

医学影像学在急性胰腺炎诊断中的应用

姚子蓉¹, 吴海涛^{2*}

¹青海大学研究生院, 青海 西宁

²青海大学附属医院, 青海 西宁

收稿日期: 2023年6月18日; 录用日期: 2023年7月13日; 发布日期: 2023年7月20日

摘要

随着人民生活水平的提高, 急性胰腺炎的发病率呈逐年上升的趋势, 其临床表现与病情严重程度差异较大, 与高发病率和高死亡率相关。进而, 急性胰腺炎的诊断在现代临床医疗中起到举足轻重的作用。本文将总结医学影像在急性胰腺炎的诊断中的应用, 目的是使影像与临床经验相结合而更快速、更准确的做出诊断。

关键词

急性胰腺炎, 影像, 综述

Application of Medical Imaging in the Diagnosis of Acute Pancreatitis

Zirong Yao¹, Haitao Wu^{2*}

¹Graduate School, Qinghai University, Xining Qinghai

²Affiliated Hospital of Qinghai University, Xining Qinghai

Received: Jun. 18th, 2023; accepted: Jul. 13th, 2023; published: Jul. 20th, 2023

Abstract

With the improvement of People's living standard, the incidence of acute pancreatitis disease is increasing year by year. The clinical manifestation and severity of the disease vary greatly, which is related to high morbidity and mortality. Furthermore, the diagnosis of acute pancreatitis plays an important role in modern clinical practice. This article will summarize the application of medical imaging in the diagnosis of acute pancreatitis, with the aim of combining imaging with clinical

*通讯作者。

experience to make a more rapid and accurate diagnosis.

Keywords

Acute Pancreatitis, Imaging, Review

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

急性胰腺炎是全球临床中最常见的病种之一, 临床表现差异很大, 从轻度间质性胰腺炎到伴有严重局部和全身并发症的出血坏死性胰腺炎, 病情复杂多变, 程度轻重不等, 与高发病率和高死亡率相关[1] [2]。其发病率存在一定地区差异, 为(4.9~73.4)/10 万, 且随时间推移而增加[3] [4]。胰腺炎的总体死亡率约为 1%; 然而, 在胰腺炎和器官衰竭或胰腺坏死住院患者中, 死亡率可能高达 30%~40% [5]。急性胰腺炎的准确检测和表征在现代临床实践中发挥着越来越重要的作用[6]。本文将总结医学影像在急性胰腺炎的诊断中的应用, 目的是促进临床医生更精确的选择医学影像类别和了解急性胰腺炎这个病种服务于临床。

2. 胰腺

胰腺是位于腹膜后的一个长条形器官, 从右向左横跨第 1~2 腰椎前方。胰腺分为头、颈、体、尾 4 个部分, 各部分间无明显解剖界限。它在碳水化合物、脂肪和蛋白质的消化、吸收和代谢中起着至关重要的作用。胰腺具有外分泌和内分泌两种功能[7] [8]。外分泌为胰液, 主要成分为腺泡细胞分泌的各种消化酶以及由导管细胞分泌的水和碳酸氢盐[9]。胰液分泌受神经和体液双重调控, 以体液调节为主[10]。胰腺的内分泌为胰岛, 胰岛散布于腺泡之间[8] [11]。胰岛有多种细胞, 以 β 细胞为主, 分泌胰岛素; 其次是 α 细胞分泌胰高血糖素, 以及 δ 细胞分泌生长抑素, 还有少数 PP 细胞分泌胰多肽等[12] [13] [14]。

3. 急性胰腺炎

急性胰腺炎的发生是由于腺泡细胞(胰腺外分泌的功能单位)受损, 其触发消化酶、激肽系统和补体级联反应的激活, 导致胰腺自体消化。急性胰腺炎的特征在于胰腺通过自身的消化酶进行自消化, 其病理生理发病发生在腺泡细胞中。分泌蛋白酶的通常无活性的前体被过早激活, 因此从内部消化细胞。胰蛋白酶原对胰蛋白酶的激活是关键事件, 因为活性胰蛋白酶会进一步激活消化酶, 因此可以启动完整蛋白酶级联反应的激活。蛋白酶的这种过早活化导致腺泡细胞的细胞死亡和诱导强烈的促炎免疫反应[15]。虽然急性胰腺炎的病因多种多样, 但最常见的是胰管梗阻(胆石性胰腺炎), 可导致导管压力升高, 导致间质水肿和胰腺实质内富含酶的液体积聚。过量摄入乙醇也是急性胰腺炎的常见原因[16]。虽然对酒精性胰腺炎的病理生理学知之甚少, 但有证据表明乙醇可能破坏腺泡细胞内的多种生化途径[17]。其他不太常见的病因包括结构异常(胰腺分裂)、甘油三酯血症、高钙血症、感染、医源性干预 (ERCP)、遗传因素和多种药物[6]。急性胰腺炎的典型表现是可能出现上腹部或弥漫性腹痛(80%~95%)、恶心呕吐(40%~80%)、腹胀、发热、呼吸困难、易激惹和意识障碍, 伴有发热、低血氧饱和度、呼吸急促、心动过速、低血压、腹肌紧张、肠梗阻和/或少尿[18] [19]。提示急性胰腺炎的实验室指标通常是血清淀粉酶和血清脂肪酶升高至正常上限的五倍以上[20]。直接胆红素或碱性磷酸酶水平升高可能提示胆石性胰腺炎患者的胆道梗阻

[21]。IgG4 水平升高可能提示存在自身免疫性胰腺炎[22]。根据 RAC 分级急性胰腺炎的诊断至少需要以下特征中的 2 个：1) 特征性腹痛；2) 胰腺炎的生化证据(即淀粉酶或脂肪酶升高 > 正常上限的 3 倍)；以及 3) 增强计算机断层成像、MRI 或腹部超声检查(US)显示急性胰腺炎的特征性表现[20]。急性胰腺炎的严重程度分为轻度急性胰腺炎、中重度急性胰腺炎或重度急性胰腺炎，是一种快速发展的动态疾病，其严重程度可能在疾病过程中迅速变化[12] [25]。大多数急性胰腺炎病例(约 80%)为轻度，仅有胰腺间质改变，无器官衰竭、无局部或全身并发症一般不需要胰腺影像学检查，死亡率非常罕见。中重度急性胰腺炎，其特征是存在一过性器官衰竭(<48 小时)或局部或全身并发症，但无持续性器官衰竭。重度急性胰腺炎，以持续性器官衰竭为特征，可能是单个或多个器官衰竭；这些患者可有 1 种或多种局部并发症，死亡风险增加(约 20%) [20] [23]。坏死性胰腺炎的特征是存在胰腺和/或胰周坏死，通常见于中重度或重度急性胰腺炎患者[24]。重度急性胰腺炎通常分为两个阶段的临床病程，即早期和晚期。早期阶段通常发生在疾病发作后的前 2 周，晚期可持续数周至数月[25]。

4. 影像学

急性胰腺炎的诊断通常无需影像学检查即可进行，尤其是当患者有腹痛病史且存在支持性实验室指标时。据报道，影像学检查在急性胰腺炎的诊断中被不必要地过度使用[26]。然而，确实会出现非典型表现[27]。如果表现较早(例如，症状发作后 12 小时内)、甘油三酯水平升高可能干扰血清淀粉酶的生化分析，以及外分泌功能差的患者(例如因饮酒而患有慢性胰腺炎的患者)，血清淀粉酶水平可能仅轻度升高[28]。由于生理性酶排泄或分解，临床评估延迟同样可能导致血清淀粉酶(或较少见的脂肪酶)低于正常上限的 3 倍，并且可能需要影像学检查来确诊，就诊第一周后，影像学检查在确定局部疾病的严重程度和诊断并发症方面起着重要作用[2] [46]。

4.1. 超声

众所周知，当血清淀粉酶和/或脂肪酶浓度>3 倍正常值上限时，临床就会考虑急性胰腺炎[20]。虽然淀粉酶的灵敏度较高，但其假阳性也很高，而且与疾病的严重程度不相关，当胰腺严重坏死时，二者水平可能不会增高[29]。此外，急性胆囊炎、肠梗阻、胃肠道穿孔等疾病也可导致血清淀粉酶及脂肪酶的升高。因此，还需其他检查来进一步证实[30]。美国放射学会急性胰腺炎适宜性标准指南认为，早期病程中，超声通常是唯一的适宜性检查方式。有学者研究发现，常规超声(US)和 CT 在诊断准确率上无明显差异，但 US 对胆结石、胰管扩张更为敏感[31]。胰腺属于腹膜后器官，而且受腹部脂肪、气体的影响，成像质量较差，降低 US 对急性胰腺炎的诊断准确率[32] [36]；而 CT 受层厚、容积效应影响，对微小的病灶及胰管轻度扩张的诊断准确性较低。因此，两种检查应互为补充，以提高急性胰腺炎的准确率[36]。常规 US 能对胰腺的形态、回声等进行甄别，但对胰腺实质的微细血流灌注及胰腺实质微小坏死不敏感，对急性胰腺炎的诊断以及严重程度的评估具有局限性。目前，增强 CT 作为急性胰腺炎诊断的金标准，但其辐射性及造影剂具有肝、肾毒性，尚不能完全满足临床需求。并且在早期的动物研究中发现，CT 造影剂可能通过损害胰腺微循环导致疾病进一步加重[33]。超声造影(CEUS)是通过外周静脉注入微泡造影剂，其主要通过呼吸系统排出体外，无肾毒性，可实时、动态的观察胰腺及周围的组织而被广泛应用[34]。为评估 CEUS 在急性胰腺炎严重程度的准确性，Lu 等以增强 CT 为金标准分析后得出 CEUS 对胰腺坏死的敏感度及准确度分别为 90%和 94%，对重症胰腺炎的敏感度及准确度分别为 97%和 94% [35]。同样，一项 Meta 分析表明，CEUS 对评估急性胰腺炎的严重程度具有很高的敏感度和特异度。近年来，微创介入治疗越来越得到临床的认可，CEUS 能精确的显示胰腺坏死的位置与范围，并能优化穿刺路径，进而降低相关并发症。但易受腹腔气体的干扰，并且其检查时间相对较长，这是一个亟待解决的问题[37]。Suzuki

等研究发现, 剪切波弹性成像能有效的诊断自身免疫性胰腺炎, 并能评估短期的疗效[38]。虽然弹性成像能有效的辅助诊断 AP, 但其稳定性较差、主观性强, 而且 AP 硬度值的截断值尚未达成共识, 以及胰腺纤维化和脂肪变性均能使其硬度值增加, 因此, 弹性成像在 AP 诊断与预后的价值仍需前瞻性研究[39]。超声内镜(EUS)最显著的特征是 US 检查技术与内镜相结合, 通过消化道对腹腔内的器官进行近距离、实时显像, 并且不受腹腔气体以及腹壁脂肪厚度的影响。胆石症是 AP 的主要病因, CT 对于微小的透射结石、胰胆管结构变异等病因显示不满意, 而 EUS 在 AP 患者的病因诊断具有重要作用。此外, EUS 在特发性 AP 中也具有良好的应用价值。虽然 EUS 在 AP 的应用价值得到证实, 但由于 EUS 费用昂贵, 并且对操作医师的要求较高, 在基层医院难以广泛推广, 期待随着技术的革新, EUS 能更好服务于临床, 以进一步优化 AP 的个体化治疗方案[39] [40]。

4.2. 计算机断层扫描(CECT)

CECT 是急性胰腺炎最常用的影像学检查, 常规使用 CECT 影像学检查是没有必要的, 因为大多数急性胰腺炎病例是轻度且无并发症的。在急性胰腺炎初始就诊期间, 影像学检查的主要作用是确定诊断并检测胰腺和/或胰腺外并发症。实践指南建议不要使用早期 CECT 影像学检查。使用以下预测因子开发了旨在减少影像学检查使用的急性胰腺炎诊断预测模型: 既往急性胰腺炎发作次数; 胆石症病史; 前两个月没有腹部手术; 从症状发作经过的时间; 疼痛局限于上腹部; 严重程度进行性恶化; 就诊时的严重程度; 脂肪酶水平是正常上限的五倍或更多倍。CECT 影像学检查存在多种风险。仅当结果会影响患者管理时, 才应进行 CECT 成像, 因为这也有助于减少不必要的电离辐射暴露[41]。

急性胰腺炎可通过造影增强计算机断层扫描(CECT)或磁共振成像(MRI)进行成像, 联合或不联合造影剂。MRCP(磁共振胰胆管造影)是一种非造影剂序列, 可添加到胰腺常规 MRI 评估中, 但 ERCP(内镜下逆行胰胆管造影术)的早期 MRCP 已被证明会增加住院时间、放射科费用和住院费用, 但获益极小[42]。在急性情况下, 在症状发作后 72 小时内, CT 成像并不优于临床评分系统, 因为成像可能低估胰腺/胰周坏死的程度或严重程度。因此, 在这个早期阶段, CT 成像很少改变治疗, 也不会改善临床结局。例外情况包括模棱两可的生化检查: 酒精诱发的胰腺炎和高甘油三酯血症已被证明表现为血清淀粉酶和脂肪酶降低。在最初的几天内, CT 可能仅显示模棱两可的发现, 因为坏死性和水肿性实质在 CECT 上均表现出异质性增强。明显坏死可能需要 24~48 小时才能发展。临床发病后 3 日 CT 可更准确地描述坏死性胰腺炎, 并更好地区分正常变异或缺血区与胰腺坏死[43] [44] [45]。在中重度或重度急性胰腺炎的情况下, 管理完全以临床评分方法为指导。虽然胰腺坏死是发病率和死亡率的已知危险因素, 但在初始症状后 7 天内, 影像学检查可能无法可靠地看到坏死的存在和/或程度, 并且影像学检查中可能存在的形态学变化与器官衰竭无关。此外, 如果存在积液或坏死, 需在 1 周内进行紧急干预。如果症状持续超过 1 周, 则适合进行 CECT 或 MRI 以排除坏死, 因为这些患者怀疑患有中重度或重度急性胰腺炎; 轻度胰腺炎通常此时消退。后续影像学检查应根据临床表现进行指导。新的感染体征/症状, 如白细胞增多、发热和寒战/寒战, 应提示进行额外的病情检查(CECT, MRI), 以排除感染性集合或坏死性胰腺炎并发感染, 因为这部分患者的死亡率显著增加。在症状发作后 4 周内已知胰腺周围采集的情况下, 影像学检查应基于持续或恶化的临床症状, 以排除局部并发症(如继发感染)或计划区域干预。此时可考虑行 CECT 或 MRI [42] [47]。在急性胰腺炎的情况下, CECT 仍然是评估疾病范围、识别并发症、直接治疗和评估疾病进展的主要影像学检查。静脉碘造影剂对于评估局部胰腺形态、胰腺坏死的存在和程度以及评估血管并发症至关重要[48]。为了评估胰腺和胰腺外改变的严重程度, 急性胰腺炎症状发作后 72 小时或更长时间进行的初始双相腹部 CT 并未优于单期 CT。通常不需要未增强的图像。对于不能接受碘造影剂治疗的患者, 例如肾功能不全或对碘造影剂过敏史, 未增强 CT 或 MRI 是另一种选择。虽然未增强的 CT 不足以评估胰腺坏死

和脉管系统,但无需静脉造影剂仍可评估胰腺和胰周炎症改变的程度、胰腺大小、肠系膜水肿、腹水和胃肠道壁增厚。双能量 CT (DECT)已被描述用于急性胰腺炎,但目前研究有限[49] [50]。

4.3. 磁共振成像(MRI)

MRI 在许多特定情况下是有用的,包括评估不能接受碘化 CT 造影剂的急性胰腺炎患者,阐明急性胰腺炎的根本原因,评估导管断开以及指导坏死收集的干预。在诊断急性胰腺炎方面,非增强 MRI 优于非增强 CT 和 MRI。我们将讨论 MRI 在急性胰腺炎中的这些具体用途。我们重点介绍 MRI 的未来进展,包括更快,自由呼吸的扫描,使 MRI 能够在 10 分钟内完成[51]。MRI 比 CT 具有一些优势。它具有卓越的软组织对比度分辨率,可以更好地评估胆管和胰管。MRI 不使用电离辐射,因此可用于扫描孕妇和接受多次检查的年轻患者。使用非增强 MRI 可以评估胰周液和血管,这在评估急性胰腺炎方面明显优于非增强 CT。因此,对于对碘造影剂过敏或有肾功能损害的患者,可考虑进行 MRI [52]。急性胰腺炎是胰腺的急性炎症过程,分为两种不同的亚型,间质性水肿性胰腺炎(IEP)和坏死性胰腺炎。MRI 是诊断、分级和识别急性胰腺炎并发症的可靠且可重复的工具。MRI 是一种无创检查方法,可准确显示胰腺实质和胰管异常,并与磁共振胰胆管造影(MRCP)相结合,可全面评估急性胰腺炎和其他胰腺疾病的潜在病因[53]。在急性胰腺炎中更广泛地使用 MRI 主要是通过限制其成本、减少扫描时间和改善目前需要多个屏气的序列。随着扫描仪硬件和扫描序列的进步,其中一些限制可能会在未来被克服[51]。

5. 总结

急性胰腺炎通常无需影像学检查即可诊断,尤其是当患者有腹痛病史且存在支持性实验室异常时。其他情况如外分泌功能差的患者,血清淀粉酶水平可能仅轻度升高,此时可用影像学检查也可确定急性胰腺炎的病因。就诊第一周后,影像学检查在确定局部疾病的严重程度和诊断并发症方面起着重要作用。影像学检查也可指导治疗选择。最广泛使用的影像学检查是造影剂增强 CT。该检查是可重复的,在国内医院都很容易获得,并且扫描在几秒钟内完成,这对于扫描疼痛的病人来说是一个优势。对比增强 CT 可以很好地观察胰腺、周围组织和血管。急性胰腺炎的 CT 将在本期其他专题讨论。由于胃或肠气覆盖,超声检查在胰腺检查中通常受到限制。然而,这种方式确实评估胆道疾病方面尤其是胆结石的存在起作用。腹部 MRI 通常不用作急性胰腺炎的一线检查,但有特定的指征,如下所述。在紧急情况下,CT 和超声是首选的成像方式,因为它们具有普遍性、速度快和较低的成本。事实上,在 AP 的早期阶段,通常在入院后 5~7 天进行 CECT 研究。在中度或重度急性胰腺炎的晚期,局部并发症完全发展,例如坏死区域内存在感染。由于不同的局部并发症可能需要多种干预措施,因此区分它们很重要。由于这些原因,MRI 有自己的规则,更多的是在晚期,具有卓越的软组织对比度分辨率,并能更好地评估胆管和胰管。MRI 也不使用电离辐射,但需要患者合作。

参考文献

- [1] Mederos, M.A., Reber, H.A. and Girgis, M.D. (2021) Acute Pancreatitis: A Review. *JAMA Network*, **325**, 382-390. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.20317>
- [2] Brizi, M.G., Perillo, F., Cannone, F., Tuzza, L. and Manfredi, R. (2021) The Role of Imaging in Acute Pancreatitis. *La Radiologia medica*, **126**, 1017-1029. <https://doi.org/10.1007/s11547-021-01359-3>
- [3] 李非, 曹锋. 中国急性胰腺炎诊治指南(2021) [J]. 中国实用外科杂志, 2021, 41(7): 739-746.
- [4] Iannuzzi, J.P., et al. (2022) Global Incidence of Acute Pancreatitis Is Increasing over Time: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Gastroenterology*, **162**, 122-134. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2021.09.043>
- [5] Li, C.L., Jiang, M., Pan, C.Q., Li, J. and Xu, L.G. (2021) The Global, Regional, and National Burden of Acute Pancreatitis in 204 Countries and Territories, 1990-2019. *BMC Gastroenterology*, **21**, Article No. 332.

- <https://doi.org/10.1186/s12876-021-01906-2>
- [6] Olpin, J.D. and Griffith, A. (2022) Imaging of Acute Pancreatitis according to the Revised Atlanta Classification. *Current Radiology Reports*, **10**, 140-149. <https://doi.org/10.1007/s40134-022-00402-z>
- [7] Ghodeif, A.O. and Samy, A.A. (2023) Pancreatic Insufficiency. StatPearls Publishing, Saint Petersburg.
- [8] Talathi, S.S., et al. (2022) Anatomy, Abdomen and Pelvis, Pancreas. StatPearls Publishing, Saint Petersburg.
- [9] Pallagi, P., Péter, H. and Zoltán Jr, R. (2015) The Physiology and Pathophysiology of Pancreatic Ductal Secretion: The Background for Clinicians. *Pancreas*, **44**, 1211-1233. <https://doi.org/10.1097/MPA.0000000000000421>
- [10] Chandra, R. and Liddle, R.A. (2009) Neural and Hormonal Regulation of Pancreatic Secretion. *Current Opinion in Gastroenterology*, **25**, 441-446. <https://doi.org/10.1097/MOG.0b013e32832e9c41>
- [11] Zhou, Q. and Melton, D.A. (2018) Pancreas Regeneration. *Nature*, **557**, 351-358. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0088-0>
- [12] Honzawa, N. and Fujimoto, K. (2021) The Plasticity of Pancreatic β -Cells. *Metabolites*, **11**, Article 218. <https://doi.org/10.3390/metabo11040218>
- [13] Rorsman, P. and Huising, M.O. (2018) The Somatostatin-Secreting Pancreatic δ -Cell in Health and Disease. *Nature Reviews Endocrinology*, **14**, 404-414. <https://doi.org/10.1038/s41574-018-0020-6>
- [14] Lonovics, J., et al. (1981) Pancreatic Polypeptide. A Review. *Archives of Surgery*, **116**, 1256-1264. <https://doi.org/10.1001/archsurg.1981.01380220010002>
- [15] Sendler, M. and Algül, H. (2021) Pathogenese der akuten Pankreatitis [Pathogenesis of Acute Pancreatitis]. *Der Internist*, **62**, 1034-1043. <https://doi.org/10.1007/s00108-021-01158-y>
- [16] Szatmary, P., Grammatikopoulos, T., Cai, W., et al. (2022) Acute Pancreatitis: Diagnosis and Treatment. *Drugs*, **82**, 1251-1276. <https://doi.org/10.1007/s40265-022-01766-4>
- [17] Klochkov, A., et al. (2023) Alcoholic Pancreatitis. StatPearls Publishing, Saint Petersburg.
- [18] Wray, C.J. and Ko, T.C. (2017) Acute Pancreatitis. In: Moore, L. and Todd, S., Eds., *Common Problems in Acute Care Surgery*, Springer, Cham, 273-285. https://doi.org/10.1007/978-3-319-42792-8_26
- [19] 丁萌萌. 基于影像学诊断的局限性胰腺炎的临床特征分析[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2022.
- [20] Banks, P.A., Bollen, T.L., Dervenis, C., Gooszen, H.G., Johnson, C.D., Sarr, M.G., et al. (2013) Classification of Acute Pancreatitis-2012: Revision of the Atlanta Classification and Definitions by International Consensus. *Gut*, **62**, 102-111. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2012-302779>
- [21] Kwo, P.Y., Cohen, S.M. and Lim, J.K. (2017) ACG Clinical Guideline: Evaluation of Abnormal Liver Chemistries. *The American Journal of Gastroenterology*, **112**, 18-35. <https://doi.org/10.1038/ajg.2016.517>
- [22] Sadler, R., et al. (2011) The Diagnostic Significance of Serum IgG4 Levels in Patients with Autoimmune Pancreatitis: A UK Study. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*, **23**, 139-145. <https://doi.org/10.1097/MEG.0b013e3283423486>
- [23] Paul, J. (2020) Recent Advances in Diagnosis and Severity Assessment of Acute Pancreatitis. *Prague Medical Report*, **121**, 65-86. <https://doi.org/10.14712/23362936.2020.6>
- [24] Murphy, K.P., O'Connor, O.J. and Maher, M.M. (2014) Updated Imaging Nomenclature for Acute Pancreatitis. *AJR: American Journal of Roentgenology*, **203**, W464-W469. <https://doi.org/10.2214/AJR.13.12222>
- [25] Phillip, V., Steiner, J.M. and Algül, H. (2014) Early Phase of Acute Pancreatitis: Assessment and Management. *World Journal of Gastrointestinal Pathophysiology*, **5**, 158-168. <https://doi.org/10.4291/wjgp.v5.i3.158>
- [26] Rocha, A.P.C., Schawkat, K. and Morteale, K.J. (2020) Imaging Guidelines for Acute Pancreatitis: When and When Not to Image. *Abdominal Radiology*, **45**, 1338-1349. <https://doi.org/10.1007/s00261-019-02319-2>
- [27] Nadhem, O. and Salh, O. (2017) Acute Pancreatitis: An Atypical Presentation. *Case Reports in Gastroenterology*, **11**, 359-363. <https://doi.org/10.1159/000475920>
- [28] Garg, R. and Rustagi, T. (2018) Management of Hypertriglyceridemia Induced Acute Pancreatitis. *BioMed Research International*, **2018**, Article ID: 4721357. <https://doi.org/10.1155/2018/4721357>
- [29] Muniraj, T., Dang, S. and Pitchumoni, C.S. (2015) PANCREATITIS OR NOT?—Elevated Lipase and Amylase in ICU Patients. *Journal of Critical Care*, **30**, 1370-1375. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2015.08.020>
- [30] Hu, J.X., Chen, J.F. and Xu, G.H. (2021) Hyperamylasemia of Abnormally Elevated Serum Amylase: Macroamylasemia in a Healthy Individual. *Clinical Laboratory*, **67**. <https://doi.org/10.7754/Clin.Lab.2020.200827>
- [31] Burrowes, D.P., et al. (2020) Utility of Ultrasound in Acute Pancreatitis. *Abdominal Radiology*, **45**, 1253-1264. <https://doi.org/10.1007/s00261-019-02364-x>
- [32] 中华医学会急诊分会, 京津冀急诊急救联盟, 北京医学会急诊分会, 等. 急性胰腺炎急诊诊断及治疗专家共识[J].

- 临床肝胆病杂志, 2021, 37(5): 1034-1041.
- [33] Mannheim, J.G., *et al.* (2016) Comparison of Small Animal CT Contrast Agents. *Contrast Media & Molecular Imaging*, **11**, 272-284. <https://doi.org/10.1002/cmimi.1689>
- [34] Mehta, K.S., Lee, J.J., Taha, A.A., Avgerinos, E. and Chaer, R.A. (2017) Vascular Applications of Contrast-Enhanced Ultrasound Imaging. *Journal of Vascular Surgery*, **66**, 266-274. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2016.12.133>
- [35] Lu, Q., *et al.* (2011) Can Contrast-Enhanced Ultrasound Evaluate the Severity of Acute Pancreatitis? *Digestive Diseases and Sciences*, **56**, 1578-1584. <https://doi.org/10.1007/s10620-010-1460-6>
- [36] 施娜, 章林丽, 杨艳婷, 毛萍, 任明磊, 杨增娣, 吕永艳, 童清平. 腹部彩色多普勒超声与 CT 对急性胰腺炎诊断的价值比较[J]. 分子影像学杂志, 2020, 43(4): 664-667.
- [37] Fei, Y. and Li, W.Q. (2017) Effectiveness of Contrast-Enhanced Ultrasound for the Diagnosis of Acute Pancreatitis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Digestive and Liver Disease*, **49**, 623-629. <https://doi.org/10.1016/j.dld.2017.03.017>
- [38] Suzuki, H., *et al.* (2021) An Initial Trial of Quantitative Evaluation of Autoimmune Pancreatitis Using Shear Wave Elastography and Shear Wave Dispersion in Transabdominal Ultrasound. *Pancreatology*, **21**, 682-687. <https://doi.org/10.1016/j.pan.2021.02.014>
- [39] 刘攀, 郝亮, 成雨, 杨蓓蓓, 魏勇, 夏振红, 于守君. 超声在急性胰腺炎诊治中的应用进展[J]. 临床肝胆病杂志, 2022, 38(12): 2873-2876.
- [40] Kim, D.B., *et al.* (2018) The Role of Endoscopic Ultrasonography and Magnetic Resonance Cholangiopancreatography in Patients with Acute Pancreatitis after Negative Computed Tomography Findings of the Etiology. *Pancreas*, **47**, 1165-1171. <https://doi.org/10.1097/MPA.0000000000001149>
- [41] Afghani, E., Faghih, M. and Singh, V.K. (2021) Role of CT Scan in Acute Pancreatitis. In: Domínguez-Muñoz, J.E., Ed., *Clinical Pancreatology for Practising Gastroenterologists and Surgeons*, John Wiley & Sons Ltd., New York. <https://doi.org/10.1002/9781119570097.ch5>
- [42] Expert Panel on Gastrointestinal Imaging, Porter, K.K., *et al.* (2019) ACR Appropriateness Criteria® Acute Pancreatitis. *Journal of the American College of Radiology*, **16**, S316-S330.
- [43] Balthazar, E.J. (2002) Acute Pancreatitis: Assessment of Severity with Clinical and CT Evaluation. *Radiology*, **223**, 603-613. <https://doi.org/10.1148/radiol.2233010680>
- [44] Thoeni, R.F. (2012) The Revised Atlanta Classification of Acute Pancreatitis: Its Importance for the Radiologist and Its Effect on Treatment. *Radiology*, **262**, 751-764. <https://doi.org/10.1148/radiol.11110947>
- [45] Zhao, K., Adam, S.Z., Keswani, R.N., Horowitz, J.M. and Miller, F.H. (2015) Acute Pancreatitis: Revised Atlanta Classification and the Role of Cross-Sectional Imaging. *American Journal of Roentgenology*, **205**, W32-W41. <https://doi.org/10.2214/AJR.14.14056>
- [46] Yadav, D., Agarwal, N. and Pitchumoni, C.S. (2002) A Critical Evaluation of Laboratory Tests in Acute Pancreatitis. *The American Journal of Gastroenterology*, **97**, 1309-1318.
- [47] Sarri, G., Guo, Y., Iheanacho, I. and Puellas, J. (2019) Moderately Severe and Severe Acute Pancreatitis: A Systematic Review of the Outcomes in the USA and European Union-5. *BMJ Open Gastroenterology*, **6**, e000248. <https://doi.org/10.1136/bmjgast-2018-000248>
- [48] Shyu, J.Y., Sainani, N.I., Sahni, V.A., *et al.* (2014) Necrotizing Pancreatitis: Diagnosis, Imaging, and Intervention. *Radiographics*, **34**, 1218-1239. <https://doi.org/10.1148/rg.345130012>
- [49] Bollen, T.L., *et al.* (2012) A Comparative Evaluation of Radiologic and Clinical Scoring Systems in the Early Prediction of Severity in Acute Pancreatitis. *American Journal of Gastroenterology*, **107**, 612-619. <https://doi.org/10.1038/ajg.2011.438>
- [50] Fung, C., Svystun, O., Fouladi, D.F. and Kawamoto, S. (2020) CT Imaging, Classification, and Complications of Acute Pancreatitis. *Abdominal Radiology*, **45**, 1243-1252. <https://doi.org/10.1007/s00261-019-02236-4>
- [51] Sandrasegaran, K., Heller, M.T., Panda, A., Shetty, A. and Menias, C.O. (2020) MRI in Acute Pancreatitis. *Abdominal Radiology*, **45**, 1232-1242. <https://doi.org/10.1007/s00261-019-02141-w>
- [52] Stimac, D., Miletic, D., Radic, M., Krznaric, I., Mazur-Grbac, M., Perkovic, D., Milic, S. and Golubovic, V. (2007) The Role of Nonenhanced Magnetic Resonance Imaging in the Early Assessment of Acute Pancreatitis. *American Journal of Gastroenterology*, **102**, 997-1004. <https://doi.org/10.1111/j.1572-0241.2007.01164.x>
- [53] Akisik, F. (2021) Role of MRI in Acute Pancreatitis. In: Domínguez-Muñoz, J.E., Ed., *Clinical Pancreatology for Practising Gastroenterologists and Surgeons*, John Wiley & Sons Ltd., New York. <https://doi.org/10.1002/9781119570097.ch6>