

· 综述 ·

CT和MRI在壶腹周围癌诊断中的研究进展

严陈晨,何 健,张 冰*

南京大学医学院附属鼓楼医院医学影像科,江苏 南京 210008

[摘要] 壶腹周围癌发病率在恶性肿瘤中居第8~9位,病死率却高居肿瘤死亡的第4位。由于该区域复杂多变的解剖特点及病变的多样性,影像诊断与鉴别诊断一直是临床研究的重点和难点。目前多种成像技术已经用于对 Vater 壶腹及其周围组织进行研究,其中CT和MRI是侵袭性最小、应用最广泛的两种检查方法。文章拟对近年来CT和MRI在壶腹周围癌不同分类方法中的鉴别、可切除性的判断及预后相关研究的进展进行综述。

[关键词] 壶腹周围癌;CT;MRI

[中图分类号] R735.3

[文献标志码] A

[文章编号] 1007-4368(2020)04-607-06

doi:10.7655/NYDXBNS20200428

Research advances of CT and MRI in diagnosis of periampullary carcinoma

YAN Chenchen, HE Jian, ZHANG Bing*

Department of Radiology, Nanjing Drum Tower Hospital, the Affiliated Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing 210008, China

[Abstract] The incidence of periampullary cancer ranks the 8th~9th place among malignant tumors, but the fatality rate ranks the 4th among tumor deaths. Due to the complex and varying anatomical characteristics of this area and the great diversity of lesions, imaging diagnosis and differential diagnosis have always been the focus and difficulty of clinical research. At present, a variety of imaging techniques are used to study the ampulla of Vater and its surrounding tissues, among which CT and MRI are the least invasive and the most widely used. This article reviews the recent progress in the identification of cancers using CT and MRI in the different classifications of periampullary carcinoma, the assessment of resectability, and the related prognosis.

[Key words] periampullary carcinoma; CT; MRI

[J Nanjing Med Univ, 2020, 40(04): 607-612]

壶腹周围癌(periapillary carcinoma, PAC)是指起源于十二指肠大乳头附近2 cm区域的一类恶性肿瘤,包括胰头癌(约占60%)、末端胆管癌(约占20%)、壶腹癌(约占10%)以及十二指肠腺癌(约占10%)^[1]。PAC占消化系统恶性肿瘤的5%,其发病率在恶性肿瘤中居第8~9位,病死率却高居肿瘤死亡的第4位^[2]。由于该区域复杂多变的解剖特点及病变的多样性,影像诊断与鉴别诊断一直是临床研究的重点和难点。目前有多种高分辨率成像技术,如内镜超声(endoscopic ultrasonography, EUS)、腹腔

[基金项目] 国家自然科学基金(81720108022)

*通信作者(Corresponding author), E-mail: zhangbing_nanjing@nju.edu.cn

镜超声、经乳头导管内超声、术中经十二指肠超声、计算机断层扫描(computerized tomography, CT)和磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)可用于对 Vater 壶腹及其周围组织进行成像^[3]。其中,CT和MRI是侵袭性最小、应用最广泛的两种影像学检查方法,在PAC的诊断和鉴别诊断中显示了良好的效果^[4]。本文拟对近年来CT和MRI在PAC中的诊断进展进行综述。

1 CT和MRI在PAC传统四分类中的应用

PAC的传统四分类即根据癌组织的起源不同,分为胰头癌、末端胆管癌、壶腹癌和十二指肠腺癌4大类。尽管4种类型的PAC有相似的解剖位置和

临床表现,但它们的患病率、分子生物学和预后却不尽相同^[5],就预后而言,壶腹癌和十二指肠腺癌患者的总体长期生存率最高,末端胆管癌患者居中,胰头癌患者最低。因此,影像学上早期而准确的类型判断,对于PAC治疗方案的选择和预后改善至关重要。

1.1 CT方面的研究应用

CT薄层扫描是诊断PAC的重要检查方法,其与曲面重建等三维后处理技术对PAC的诊断及鉴别诊断具有重要价值,有助于术前发现病变,降低漏诊和误诊率,对临床治疗方案的选择具有一定指导作用^[6]。周占文^[7]报道称,多层螺旋CT曲面重建技术对胆总管扩张的定位诊断准确率为100%,定性诊断准确率为89.74%。但是CT薄层扫描对未发现明确病变,疑似占位体积较小,考虑为十二指肠乳头癌或壶腹癌的病例,需要选择或联用其他方法明确诊断。

CT能谱成像(gemstone spectral imaging, GSI)技术将诊断从形态学带入到功能学领域,根据能谱曲线及能谱特征参数之间存在的差异,为PAC的起源鉴别提供了一种新颖有效的方法^[8]。韦炜等^[9]通过对比胰头癌、胆总管末端癌及十二指肠腺癌的能谱CT值,发现胰头癌 < 十二指肠腺癌 < 胆总管末端癌,推断强化程度胰头癌 < 十二指肠腺癌 < 胆总管末端癌。这一结论与柏荣荣等^[10]的研究结果一致。韦炜等^[9]还比较了胰头癌、胆总管末端癌及十二指肠腺癌3组之间的水浓度、碘浓度和标准化碘浓度,发现3组间的碘浓度和标准化碘浓度均有统计学差异。与常规扫描相比,能谱扫描辐射剂量较大,扫描序列有待于优化,可以进一步研究从而有望获得更加可靠的能谱参数值。

1.2 MRI方面的研究应用

MRI因其良好的软组织对比度和无电离辐射等优势,已成为评价PAC的主要手段。磁共振胰胆管水成像(magnetic resonance cholangiopancreatography, MRCP)可以清楚直观地显示胰胆管全貌、扩张及梗阻的部位。磁共振弥散加权成像(diffusion weigh imaging, DWI)是目前唯一可以无创进行活体水分子扩散测量与成像的功能磁共振成像方法,通过计算表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)来反映水分子的随机运动,从而增加与组织结构相关的信息。目前,在临床实践中,大多数研究都采用增强MRI联合MRCP和/或DWI的检查方法。

早期有文献^[11]通过测量胆总管(common bile duct, CBD)和主胰管(main pancreatic duct, MPD)最

大径、扩张的胰胆管角度以及扩张胰胆管末端至主乳头的距离等指标,发现扩张的胰胆管末端至主乳头的距离和胰胆管角度这两者在壶腹部周围癌的3种亚型(胰头癌、末端胆管癌和壶腹癌)之间有显著性差异,其中壶腹癌的距离和胰胆管角度最小。胰头癌、末端胆管癌和壶腹癌的CBD扩张率分别为94.1%、93.8%和100.0%,MPD的扩张率分别为58.8%、43.8%和42.9%。陈晓煜等^[12]报道,4种不同类型的PAC在大小、中心位置及信号均匀性方面总体存在差异性,其动态强化特点也存在差别;PAC最常出现“双管征”,胰头癌易出现“四管征”,末端胆管癌易出现“三管征”;“鸟嘴征”多见于壶腹癌,“鼠尾征”多见于胰头癌,“截断征”多见于末端胆管癌;胰头癌组MPD直径最大、末端胆管癌组最小且其差异有统计学意义;胰头癌组和末端胆管癌组的CBD梗阻末端及MPD梗阻末端到十二指肠主乳头的距离、胰胆管汇合角度均大于壶腹癌组及十二指肠腺癌组。而张海青等^[13]研究发现十二指肠腺癌特征性MRI表现为:十二指肠腔内体积较小的肿块,扩张的胆总管末端呈钝形;末端胆总管癌特征性MR表现为:胆管腔内较小肿块或胆管壁增厚,扩张的胆管末端突然变细呈鼠尾样狭窄;壶腹癌特征性MR表现为:壶腹部胆管壁增厚,可见四管征;胰头癌特征性MR表现为:胰头增大,可见胆管腔外肿块,病变以上胆管扩张,腔胆距离及胆胰角较大,延迟强化,DWI呈高信号。笔者观察发现,仅通过MRI形态学上的观察,4种类型的PAC有时候难以明确鉴别,如陈晓煜等^[12]报道胰头癌易出现“四管征”和“鼠尾征”,而张海青等^[13]却认为“四管征”是壶腹癌的特征表现,“鼠尾征”多见于末端胆总管癌。这有待结合多种检查方法进行进一步的研究。

1.3 CT和MRI的联合应用

CT和MRI是评价PAC的重要影像手段,但也各有不足之处。CT检查的不足之处主要包括对较小病灶的敏感性、特异性相对较低;对小的肝脏转移灶敏感性不高;无法对较小肿块在腔内的生长方式进行有效评估;存在过敏样反应的风险等。与CT相比,MRI的主要优势是具有更高的信噪比,这对于评估CT检查未发现的胰腺局灶性肿块和更好地评估胆管或胰管的局限性狭窄是非常有用的;MRI的另一个优势是能够特异性检出CT检查中不确定或可疑的肝脏病变,以排除转移。但是MRI检查也有不足之处,主要表现在易受呼吸运动等伪影的影响;MRCP成像时,如果患者胆汁较少会影响胆管的显

示;有禁忌证的患者不能进行MRI检查等。临床推荐将CT和MRI检查相结合,可以提高PAC的诊断敏感性和特异性,能够更好地对肿瘤进行全方面的有效评估。

赵闯等^[14]提出,临床在评估PAC时,需要综合应用多种影像学手段并按序检查。第一步:增强CT+三维重建,明确肿块范围,做出初步诊断;第二步:对于CT检查已经发现的体积较大的肿块,考虑为末端胆管癌或胰头癌可能,建议行增强MRI+MRCP检查,进一步明确肿块性质,判断胰胆管梗阻情况,观察血管浸润及远处转移情况;而对于CT未发现明确病灶,疑似占位体积较小的病例,考虑为十二指肠腺癌或壶腹癌可能,则建议行超声内镜(endoscopic ultrasonography, EUS)检查,必要时病理活检。

2 CT和MRI在PAC改良两分类中的应用

由于Vater壶腹区域解剖结构的复杂性和变异性,在术前影像,甚至是手术切除后的组织学检查中都很困难做到对于PAC的精确解剖学定位^[15]。鉴于胰头癌在PAC中预后最差,且辅助治疗策略不同于其他PAC,故将胰头癌和其他PAC明确区分具有临床意义^[16-17]。

2.1 CT方面的研究应用

CT方面对于PAC改良两分类的研究仅见于Fong等^[18]的报道:通过对155例胰头癌,47例PCA中非胰头癌的CT表现及相关病理学指标进行分析发现,6%的胰头癌和23%的非胰头癌在CT上未见明确肿块影;40%的胰头癌在影像学 and 病理学上的肿瘤直径相差 ≥ 1 cm,多数情况下CT低估了胰头癌肿块的大小(75%);放射学上肿大的淋巴结与胰头癌真正的淋巴结转移无关(病理上淋巴结阳性病例中70%在CT上表现为肿大淋巴结,而淋巴结阴性病例中74%在CT上表现为肿大淋巴结, $P=0.5$);CT上主要内脏血管受累与血管切除或钩状切除缘阳性无关。

2.2 MRI方面的研究应用

王朗等^[19]回顾性研究纳入41例胰头癌、20例末端胆管癌及20例壶腹癌,定量分析了MR上胰胆管的改变并同时评价“暗环征”的出现情况。结果显示胰头癌的胰胆管汇合角(79.4 ± 29.4)°、十二指肠主乳头至主胰管末端间距(2.19 ± 1.29)cm均较大;“暗环征”多见于胰头癌(75.6%),少见于末端胆管癌和壶腹癌,差异均有统计学意义。表明胰胆管定量分析及“暗环征”可用于胰头癌和其他两种PAC的鉴别。此结果与Wu等^[20]的结果相一致。对于暗

环征的评估,目前主要凭主观经验,并无统一标准,还有待于进一步研究。王姚等^[21]的研究结果显示胰头癌的胰胆管汇合角及胰胆管径线和大于其他PAC[(86.2 ± 13.8)° vs. (61.6 ± 10.7)°, (9.3 ± 1.7)cm vs. (7.8 ± 1.2)cm],差异具有统计学意义。贯序实验得出胰胆管汇合角及胰胆管径线和临界点分别为70°和9 cm,敏感度和特异度为67%和96%,AUC为0.93。表明胰胆管定量分析可鉴别胰头癌及其他PAC(胆总管下段癌及壶腹癌),联合胰胆管汇合角及胰胆管径线和可进一步提高鉴别诊断能力。这3篇文献^[19-21]在收集病例时,都没有纳入PAC中的十二指肠腺癌,主要是因为十二指肠腺癌一般不引起胰胆管的扩张,没有足够的病例可以进行胰胆管的定量测量。

3 CT和MRI在PAC新型两分类中的应用

由于壶腹周围区域的复杂性,在临床实践中会发生肿瘤起源部位的错误判断^[22],尤其是当肿瘤体积较大,侵犯范围较广时,准确判断肿瘤起源部位将更加困难。因此,根据肿瘤起源部位进行分类存在一定局限性。为了更好地指导术前和术后的治疗,提出了一种基于组织学和分子特征而非解剖起源的新型分类方法,将PAC分为胰胆管型和肠型两种病理亚型^[23-24]。研究证实,肠型壶腹周围癌(IPAC)比胰胆管型壶腹周围癌(PPAC)预后要好^[25-29]。IPAC患者的中位总生存期为71.7个月,而PPAC患者的中位总生存期仅为33.3个月^[27]。无淋巴结受累患者的5年生存率,PPAC为20%,IPAC为88%^[30]。且这两种亚型对不同的化疗方案反应不同。PPAC倾向于对吉西他滨治疗有更好的反应,而IPAC则对氟尿嘧啶反应更好^[31]。因此,术前准确鉴别这两种病理学亚型显得至关重要。

3.1 CT方面的研究应用

Ivanovic等^[32]回顾性分析了32例PAC患者的术前增强多排螺旋CT(MDCT)资料,独立评估了7个MDCT特征,通过研究发现MDCT表现与PAC亚型相关,结果显示IPAC和PPAC在病变形态、CBD浸润和扩张、十二指肠胰沟浸润和胰十二指肠动脉受累方面有显著差异。综合考虑所有特征,MDCT对IPAC和PPAC的诊断灵敏度为85.7%,特异度为83.3%,准确率为84.4%,阳性预测值为80%,阴性预测值为88.2%。表明对壶腹周围区域多个CT特征的综合评估可以鉴别两种不同的组织学亚型,但是这项研究需要十二指肠达到充分扩张,并且高度依

赖放射科医生的专业知识。Lu等^[33]的回顾性研究纳入了74例患者,其中20例胰头癌、26例十二指肠腺癌、28例胃肠道间质瘤,分析了病灶MDCT增强图像动静脉期的直方图参数,包括平均值、中位数,第10、25、75、90百分位数,以及偏度、峰度和熵。结果显示十二指肠腺癌,胰头癌和胃肠道间质瘤在动脉期和静脉期具有不同的直方图特征。在ROC分析中,静脉期第90百分位数对于鉴别十二指肠腺癌和胰头癌的诊断效能最高,为0.854。在动脉期第90百分位数,将十二指肠腺癌和胰头癌与胃肠间质瘤区分开来的诊断效能分别为0.809和0.936,表明CT直方图分析可用于壶腹周围十二指肠腺癌、胰头癌和胃肠道间质瘤的鉴别诊断。这篇文献虽然并没有直接研究PAC的两种病理学亚型,而是选取了两种亚型中的典型代表——胰头癌和十二指肠腺癌,但是这两者之间不同的直方图特征为进一步研究提供了一个很好的方向。

3.2 MRI方面的研究应用

Chung等^[34]报道,MRCP显示胆管远端的卵圆形充盈缺损倾向于提示IPAC,但仍存在争议。Bi等^[35]发现渐进性强化模式和ADCmin($b=800\text{ s/mm}^2$)的组合提示PPAC,但仅ADCmin的诊断效能还不够高。此外,钆类造影剂在肾功能受损患者中的应用受到限制^[36]。因此,手术前需要一种无创、无对比增强的方法来评估病理学亚型。体积ADC直方图参数反映了整个病灶内所有体素的分布和变化,减少了感兴趣区放置的主观性,提高了定量ADC分析的重复性^[37],目前仅见于Lu等^[38]的报道:通过对40例PAC患者(其中IPAC 17例,PPAC 23例)病灶的体积ADC直方图分析发现,b值为 $1\ 000\text{ s/mm}^2$ 时,PPAC组的ADCmin、ADCmax,第5、25、50、75、90和95百分位数都低于IPAC组,差异具有统计学意义,其中ADC值的第75百分位数具有区分两种亚型的最大诊断效能,表明b值为 $1\ 000\text{ s/mm}^2$ 时的体积ADC直方图分析可能有助于术前区分PAC的两种病理学亚型。ADC直方图的评估效能还有待于更多的研究证实。

4 CT和MRI在PAC可切除性判断中的应用

PAC可切除性方面的研究主要是通过CT进行评估的。有文献报道^[39]增强CT对于PAC的定性诊断准确率可达90%以上,是目前判断肿瘤性质、评价肿瘤可切除性及制定手术方案的最重要辅助手段。韦炜等^[9]研究证实能谱CT对PAC周围血管侵犯的灵敏度、特异度及准确率分别为93.8%、98.3%

和96.7%;能谱CT预测PAC可切除性的灵敏度、特异度及准确率分别为96.0%、95.7%和96.0%。Hashemzadeh等^[40]报道称,MDCT对肿瘤可切除性判断的灵敏度为100.0%,特异度为16.7%,总准确率为84.4%。表明MDCT对PAC的术前评估灵敏度高,特异度低。低特异度可能是由于CT扫描对血管病变的诊断准确性低所导致的,所以提议CT扫描应该与其他影像学方法,特别是CT血管造影相结合,这样可以更好地评估血管受累的情况。Amr等^[41]研究结果显示术前CT观察到动脉受累是判断PAC可切除性的最显著不利因素。与其他危险因素相比,肿瘤直径大并不是一个不利因素。

5 CT和MRI在PAC预后相关方面的研究

Choi等^[42]的回顾性研究纳入了72例有PAC病史的患者,其中31例患者有83处肝微脓肿,41例患者有71处肝转移瘤,他们接受了肝脏普美显增强MRI检查。分析了图像的边缘、信号强度、环形强化、病灶周围充血、DWI和动态增强的模式,以及不同序列间病灶大小的差异,多因素分析显示以下重要参数支持肝微脓肿的诊断:胆管癌病史、病灶周围充血、动脉期至延迟期持续性边缘强化、T1WI与T2WI间及T1WI与肝胆特早期(HBPI)病灶大小的差异等。当T1WI与HBPI两期病灶大小差异 $\geq 30\%$ 或动脉期至延迟期病灶持续性边缘强化时,微脓肿的诊断准确率最高(90.9%)。当病灶这两种征象都出现时,微脓肿的诊断特异性达到100%。表明将T1WI和HBPI上病灶大小的差异与动脉期至延迟期持续性边缘强化相结合是鉴别PAC患者肝微小脓肿和肝转移瘤的可靠MRI征象,这样可以降低PAC患者肝脏转移瘤诊断的假阳性率。van Dijk等^[43]从236例PAC手术患者的前瞻性队列中挑选出47例,在第3腰椎水平评估MRI肌肉信号强度和肌肉CT值,并与生存率进行相关分析。结果显示磁共振肌肉信号强度与短期生存率相关:高强度组与低强度组的中位生存期分别为9.8个月(95%CI: 1.5~18.1个月)和18.2个月(95%CI: 10.7~25.8个月)($P=0.038$)。肌肉CT值也有类似的结果,低CT值与高CT值的中位生存期分别为10.8个月(95%CI: 8.5~13.1个月)和15.9个月(95%CI: 10.2~21.7个月)($P=0.046$)。磁共振肌肉信号强度与肌肉CT值呈负相关($r=-0.614, P<0.001$)。表明肌肉脂肪变性可以通过MRI肌肉信号强度或肌肉CT值进行充分评估。Takahashi等^[44]通过查阅2000—2014年所有行

胰十二指肠切除术的患者资料,找出影像上未发现肿块的患者。评估影像学检查和手术之间的间隔时间,并与肿块缺失进行相关分析,同时评价有或无肿块与病理改变之间的关系。结果显示CT/MRI未发现肿块的患者,从初始成像到切除的中间间隔比发现肿块的患者长(66 d vs. 41 d, $P=0.001$),但存活率无差异。影像学检查中无肿块显示在胆管癌中最常见($P < 0.001$)。影像学上无肿块与最终组织病理学上肿块较小密切相关(2.4 cm vs. 2.8 cm, $P < 0.001$)。表明PAC患者如影像检查未发现肿块,会导致诊断延迟,但是对生存率没有明显影响。

6 小结和展望

综上所述,CT和MRI在PAC影像诊断研究方面仍处于初步阶段。随着CT及MRI技术的发展,有望为PAC提供更精准的早期影像诊断,为临床术前PAC病理学分类的判断、可切除性的评估、治疗方案的制定及预后的改善提供有力的客观依据。目前新兴的放射影像组学在多种肿瘤疾病中都开展了初步探索,但是目前国内外尚未有应用于PAC的报道。放射影像组学虽尚处于起步阶段,还有诸多问题亟待解决和提高,但其无创、定量、全景式地揭示病变的优势,符合精准外科理念,期待放射影像组学在PAC研究领域的进展和突破。

[参考文献]

- [1] SONI R C, PURI A S, GARG V, et al. Comparative yield of fine needle aspiration cytology, ampullary biopsy, and needle knife assisted biopsy in the diagnosis of nonulcerated periampullary tumors [J]. *Indian J Gastroenterol*, 2013, 32(4): 258-261
- [2] DEOLIVEIRA M L, TRIVIÑO T, DE JESUS LOPES FILHO G. Carcinoma of the papilla of Vater: are endoscopic appearance and endoscopic biopsy discordant? [J]. *J Gastrointest Surg*, 2006, 10(8): 1140-1143
- [3] ALESSANDRINO F, IVANOVIC A M, YEE E U, et al. MDCT and MRI of the ampulla of Vater. Part I: technique optimization, normal anatomy, and epithelial neoplasms [J]. *Abdom Imaging*, 2015, 40(8): 3274-3291
- [4] RAMAN S P, FISHMAN E K. Abnormalities of the distal common bile duct and ampulla: diagnostic approach and differential diagnosis using multiplanar reformations and 3D imaging [J]. *AJR*, 2014, 203(1): 17-28
- [5] KIM J H, KIM M J, CHUNG J J, et al. Differential diagnosis of periampullary carcinomas at MR imaging [J]. *Radiographics*, 2002, 22(6): 1335-1352
- [6] 高雅鹏. MSCT在壶腹周围癌诊断中的应用价值[J]. *临床医学研究与实践*, 2017, 2(18): 144-145
- [7] 周占文. 多层螺旋CT曲面重建技术在临床胆总管扩张诊断中的使用价值分析[J]. *肝胆外科杂志*, 2016, 24(4): 282
- [8] JOHNSON T R, KRAUSS B, SEDLMAIR M, et al. Material differentiation by dual energy CT: initial experience [J]. *Eur Radiol*, 2007, 17(6): 1510-1517
- [9] 韦 炜, 邓克学, 赵英明, 等. 腹部双能量能谱CT成像中混合能量模式与单能量模式重建图像的比较研究[J]. *安徽医科大学学报*, 2016, 51(11): 1650-1653
- [10] 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
- [11] WU D S, CHEN W X, WANG X D, et al. Pancreaticobiliary duct changes of periampullary carcinomas: quantitative analysis at MR imaging [J]. *Eur J Radiol*, 2012, 81(9): 2112-2117
- [12] 陈晓煜, 印隆林, 谢 欢, 等. MRI联合序列检查在壶腹周围癌鉴别诊断中的价值[J]. *实用放射学杂志*, 2017, 33(6): 561-565
- [13] 张海青, 李传亭, 蒋延伟, 等. 3.0T磁共振多模态成像在壶腹周围癌诊断及鉴别诊断中的价值[J]. *医学影像学杂志*, 2019, 29(3): 439-444
- [14] 赵 闯, 戴朝六. 提高壶腹周围癌术前定性诊断的方法及意义[J]. *肝胆外科杂志*, 2018, 26(4): 245-250
- [15] POMIANOWSKA E, GRZYB K, WESTGAARD A, et al. Reclassification of tumour origin in resected periampullary adenocarcinomas reveals under estimation of distal bile duct cancer [J]. *Eur J Surg Oncol*, 2012, 38(11): 1043-1050
- [16] CHA D I, KIM Y K, CHOI S Y, et al. Pancreatic ductal adenocarcinoma: prevalence and diagnostic value of dark choledochal ring sign on T2-weighted MRI [J]. *Clin Radiol*, 2014, 69(4): 416-423
- [17] 杨 雨, 吴宝强, 蔡辉华, 等. 保留幽门的胰十二指肠切除术与传统胰十二指肠切除术治疗胰腺疾病及壶腹周围癌的术后恢复情况对比分析[J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2018, 38(10): 1435-1438
- [18] FONG Z V, TAN W P, LAVU H, et al. Preoperative imaging for resectable periampullary cancer: clinicopathologic implications of reported radiographic findings [J]. *J Gastrointest Surg*, 2013, 17(6): 1098-1106
- [19] 王 朗, 蒋小凤, 刘 川, 等. MRI对壶腹周围癌的鉴别诊断价值[J]. *医学影像学杂志*, 2018, 28(4): 618-621
- [20] WU D S, CHEN W X, WANG X D, et al. Pancreaticobiliary duct changes of periampullary carcinomas: quantitative analysis at MR imaging [J]. *Eur J Radiol*, 2012, 81(9): 2112-2117
- [21] 王 姚, 张 川. 胰胆管定量分析对壶腹周围癌的鉴别诊断价值[J]. *中华临床医师杂志(电子版)*, 2018, 12

- (7):400-404
- [22] SOER E, BROSENS L, VAN DE VIJVER M, et al. Dilemmas for the pathologist in the oncologic assessment of pancreatoduodenectomy specimens: an overview of different grossing approaches and the relevance of the histopathological characteristics in the oncologic assessment of pancreatoduodenectomy specimens [J]. *Virchows Arch*, 2018, 472(4):533-543
- [23] KUMARI N, PRABHA K, SINGH R K, et al. Intestinal and pancreatobiliary differentiation in periampullary carcinoma: the role of immunohistochemistry [J]. *Hum Pathol*, 2013, 44(10):2213-2219
- [24] BAKSHI N, DHAWAN S, NUNDY S, et al. Role of immunohistochemistry in the subtyping of periampullary adenocarcinoma[J]. *Int J Surg Pathol*, 2019, 27(6):598-608
- [25] WESTGAARD A, POMIANOWSKA E, CLAUSEN O P, et al. Intestinal-type and pancreatobiliary-type adenocarcinomas: how does ampullary carcinoma differ from other periampullary malignancies? [J]. *Ann Surg Oncol*, 2013, 20(2):430-439
- [26] RADOJKOVIC M, STOJANOVIC M, RADOJKOVIĆ D, et al. Histopathologic differentiation as a prognostic factor in patients with carcinoma of the hepatopancreatic ampulla of Vater[J]. *J Int Med Res*, 2018, 46(11):4634-4639
- [27] WILLIAMS J L, CHAN C K, TOSTE P A, et al. Association of histopathologic phenotype of periampullary adenocarcinomas with survival[J]. *JAMA Surg*, 2017, 152(1):82-88
- [28] BRONSERT P, KOHLER I, WERNER M, et al. Intestinal-type of differentiation predicts favourable overall survival: confirmatory clinicopathological analysis of 198 periampullary adenocarcinomas of pancreatic, biliary, ampullary and duodenal origin[J]. *BMC Cancer*, 2013, 13:428
- [29] WESTGAARD A, TAFJORD S, FARSTAD I N, et al. Pancreatobiliary versus intestinal histologic type of differentiation is an independent prognostic factor in resected periampullary adenocarcinoma[J]. *BMC Cancer*, 2008, 8:170
- [30] CHANG D K, JAMIESON N B, JOHNS A L, et al. Histomolecular phenotypes and outcome in adenocarcinoma of the ampulla of Vater [J]. *J Clin Oncol*, 2013, 31(10):1348-1356
- [31] KIM S M, EADS J R. Adjuvant and neoadjuvant therapy for resectable pancreatic and periampullary cancer [J]. *Surg Clin North Am*, 2016, 96(6):1287-1300
- [32] IVANOVIC A M, ALESSANDRINO F, MAKSIMOVIC R, et al. Pathologic subtypes of ampullary adenocarcinoma: value of ampullary MDCT for noninvasive preoperative differentiation[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2017, 208(3):W71-W78
- [33] LU J, HU D, TANG H, et al. Assessment of tumor heterogeneity: differentiation of periampullary neoplasms based on CT whole-lesion histogram analysis [J]. *Eur J Radiol*, 2019, 115:1-9
- [34] CHUNG Y E, KIM M J, PARK M S, et al. Differential features of pancreatobiliary - and intestinal - type ampullary carcinomas at MR imaging[J]. *Radiology*, 2010, 257(2):384-393
- [35] BI L, DONG Y, JING C, et al. Differentiation of pancreatobiliary - type from intestinal - type periampullary carcinomas using 3.0T MRI[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2016, 43(4):877-886
- [36] PASQUINI L, NAPOLITANO A, VISCONTI E, et al. Gadolinium - based contrast agent - related toxicities [J]. *CNS Drugs*, 2018, 32:229-240
- [37] LI A, XING W, LI H, et al. Subtype differentiation of small (≤ 4 cm) solid renal mass using volumetric histogram analysis of DWI at 3-T MRI [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2018, 211(3):614-623
- [38] LU J Y, YU H, ZOU X L, et al. Apparent diffusion coefficient - based histogram analysis differentiates histological subtypes of periampullary adenocarcinoma [J]. *World J Gastroenterol*, 2019, 25(40):6116-6128
- [39] 许建兴, 郑建刚, 龚波, 等. 64层螺旋CT增强扫描对较小壶腹周围癌的诊断价值探讨[J]. *中国临床医学影像杂志*, 2014, 25(2):133-135
- [40] HASHEMZADEH S, MEHRAFSA B, KAKAEI F, et al. Diagnostic accuracy of a 64-slice multi-detector CT scan in the preoperative evaluation of periampullary neoplasms [J]. *J Clin Med*, 2018, 7(5):91
- [41] AMR B, MILES G, SHAHTAHMASSEBI G, et al. Systematic evaluation of radiological findings in the assessment of resectability of peri-ampullary cancer by CT using different contrast phase protocols [J]. *Clin Radiol*, 2017, 72(8):691.e11-691.e17
- [42] CHOI S Y, KIM Y K, MIN J H, et al. The value of gadoteric acid-enhanced MRI for differentiation between hepatic microabscesses and metastases in patients with periampullary cancer [J]. *Eur Radiol*, 2017, 27(10):4383-4393
- [43] VAN DIJK D P J, BAKERS F C H, SANDULEANU S, et al. Myosteatosis predicts survival after surgery for periampullary cancer: a novel method using MRI [J]. *HPB (Oxford)*, 2018, 20(8):715-720
- [44] TAKAHASHI H, MOSLIM M A, PRESSER N, et al. Absence of a periampullary mass on cross-sectional imaging delays diagnosis and time to pancreatoduodenectomy but does not impair outcome [J]. *J Gastrointest Surg*, 2016, 20(6):1179-1187