

DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20240832

· 综述 ·

胰腺体外震波碎石术：胰管结石治疗和影像学预测的现状与未来

莫少佳, 边云, 邵成伟*

海军军医大学(第二军医大学)第一附属医院放射诊断科, 上海 200433

[摘要] 胰腺体外震波碎石术(P-ESWL)作为一种非侵入性治疗手段, 已在全球范围内被广泛接受为治疗胰管结石(PDS)的首选方案。该疗法通过高效碎石与导管清除显著缓解了患者的疼痛症状, 并改善了患者的生活质量。尽管术后存在胰腺炎等并发症的风险, 但其总体发生率较低, 且通过有效的管理策略可进一步降低。值得注意的是, 基于CT的定量分析与影像组学预测模型为个体化P-ESWL治疗提供了科学依据, 预示着未来治疗将更加精准与高效。随着多中心、大样本量研究的不断深入, 以及人工智能与机器学习算法的融合应用, P-ESWL在PDS治疗领域的地位将进一步巩固, 有望为患者带来更加显著的治疗效果与生活质量提升。

[关键词] 体外震波碎石术; 胰管结石; 慢性胰腺炎; X线计算机体层摄影术; 影像组学

[引用本文] 莫少佳, 边云, 邵成伟. 胰腺体外震波碎石术: 胰管结石治疗和影像学预测的现状与未来[J]. 海军军医大学学报, 2025, 46(8): 1062-1066. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20240832.

Pancreatic extracorporeal shock wave lithotripsy: pancreatic duct stone treatment and imaging-based prediction

MO Shaojia, BIAN Yun, SHAO Chengwei*

Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

[Abstract] Pancreatic extracorporeal shock wave lithotripsy (P-ESWL), a non-invasive treatment, is widely accepted worldwide as the preferred option for pancreatic duct stone (PDS) treatment. P-ESWL provides significant relief of painful symptoms and improves patients' quality of life through efficient lithotripsy and catheter removal. Although there is risk of post-operative complications such as pancreatitis, the overall incidence is low and can be further minimized by effective management strategies. It is worth noting that computed tomography-based quantitative analysis and radiomics prediction model provide a scientific basis for personalized P-ESWL, heralding more precise and efficient treatment in the future. P-ESWL for treating PDS will be further improved by future multi-center and large-sample studies, as well as by the integration of artificial intelligence and machine learning algorithms, which may lead to significant therapeutic effects and improvements in patients' quality of life.

[Key words] extracorporeal shock wave lithotripsy; pancreatic duct calculus; chronic pancreatitis; X-ray computed tomography; radiomics

[Citation] MO S, BIAN Y, SHAO C. Pancreatic extracorporeal shock wave lithotripsy: pancreatic duct stone treatment and imaging-based prediction[J]. Acad J Naval Med Univ, 2025, 46(8): 1062-1066. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20240832.

慢性胰腺炎(chronic pancreatitis, CP)是一种进行性纤维化炎症, 其主要特征包括胰腺萎缩、胰管显著扩张及实质或导管内的钙化现象, 患者还常伴有疼痛、结石形成及胰腺内外分泌功能的全面减退^[1]。据统计, 全球范围内CP的发病率约10/100 000, 且呈现出逐年攀升的态势^[2-3]。值得注意的是, 胰管结石(pancreatic duct stone, PDS)

作为CP的晚期并发症, 其发生率在CP的病程中可高达90%^[4]。这些结石会导致胰管阻塞, 进而诱发炎症、胰管内压力骤增, 最终引发剧烈疼痛^[5-6]。因此, 有效清除造成胰管梗阻的结石成为CP治疗的关键所在。

针对PDS的治疗, 欧洲胃肠镜学会和美国胃肠病学协会提出了明确的指导建议。对于

[收稿日期] 2024-12-07

[接受日期] 2025-03-10

[基金项目] 国家自然科学基金(82371955)。Supported by National Natural Science Foundation of China (82371955).

[作者简介] 莫少佳, 硕士生. E-mail: 1607935650@qq.com

*通信作者(Corresponding author). E-mail: cwshao@sina.com

伴有胰腺头/体部主胰管阻塞的疼痛性无并发症CP患者,内镜治疗和/或体外冲击波碎石术(extracorporeal shock wave lithotripsy, ESWL)应被视为首选治疗方案。对于主胰管体积较小的结石,内镜逆行胆胰管造影术(endoscopic retrograde cholangiopancreatography, ERCP)可作为一种有效的引流取石方法;然而,对于CP合并阻塞主胰管且直径 ≥ 5 mm的不透射线结石,ESWL则被视为首选治疗手段^[7-8]。

在此背景下,胰腺体外冲击波碎石术(pancreatic extracorporeal shock wave lithotripsy, P-ESWL)逐渐崭露头角,其是一种非侵入性治疗技术,最初由德国学者Chaussy等^[9]于1980年提出并成功应用于肾结石的治疗。随后,在1987年,Sauerbruch等^[10]开创性地将P-ESWL引入PDS治疗。凭借其安全性、相对无创治疗及高效的治疗效果,P-ESWL目前已成为PDS最常见和被广泛接受的治疗选择。

1 P-ESWL在PDS治疗中的疗效评估

1.1 P-ESWL治疗后导管清除率与疼痛缓解率的评估 有2篇meta分析对P-ESWL治疗PDS的疗效进行了全面探讨^[11-12]。Moole等^[11]的meta分析涵盖了27项研究共3 189例患者的数据,结果显示52.7%的患者实现了疼痛的完全缓解,70.7%的患者达到了导管内结石的完全清除(主胰管中超过90%的结石被成功清除),且88.2%的患者生活质量得到显著提升。van Huijgevoort等^[12]纳入22项研究共3 868例患者的meta分析得出了类似结论,达到导管内结石完全清除的患者占69.8%,疼痛完全消失的患者占64.2%。此外,Tandan等^[13]开展的一项涉及超过5 000例患者的研究中,72.6%的患者实现了结石的完全清除,82.6%的患者在P-ESWL和ERCP治疗后6个月随访时疼痛消失。最新的一项临床随机对照试验也发现,P-ESWL和ERCP联合应用能为疼痛性CP患者提供有效的短期疼痛缓解,其中88%(46/52)的患者实现了导管内结石完全清除^[14]。值得注意的是,上述研究大多存在随访时间较短的问题,目前仍缺乏长期疗效的评估。

Liu等^[15]在2024年发表了首项关于P-ESWL和ERCP联合治疗PDS疗效评价的回顾性-前瞻性混合研究。该研究不仅样本量高达2 071例,还提供了首次治疗后长达6.7年的随访数据。结果显

示,93.1%的患者在研究期间接受了ERCP,73.7%的患者结石完全清除。在随访期结束时,70.1%的患者实现了疼痛完全缓解。此外,治疗后患者生活质量和BMI也显著提高。

以往的研究发现,病程^[16]、结石位于非胰头区域^[17]、结石清除不完全^[18]、主胰管狭窄^[19]、吸烟^[20]、较少使用麻醉剂^[21]、饮酒^[22]是P-ESWL后疼痛持续存在的预测因素。然而,这些研究的样本量较小,且多为回顾性研究。最新的一项研究中,Gurav等^[23]连续纳入了640例接受ESWL+ERCP+胰管支架植入术的患者,并进行了为期1年的随访。通过多因素分析发现饮酒、吸烟、症状持续时间、主胰管直径和主胰管狭窄是持续性疼痛的独立预测因素。这些研究确定的术后疼痛预测因子为制定改善临床结果的策略提供了重要依据。对于基线时存在这些预测因素的患者应给予特别关注,并制定合理、个体化治疗计划,以优化治疗效果。

1.2 P-ESWL治疗后并发症的评估 虽然大量研究证实了P-ESWL的安全性和有效性,但由于冲击波在传导通路上会发生散射及目标结石定位的不准确,仍有可能导致胰腺周围脏器损伤,从而引发一系列并发症。这些并发症主要包括胰腺炎、感染、结石形成、出血和穿孔^[24]。据统计,使用P-ESWL治疗时,有5%~10%的患者会报告不同程度的并发症,且单次治疗的病死率为0.05%^[7,25]。另一项研究显示,P-ESWL总体并发症发生率为6.7%,其中术后急性胰腺炎是P-ESWL最常见的并发症,发生率为4.35%,疑似因冲击波造成的胰管狭窄或结石碎片引发的胰管高压所致^[24]。关于术前放置支架是否能预防P-ESWL治疗后胰腺炎的问题,目前尚存在争议。有研究表明,与术前未置入支架相比,置入支架可降低术后胰腺炎的发生率(2.2% vs 11.4%),但差异并无统计学意义^[26]。然而,另有学者发现,术前置入支架会阻碍P-ESWL后的自发性排石,故不予推荐^[27]。2022年,Qian等^[28]的研究则聚焦于吡哆美辛的应用,该研究发现经与安慰剂组(12%)相比,直肠给予吡哆美辛组P-ESWL治疗后胰腺炎的发生率降低(9%),这一差异证明了术前经直肠给予吡哆美辛降低术后胰腺炎的有效性和可行性。此外,还有研究表明,男性、糖尿病、脂肪泻是P-ESWL后并发症的保护因素;而胰腺分裂、CP确诊后延迟行P-ESWL治

疗为术后并发症的危险因素;进一步分析发现,P-ESWL治疗后胰腺炎的独立危险因素均为患者相关因素,女性、胰腺分裂、未发生脂肪泻的患者及病程中急性胰腺炎反复发作的患者术后胰腺炎发生率较高^[25]。

1.3 P-ESWL治疗PDS合并假性囊肿的疗效与安全性评估 假性囊肿是CP的常见并发症之一。Li等^[29]的研究纳入了59例PDS并发假性囊肿后行P-ESWL的患者。研究结果显示,并发假性囊肿组与对照组在结石完全清除率和并发症发生率方面差异均无统计学意义。此外,96.6%的患者在P-ESWL后行ERCP实现了主胰管的成功引流。这一结果表明,并发假性囊肿的PDS患者与未并发假性囊肿者相比接受P-ESWL治疗的风险未显著增加,而且先行P-ESWL将结石粉碎能明显增加ERCP取石、胰管引流和囊肿引流的成功率。因此,P-ESWL联合ERCP治疗PDS并发假性囊肿是一种安全、有效的方法。

2 基于CT定量分析或影像组学预测P-ESWL疗效

平扫CT被认为是评估CP早期和小钙化灶的最佳成像工具,这一无创成像技术在预测P-ESWL或ESWL碎石效果方面得到了广泛应用。

2.1 基于CT定量分析预测P-ESWL疗效 自2015年起,多项研究开始探讨平扫CT图像上胰腺结石密度对P-ESWL疗效的预测价值。Ohyama等^[30]开展的一项纳入128例患者的研究中,根据治疗结果将患者分为结石完全清除与不完全清除两组。通过比较两组患者的个人特征、术前影像学结果及干预措施,并采用ROC曲线分析确定最佳截断值,发现78.8%的低密度结石(CT值<820.5 HU)患者实现了结石的完全清除。这一结果证实了治疗前测量胰腺结石密度对预测治疗结果的有效性。Dalal等^[31]在2024年进行的前瞻性研究进一步验证了结石密度与P-ESWL疗效的关系。研究发现,中位结石密度和ESWL次数与结石完全清除显著相关,当CT值最佳截断值为1 106.5 HU时灵敏度为93%、特异度为80%。同年,Wong等^[32]的研究也表明,当结石CT值截断值为1 300 HU时,80%的低密度结石患者可实现早期结石清除。Liu等^[33-34]在此领域开展了2项研究,均表明CT值是P-ESWL治疗后结石清除率的独立预测因子。2018年的研究

纳入148例PDS患者,发现低密度结石(CT值<1 000.45 HU)患者的结石清除率更高^[33];2019年的研究进一步证实了这一发现,结石平均CT值<375.4 HU的患者结石清除率显著高于平均CT值>375.4 HU的患者^[34]。

综上所述,结石密度对P-ESWL疗效有良好的预测价值。尽管前4项研究^[30-33]的HU值波动较小,均集中在1 000 HU左右,但第5项研究^[34]的最佳截断值较低,这可能与结石组成、碎石机类型及效能、操作医师的主观意识等因素有关。因此,对于低密度结石患者,ESWL可能是一个更好的治疗选择,而高密度结石患者则应考虑替代治疗。

此外,除结石密度外,平均结石长度和胰管直径也与ESWL次数呈显著正相关^[33]。然而,当前相关研究存在单中心、样本量小等不足,未来需开展多中心、大规模的研究以提高结果的普适性。

2.2 基于CT影像组学预测P-ESWL疗效 影像组学作为近年来的研究热点,已在多个领域得到广泛应用,但在P-ESWL治疗PDS方面的研究仍少见。武春英等^[35]在此领域进行了有益尝试,纳入了167例行ESWL治疗的PDS患者并分为完全碎石组和不完全碎石组。通过从平扫CT图像中提取影像组学特征,采用最小绝对收缩和选择算子回归方法筛选特征、计算组学分值并建立了预测模型。该模型在训练集、测试集及独立验证集中的AUC值均较高,有良好的疗效预测价值。在该模型选择的特征中,形状特征中的伸长率占有较大权重。伸长率越大,表明感兴趣区形状越近似于球形,而完全碎石组的伸长率值较高,更接近规则的球形。同时,小面积强调特征和最大值特征也被纳入模型,前者数值越大表示PDS尺寸越小、区域越多、纹理越精细,而不完全碎石组的结石纹理更精细;后者则反映了PDS中的钙含量,钙含量越多,碎石越不容易成功。然而,该研究仍存在一些局限性。首先,作为单中心回顾性研究,结果可能存在一定的偏倚;其次,样本量偏小,可能会影响影像组学模型的性能;最后,手工勾画PDS感兴趣区较耗费时间且存在观察者之间的变异性。因此,未来的研究应致力于借助人工智能算法实现PDS的全自动分割,并扩大样本量、联合多中心进行研究,以提高预测模型的准确性和普适性。

3 结语和展望

P-ESWL 在 PDS 治疗中安全、有效, 此疗法凭借非侵入性手段显著减轻了患者的病痛, 提升了生活质量, 同时有效规避了外科手术潜在的诸多风险。伴随技术革新与临床实践的日益丰富, P-ESWL 的成功率与安全性均实现了显著提升, 彰显出其在临床治疗中的独特价值。长期随访研究与基于大样本量的系统性分析为 P-ESWL 的确切疗效提供了坚实的数据支撑。在 P-ESWL 的治疗流程中, 对并发症的精细评估与科学管理至关重要。尽管术后胰腺炎等并发症并不少见, 通过采取积极的预防措施与妥善的处理策略可进一步降低患者的治疗风险, 确保治疗过程的安全性及舒适度。基于 CT 定量分析与影像组学预测模型的兴起, 为 P-ESWL 的个体化治疗开辟了崭新路径。这些前沿模型不仅能够精准预测治疗效果, 为临床决策提供科学依据, 更预示着未来治疗模式的个体化与精准化趋势。然而, 此类模型尚需更多高质量研究进行验证与优化, 以确保其在实际应用中的可靠性与有效性。未来期待通过多中心、大样本量、长期随访的临床研究, 进一步验证并巩固 P-ESWL 在 PDS 治疗中的疗效与安全性。同时, 人工智能与机器学习算法的融合应用将极大推动预测模型的创新与发展, 实现更为精准的个体化治疗方案制定。随着这些前沿研究的不断深入, P-ESWL 将在 PDS 治疗领域发挥愈发重要的作用, 为患者带来更为显著的治疗效果与生活质量的全面提升。

[参考文献]

- [1] THIERENS N, VERDONK R C, LÖHR J M, et al. Chronic pancreatitis[J]. *Lancet*, 2025, 404(10471): 2605-2618. DOI: 10.1016/s0140-6736(24)02187-1.
- [2] XIAO A Y, TAN M L Y, WU L M, et al. Global incidence and mortality of pancreatic diseases: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression of population-based cohort studies[J]. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2016, 1(1): 45-55. DOI: 10.1016/S2468-1253(16)30004-8.
- [3] CAI Q Y, TAN K, ZHANG X L, et al. Incidence, prevalence, and comorbidities of chronic pancreatitis: a 7-year population-based study[J]. *World J Gastroenterol*, 2023, 29(30): 4671-4684. DOI: 10.3748/wjg.v29.i30.4671.
- [4] ETEMAD B, WHITCOMB D C. Chronic pancreatitis: diagnosis, classification, and new genetic developments[J]. *Gastroenterology*, 2001, 120(3): 682-707. DOI: 10.1053/gast.2001.22586.
- [5] MAJUMDER S, CHARI S T. Chronic pancreatitis[J]. *Lancet*, 2016, 387(10031): 1957-1966. DOI: 10.1016/s0140-6736(16)00097-0.
- [6] 中国医师协会胰腺病学专业委员会, 国家消化系统疾病临床医学研究中心(上海). 胰腺体外震波碎石术专家共识[J]. *中华消化内镜杂志*, 2024, 41(3): 178-183. DOI: 10.3760/cma.j.cn321463-20240215-00078-1.
- [7] DUMONCEAU J M, DELHAYE M, TRINGALI A, et al. Endoscopic treatment of chronic pancreatitis: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) guideline—updated August 2018[J]. *Endoscopy*, 2019, 51(2): 179-193. DOI: 10.1055/a-0822-0832.
- [8] STRAND D S, LAW R J, YANG D, et al. AGA clinical practice update on the endoscopic approach to recurrent acute and chronic pancreatitis: expert review[J]. *Gastroenterology*, 2022, 163(4): 1107-1114. DOI: 10.1053/j.gastro.2022.07.079.
- [9] CHAUSSY C, BRENDÉL W, SCHMIEDT E. Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves[J]. *Lancet*, 1980, 2(8207): 1265-1268. DOI: 10.1016/s0140-6736(80)92335-1.
- [10] SAUERBRUCH T, HOLL J, SACKMANN M, et al. Disintegration of a pancreatic duct stone with extracorporeal shock waves in a patient with chronic pancreatitis[J]. *Endoscopy*, 1987, 19(5): 207-208. DOI: 10.1055/s-2007-1018284.
- [11] MOOLE H, JAEGER A, BECHTOLD M L, et al. Success of extracorporeal shock wave lithotripsy in chronic calcific pancreatitis management: a meta-analysis and systematic review[J]. *Pancreas*, 2016, 45(5): 651-658. DOI: 10.1097/MPA.0000000000000512.
- [12] VAN HUIJGEVOORT N C M, VELD J V, FOCKENS P, et al. Success of extracorporeal shock wave lithotripsy and ERCP in symptomatic pancreatic duct stones: a systematic review and meta-analysis[J]. *Endosc Int Open*, 2020, 8(8): E1070-E1085. DOI: 10.1055/a-1171-1322.
- [13] TANDAN M, NAGESHWAR REDDY D, TALUKDAR R, et al. ESWL for large pancreatic calculi: report of over 5 000 patients[J]. *Pancreatol*, 2019, 19(7): 916-921. DOI: 10.1016/j.pan.2019.08.001.
- [14] TALUKDAR R, OLESEN S S, UNNISA M, et al. Extracorporeal shock-wave lithotripsy and endoscopy for the treatment of pain in chronic pancreatitis: a sham-controlled, randomized trial[J]. *Ann Intern Med*, 2024, 177(6): 749-758. DOI: 10.7326/M24-0210.
- [15] LIU Y, YIN X Y, CUI J H, et al. Long-term clinical outcomes of extracorporeal shockwave lithotripsy and

- endoscopic retrograde cholangiopancreatography for pancreatic duct stone treatment in patients with chronic pancreatitis[J]. *Aliment Pharmacol Ther*, 2024, 60(8): 1110-1121. DOI: 10.1111/apt.18224.
- [16] HU L H, YE B, YANG Y G, et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy for Chinese patients with pancreatic stones: a prospective study of 214 cases[J]. *Pancreas*, 2016, 45(2): 298-305. DOI: 10.1097/MPA.0000000000000464.
- [17] DUMONCEAU J M, COSTAMAGNA G, TRINGALI A, et al. Treatment for painful calcified chronic pancreatitis: extracorporeal shock wave lithotripsy versus endoscopic treatment: a randomised controlled trial[J]. *Gut*, 2007, 56(4): 545-552. DOI: 10.1136/gut.2006.096883.
- [18] TADENUMA H, ISHIHARA T, YAMAGUCHI T, et al. Long-term results of extracorporeal shockwave lithotripsy and endoscopic therapy for pancreatic stones[J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2005, 3(11): 1128-1135. DOI: 10.1016/s1542-3565(05)00530-6.
- [19] DUMONCEAU J M, DEVIÈRE J, LE MOINE O, et al. Endoscopic pancreatic drainage in chronic pancreatitis associated with ductal stones: long-term results[J]. *Gastrointest Endosc*, 1996, 43(6): 547-555. DOI: 10.1016/s0016-5107(96)70189-x.
- [20] DELHAYE M, ARVANITAKIS M, VERSET G, et al. Long-term clinical outcome after endoscopic pancreatic ductal drainage for patients with painful chronic pancreatitis[J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2004, 2(12): 1096-1106. DOI: 10.1016/s1542-3565(04)00544-0.
- [21] SEVEN G, SCHREINER M A, ROSS A S, et al. Long-term outcomes associated with pancreatic extracorporeal shock wave lithotripsy for chronic calcific pancreatitis[J]. *Gastrointest Endosc*, 2012, 75(5): 997-1004.e1. DOI: 10.1016/j.gie.2012.01.014.
- [22] TANTAU A, MANDRUTIU A, LEUCUTA D C, et al. Prognostic factors of response to endoscopic treatment in painful chronic pancreatitis[J]. *World J Gastroenterol*, 2017, 23(37): 6884-6893. DOI: 10.3748/wjg.v23.i37.6884.
- [23] GURAV N, JAGTAP N, KOPPOJU V, et al. Predictors of persistent pain after extracorporeal shockwave lithotripsy for painful chronic calcific pancreatitis[J]. *Endoscopy*, 2024, 56(6): 406-411. DOI: 10.1055/a-2252-9920.
- [24] 衣津慧,胡良俾. 慢性胰腺炎体外震波碎石术并发症研究进展[J]. *中华胰腺病杂志*, 2023, 23(3): 226-229. DOI: 10.3760/cma.j.cn115667-20220121-00011.
- [25] LI B R, LIAO Z, DU T T, et al. Risk factors for complications of pancreatic extracorporeal shock wave lithotripsy[J]. *Endoscopy*, 2014, 46(12): 1092-1100. DOI: 10.1055/s-0034-1377753.
- [26] KONDO H, NAITOH I, OHARA H, et al. Efficacy of pancreatic stenting prior to extracorporeal shock wave lithotripsy for pancreatic stones[J]. *Dig Liver Dis*, 2014, 46(7): 639-644. DOI: 10.1016/j.dld.2014.02.017.
- [27] 王丹,胡良俾,李兆申. 胰管结石体外震波碎石术临床应用进展[J]. *中华胰腺病杂志*, 2016, 16(4): 282-285. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-1935.2016.04.019.
- [28] QIAN Y Y, RU N, CHEN H, et al. Rectal indometacin to prevent pancreatitis after extracorporeal shock wave lithotripsy (RIPEP): a single-centre, double-blind, randomised, placebo-controlled trial[J]. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2022, 7(3): 238-244. DOI: 10.1016/S2468-1253(21)00434-9.
- [29] LI B R, LIAO Z, DU T T, et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy is a safe and effective treatment for pancreatic stones coexisting with pancreatic pseudocysts[J]. *Gastrointest Endosc*, 2016, 84(1): 69-78. DOI: 10.1016/j.gie.2015.10.026.
- [30] OHYAMA H, MIKATA R, ISHIHARA T, et al. Efficacy of stone density on noncontrast computed tomography in predicting the outcome of extracorporeal shock wave lithotripsy for patients with pancreatic stones[J]. *Pancreas*, 2015, 44(3): 422-428. DOI: 10.1097/MPA.0000000000000277.
- [31] DALAL A, KAMAT N, MAYDEO A, et al. Assessment of pancreatic ductal stone density on non-contrast computed tomography for predicting the outcome of extracorporeal shock wave lithotripsy[J]. *Endosc Int Open*, 2024, 12(2): E274-E281. DOI: 10.1055/a-2226-1464.
- [32] WONG T, PATTARAPUNTAKUL T, NETINATSUNTON N, et al. Predictive factors correlated with successful early endoscopic removal of pancreaticolithiasis in chronic pancreatitis after extracorporeal shock wave lithotripsy[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2024, 14(2): 172. DOI: 10.3390/diagnostics14020172.
- [33] LIU R, SU W, GONG J, et al. Noncontrast computed tomography factors predictive of extracorporeal shock wave lithotripsy outcomes in patients with pancreatic duct stones[J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2018, 43(12): 3367-3373. DOI: 10.1007/s00261-018-1639-4.
- [34] LIU R, SU W, WANG J, et al. Quantitative factors of unenhanced CT for predicting fragmenting efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy on pancreatic duct stones[J]. *Clin Radiol*, 2019, 74(5): 408.e1-408.e7. DOI: 10.1016/j.crad.2019.01.018.
- [35] 武春英,焦小飞,汪纯洁,等. CT影像组学特征预测胰管结石体外冲击波碎石术疗效的价值[J]. *中华胰腺病杂志*, 2024, 24(4): 287-292. DOI: 10.3760/cma.j.cn115667-20240117-00017.