 黏液性囊性肿瘤以及寡囊型浆液性囊腺瘤的鉴别诊断

浆液性囊腺瘤一般由体检发现,是一种良性疾病;而黏液性囊性肿瘤侵袭性较强,更偏向于恶性肿瘤,两种肿瘤的临床治疗方法不同,准确的术前诊断对临床治疗方案的制定起着指导作用。由于相似的影像学表现,常规 CT 难以区分寡囊型浆液性囊腺瘤(serous oligocystic adenomas, SOA)与黏液性囊性肿瘤(mucinous cystic neoplasms, MCNs)。

SOA 与 MCNs 的囊性成分在 CT 能谱成像特征上有明显差异,主要表现在低能量水平的 CT 值、有效原子序数及基物质浓度方面。SOA 与 MCNs 的囊液密度均较低,难以用常规 CT 值进行鉴别,SOA 以及 MCNs 的囊液可以通过单能量图像的 CT 能谱成像加以鉴别,此时两者差异较大。林晓珠等<sup>[7]</sup>研究显示,SOA 在动脉晚期 40~60 keV 及门脉期 40~50 keV 的 CT 值、有效原子序数、钙浓度、碘浓度等均低于 MCNs,其动脉晚期水浓度高于 MCNs,表明两者的囊性成分在 CT 能谱成像上具有明显差异,SOA 与 MCNs 的鉴别诊断缺乏特异性指标,为了提高诊断效能需要联合多项相关指标<sup>[8,9]</sup>。CT 能谱成像通过传统临床指标与定量指标相结合,可以在肿瘤鉴别方面起到重要作用。

### 3. 胰腺假性囊肿

急性慢性胰腺炎以及胰腺损伤可导致胰腺假性囊肿的形

作者单位:150086 哈尔滨,哈尔滨医科大学附属第二医院 CT 室

作者简介:管莹(1987-),女,黑龙江肇东人,硕士研究生,主要从事影像医学与核医学研究工作。

通讯作者:刘白鹭, E-mail:liubailuhmu@126.com

成,而 4 周以上的急性胰周积液也可导致假性囊肿的形成<sup>[10]</sup>。与胰管相通的胰腺假性囊肿的囊液中含有脂肪酶以及高活性淀粉酶,并不含有实质性成分。胰腺假性囊肿的临床表现可以影响胰腺炎的严重程度、囊肿的位置及大小、囊肿的生长速度以及并发症的发生。

能谱 CT 通过测定胰腺假性囊肿的囊液呈现逐渐下降的对数或指数能谱曲线,表明胰腺假性囊肿内的囊液含有高密度物质,而纯水的能谱 CT 曲线是通过原点的直线。能谱 CT 门脉期和动脉期并未表现为强化状态,增强后单能量图像的 CT 值表现为升高状态,并且其能谱曲线比平扫期升高。而曲线直线化后其斜率 3 期之间并无显著差异,形态也基本没有变化,说明增强前后胰腺假性囊肿的囊液本质并没有发生变化,而曲线上升的原因可能是因为背景密度升高所导致。与常规 CT 相比,CT 能谱成像提供了更多的定量指标和分析工具,能够多方面反映被检物质的性质。

#### 4. 胰腺癌的诊断

胰腺癌是一种全身恶性肿瘤,恶性程度高,而早期无明显的特异性临床症状,就诊时多已为中晚期,导致患者手术切除率低、预后较差<sup>[11]</sup>。影像学检查可对胰腺癌是否可以手术做出准确的评估并指导临床决策,避免不必要的剖腹探查。恶性肿瘤具有很强的浸润性,对于肿瘤浸润程度和侵及范围的评估,直接关系到肿瘤的分期判断及治疗方案的选择,间接影响到预后评估<sup>[12]</sup>。在肿瘤浸润范围的评估中,影像学检查发挥着重要作用,目前仍是最常用的手段。

常规 CT 检查评估浸润范围主要是观察肿瘤邻近解剖结构的变化、密度异常等,对于早期侵犯密度和结构改变尚不明显时的判断效果欠佳。胰腺癌能谱 CT 检查,动脉期单能量图像显示胰腺癌通常为低密度病灶,水基图为等或略低于胰腺周围组织密度,碘基图呈低于周围胰腺组织的密度改变,境界不清;门脉期单能量图像胰腺癌病灶仍为低密度病灶,水基图为等或略低于周围胰腺组织密度,碘基图呈低于周围胰腺组织的密度改变,病灶周边可见一定程度碘浓聚而呈稍高密度改变。通过敏感的能谱曲线工具,可以观察早期癌周结构、密度的异常,同时可以和正常结构进行对比,一旦发现异常改变,即可提示诊断。

#### 5. 鉴别胰腺癌与肿块型胰腺炎

肿块型胰腺炎(mass-forming focal pancreatitis, FP)是慢性胰腺炎的一种特殊类型,病理上表现为胰腺不同程度纤维化和腺体萎缩<sup>[13]</sup>,其影像学特征为病变部位肿大或局部肿块形成,与胰腺癌的影像学表现相似;由于两者的临床表现缺乏特异性,临床上将良性肿块误诊为恶性肿瘤从而行手术切除的发生率高达 10%<sup>[14]</sup>。因此,FP 和胰腺癌的鉴别诊断具有重要临床价值。

张军等<sup>[15]</sup>分别测量 FP 和胰腺癌病灶在 40~140 keV(间隔 10 keV)间不同单能量下的平均 CT 值和能谱曲线,结果发现胰腺炎组和胰腺癌组在低能量下的平均 CT 值较高,高能量下的平均 CT 值较低;且胰腺炎组在不同单能量下的平均 CT 值均高于胰腺癌组。Donofrio 等<sup>[16]</sup>的研究表明 90% 以上的 FP 呈慢性增强;Momtahan 等<sup>[17]</sup>的研究表明 FP 在动态增强扫描中以渐进性强化方式多见;Chandarana 等<sup>[18]</sup>的研究表明胰腺癌的血流灌注明显低于 FP,可以利用 FP 与胰腺癌的碘浓度差

异来进行鉴别诊断。

胰腺癌一般是乏血供肿瘤,主要由肿瘤细胞和纤维组织构成,坏死常见,增强扫描一般呈不强化或轻度强化;而 FP 主要由肉芽组织和纤维结缔组织构成,局部呈充血、水肿状态,导致血流量相对增加,增强扫描动脉期轻度强化,并且随着时间的延长呈延迟强化的特点。FP 和胰腺癌病灶内不同的物质成分和两者血流灌注的差异,均可能导致两者在不同单能量下平均 CT 值、能谱曲线及碘浓度存在差异,因此可以利用这种差异来鉴别 FP 和胰腺癌。

#### 6. 评价胰腺癌抗血管生成治疗效果

胰腺癌是恶性程度极高的胰腺外分泌肿瘤,手术切除率低,病死率较高。对于胰腺癌特别是不能手术切除的胰腺癌患者,采取合适的治疗方案,减轻患者症状,提高生存质量,改善预后,已经成为当前胰腺癌治疗的研究热点之一。

肿瘤的生长、侵袭和转移受诸多因素的影响和制约,血管形成是其中的重要因素之一。目前所知血管内皮生长因子(vascular endothelial growth factor, VEGF)是作用最强的促血管形成因子,具有分子靶向的抗血管生成药物在胰腺癌的治疗方面有着广阔的临床应用前景。

近年来,大量研究证实 CT 灌注成像参数可以在微循环水平反映肿瘤组织的血流灌注情况,与肿瘤的微血管密度具有明显相关性<sup>[19-21]</sup>,也已经应用到肿瘤抗血管药物治疗的疗效评价中<sup>[22]</sup>。但是灌注扫描要求对比剂注射流率足够快且用量不能多,防止增强峰值延迟导致动态扫描期间对比剂再循环,引起血流灌注测量的偏差;CT 灌注成像中实际测量的是感兴趣区组织中的对比剂浓度(即单位体积组织中碘的含量)及其随时间的变化规律,但对对比剂浓度及其变化情况和特点受患者的体表面积、心搏出量甚至呼吸控制水平等多因素的影响;同时 CT 灌注扫描带来的较大的辐射剂量也成为限制其广泛应用的因素。

王明亮等<sup>[23]</sup>利用 CT 能谱成像评价胰腺癌抗血管生成治疗效果,结果显示 CT 能谱成像能够在活体内进行肿瘤碘含量的测定,能敏感地检测肿瘤内碘含量的变化,反映肿瘤的微循环灌注情况,可以作为评价活体内肿瘤抗血管生成治疗疗效的参考指标。

#### 7. 壶腹周围癌

壶腹部包括十二指肠乳头附近、胰管近端、胆总管胰管结合部附近以及胆总管下端。对于不同起源以及不同生物学行为的肿瘤患者预后差异较大,而目前的检查手段并不能鉴别肿瘤的组织来源。

能谱 CT 的能谱成像技术可以通过分析不同组织的特征性能谱曲线以及有效原子序数等来鉴别肿瘤的起源,这是由于不同器官的肿瘤或者同一器官不同组织来源的肿瘤,它们的单能量衰减曲线是不同的。能谱 CT 可以通过物质分离技术定量分析碘含量,进而分析病灶内的血供变化情况及其强化特征,有利于对肿瘤定性、定位以及分级的确诊。能谱 CT 可以根据不同病理类型的壶腹部周围癌的特征性能谱曲线以及能谱特征参数进行更加精确的鉴别诊断<sup>[24]</sup>。

#### 能谱 CT 临床应用展望

能谱 CT 不仅可以临床诊断的不同需求来选择最合适的单能量图像,还能清晰展现病变以及解剖细节。通过对特征

性能谱曲线的分析来确定病变的性质、比较病变的差异,进而提供更为可信的诊断依据。能谱 CT 根据不同物质在 X 线中表达规律的不同,通过基物质成对配比分离物质后对物质进行定量分析,从而找到病灶的变化规律,进一步进行定性及定量分析。能谱 CT 分析无机物的方法是通过分析其有效原子序数来确定无机物成分,这对病灶的诊断及鉴别诊断有着重要作用。

随着临床应用研究的积累和新技术开发的不断进步,能谱 CT 在胰腺疾病的诊断中将会有更多的应用,与其他影像学检测手段间也会形成更好互补,可以在疾病早期检测和治疗后随访中发挥更多的作用。通过对能谱信息的综合分析,帮助临床医生做出及时、准确的诊断,可以根据具体情况制定合理的治疗方案,更好地服务于患者。

#### 参考文献:

- [1] 邓凯,张成琪,李伟,等. 宝石能谱 CT 的特点及临床应用价值[J]. 中国医学导报, 2011, 8(25): 16-17.
- [2] 朱延波,林晓珠,李卫侠,等. 宝石能谱 CT 在肿瘤诊断中的初步应用[J]. 诊断学理论与实践, 2010, 9(2): 155-160.
- [3] Lin XZ, Miao F, Li JY, et al. High-definition CT Gem-stone spectral imaging of the brain: initial results of selecting optimal monochromatic image for beam-hardening artifacts and image noise reduction[J]. J Comput Assist Tomogr, 2011, 35(2): 294-297.
- [4] Lv P, Lin XZ, Li J, et al. Differentiation of small hepatic hemangioma from small hepatocellular carcinoma; recently introduced spectral CT method[J]. Radiology, 2011, 259(3): 720-729.
- [5] 沈云. 宝石能谱 CT 成像原理及其扫描射线剂量[J]. 中国医疗设备, 2012, 27(9): 13-16.
- [6] 张静,林晓珠,徐学勤. CT 能谱成像在胰岛素瘤诊断中的初步研究[J]. 放射学实践, 2012, 27(3): 250-253.
- [7] 林晓珠,陈克敏,吴志远,等. CT 能谱成像在鉴别胰腺寡囊型浆液性囊腺瘤与粘液性囊性肿瘤中的价值[J]. 中华放射学杂志, 2011, 45(8): 713-717.
- [8] Morris-Stiff G, Lentz G, Chalionda S pancreatic cyst aspiration analysis for cystic neoplasms mucin or carcinoembryonic antigen; which is better? [J]. Surgery, 2010: 638- 645.
- [9] Layfield LJ, Cramer H. Fine-needle aspiration cytology of intra-ductal papillary-mucinous tumor; a retrospective analysis[J]. Diagn Cytopathol, 2005, 32(1): 16-20.
- [10] Acevedo-Piedra NG, Moya-Hoyo N, Rey-Riveiro M, et al. Validation of the determinant-based classification and revision of the Atlanta classification systems for acute pancreatitis[J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2014, 12(2): 311-316.
- [11] Michl P, Pauls S, Gress TM. Evidence-based diagnosis and staging of pancreatic cancer[J]. Best Pract Res Clin Gastroenterol, 2006, 20(2): 227-251.
- [12] Tabuchi T, Itoh K, Ohshio G, et al. Tumor staging of pancreatic adeno-carcinoma using early-and late-phase helical CT[J]. Am J Roentgenol, 1999, 173(2): 375-380.
- [13] Braganza JM, Lee SH, McCloy RF, et al. Chronic pancreatitis[J]. Lancet, 2011, 377(9772): 1184-1197.
- [14] Sugiyama Y, Fujinaga Y, Kadoya M, et al. Characteristic magnetic resonance features of focal autoimmune pancreatitis useful for differentiation from pancreatic cancer[J]. Jpn J Radiol, 2012, 30(4): 296-309.
- [15] 张军,邓克学,刘志远,等. CT 能谱成像鉴别诊断胰腺癌与肿块型胰腺炎[J]. 中国医学影像学杂志, 2015, 23(4): 268-272.
- [16] D'onofrio M, Zamboni G, Tognolini A, et al. Mass-forming pancreatitis; value of contrast-enhanced ultrasonography[J]. World J Gastroenterol, 2006, 12(26): 4181-4184.
- [17] Momtahn AJ, Balci NC, Alkaade S, et al. Focal pancreatitis mimicking pancreatic mass; magnetic resonance imaging (MRI)/magnetic resonance cholangiopancreatography (MRCP) findings including diffusion-weighted MRI[J]. Acta Radiol, 2008, 49(5): 490-497.
- [18] Chandarana H, Babb J, Macari M. Signal characteristic and enhancement patterns of pancreatic adenocarcinoma; evaluation with dynamic gadolinium enhanced MRI[J]. Clin Radiol, 2007, 62(9): 876-883.
- [19] Yao J, Yang ZG, Chen HJ, et al. Gastric adenocarcinoma: can perfusion CT help to noninvasively evaluate tumor angiogenesis? [J]. Abdom Imaging, 2011, 36(1): 15-21.
- [20] Feng ST, Sun CH, Li ZP, et al. Evaluation of angiogenesis in colorectal carcinoma with multidetector-row CT multislice perfusion imaging[J]. Eur J Radiol, 2010, 75(2): 191-196.
- [21] Yang HF, Du Y, Ni JX, et al. Perfusion computed tomography evaluation of angiogenesis in liver cancer[J]. Eur Radiol, 2010, 20(6): 1424-1430.
- [22] Thiam R, Fournier LS, Trinquart L, et al. Optimizing the size variation threshold for the CT evaluation of response in metastatic renal cell carcinoma treated with sunitinib[J]. Ann Oncol, 2010, 21(5): 936-941.
- [23] 王明亮, 缪飞, 林晓珠, 等. CT 能谱成像评价胰腺癌抗血管生成治疗价值的价值[J]. 放射学实践, 2012, 27(3): 246-249.
- [24] 柏荣荣, 孙骏, 丁健, 等. CT 能谱成像在壶腹周围癌诊断中的价值研究[J]. 中国临床医学影像杂志, 2013, 24(10): 739-741.

(收稿日期: 2015-07-13 修回日期: 2015-08-25)