doi:10.11659/jjssx.06E023132

·综 述·

内镜逆行胰胆管造影术后胰腺炎风险预测模型的研究现状

朱哲宇[1],胡议予[2],陈 鹏[1],吴飞繁[1],汪思宇[2],汪伟民[1],苗春木[1],王运兵[1],丁 雄[1] (1.重庆医科大学附属第二医院肝胆外科,重庆 400010;2.重庆医科大学第二临床学院,重庆400000)

[摘 要] 内镜逆行胰胆管造影术后胰腺炎(PEP)是内镜逆行胰胆管造影术最常见的并发症之一,国内外基于不同的统计学方法建立了多个PEP预测模型。PEP预测模型作为评估和筛查高风险人群的工具,可为医务人员早期发现PEP高危患者并采取有效预防措施提供依据。近年来,新的PEP预测模型相继出现,但目前临床上仍然缺乏公认的可靠预测模型。本文对PEP风险预测模型的研究现状进行了综述,为后期建立一个更可靠、准确、实用的PEP风险预测模型提供方向。

[关键词] 内镜逆行胰胆管造影术;胰腺炎;风险预测模型;研究现状

[中图分类号] R619+.9 [文献标志码] A [收稿日期] 2023-06-22

Research status of risk prediction model of post-endoscopic retrograde cholangiopancreatography pancreatitis

ZHU Zhe-yu[1], HU Yi-yu[2], CHEN Peng[1], WU Fei-fan[1], WANG Si-yu[2], WANG Wei-min[1], MIAO Chun-mu[1], WANG Yun-bing[1], DING Xiong[1] (1. Department of Hepatobiliary Surgery, the Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400010, China; 2.the Second Clinical College, Chongqing Medical University, Chongqing 400000, China)

Abstract: Post-endoscopic retrograde cholangiopancreatography pancreatitis (PEP) is one of the most common complications after endoscopic retrograde cholangiopancreatography (ERCP). Numerous PEP prediction models have been established based on different statistical methods at home and abroad. The PEP prediction model, as a tool for evaluating and screening high-risk populations, can provide a basis for medical staff to find high-risk PEP patients early and take effective preventive measures. In recent years, new PEP prediction models have appeared one after another, but there is still a lack of recognized reliable prediction models in clinic. This article reviews the research status of PEP risk prediction models, aim to provide a direction for establishing a more reliable, accurate, and practical PEP risk prediction model in the later period.

Keywords: endoscopic retrograde cholangiopancreatography; pancreatitis; risk prediction model; research status

内镜逆行胰胆管造影术(endoscopic retrograde cholangiopancreatography, ERCP)是诊断和治疗胆管和胰腺疾病的常用技术,随着ERCP在各大中小医疗中心的普及,ERCP相关不良事件也时有发生。ERCP后胰腺炎(post-endoscopic retrograde cholangiopancreatography pancreatitis, PEP)是ERCP最常见的并发症,指ERCP后出现急性胰腺炎相关的临床症状,包括新出现的或加重的腹痛,伴有术后24 h血清淀粉酶或脂肪酶超过正常上限的3倍,导致需要住院治疗或延长了ERCP后的计划住院时间[1-4]。文献报道PEP的发生率为3.5%~9.7%,病死率为0.7%[5]。在高风险患者中,PEP的发生率可高达15%,尽管大多数PEP为轻中度,但仍有约10%的PEP患者可能发展为重症胰腺炎,引发多脏器功能衰竭和代谢紊乱[5-6]。一旦发生重症PEP,将明显延长住院时间,增加治疗费用,甚至危及患者生命。因此,建立PEP预测模型以早期识别中高风险人群,对PEP的预防具有重要的指导意义。

目前,国内外对于PEP高、中、低风险人群的划分标准尚未达成共识,且对于因不同疾病行ERCP的患者,个性化风险评估的研究仍需深入[7]。虽然已有多个PEP预测模型被开发,但其预测效能和临床适用性存在差距,尚无证据表明哪种模型更优越。现将近年来有关PEP风险预测模型的研究进展进行归纳、总结,为后期建立一个更可靠、准确、实用的PEP预测模型提供方向。

临床上PEP往往存在多个危险因素,各种因素与PEP发生的关联程度不同;同时,一些因素之间存在潜在的协同效应或共线性。PEP预测模型通过构建数学模型,从各种危险因素中筛选出能独立影响PEP发生的因素,将这些独立影响因素作为预测指标,从而实

[基金项目] 重庆市自然科学基金面上项目(cstc2021jcyj-msxmX0294);重庆市自然科学基金博士后项目(cstc2020jcyj-bshX0033);重庆市科卫联合项目(2021MSXM139)

[通信作者] 丁 雄,E-mail:300378@hospital.cqmu.edu.cn

现对PEP的预测。基于模型应用的时间节点,我们将PEP预测模型分为术前预测模型和术后预测模型两类,并对现有预测模型进行综述。

1 PEP术后预测模型

2002年,Friedland等[8]首先提出PEP床旁风险评分系统。该研究纳入波士顿1 705例患者的临床资料,经*Logistic*回归分析显示:术中疼痛、胰管插管、既往PEP史、尝试插管的次数是PEP的独立危险因素;根据风险因素建立了一个简单评分系统,并确定了低、中、高3个风险组,对应的PEP阳性预测值分别为1.9%、6.9%、28.0%。但由于术中疼痛明显受到镇痛镇静水平的影响,难以客观衡量;尝试插管的次数明显受技术和操作者经验的影响,随着内镜技术和设备的进步,乳头括约肌切开术、导丝辅助插管等技术已广泛使用,超过20次的尝试插管已十分罕见。因此,该评分标准当前已不适用。

随后,Cheng等[9]的研究显示,副乳头插管、疑似Oddi括约肌功能障碍(sphincter of Oddi dysfunction, SOD)、既往PEP史、年龄<60岁、多次注射造影剂、操作者水平低是PEP的危险因素,据此建立的模型曲线下面积(*area under the curve*,*AUC*)为0.69。Williams等[10]的研究基于多次尝试插管、女性、年轻、地方医院等因素建立PEP预测模型,该模型的*AUC*为0.68。Jeurnink等[11]的研究纳入乳头括约肌切开术、SOD、年轻、女性、既往胰腺炎史、胰腺分裂、插管困难、原发性硬化性胆管炎(primary sclerosing cholangitis, PSC)等危险因素,构建了PEP预测模型,但未报告其*AUC*值。Coté等[12]的研究显示,合并症严重、疼痛显著、操作时间长、疑似SOD、过度使用阿片类和抗焦虑药物是PEP的危险因素,建立的预测模型*AUC*为0.78~0.83。上述研究均经*Logistic*回归分析确定了PEP的危险因素,并建立了预测模型,但缺乏对模型预测效能的评价和验证。此外,上述模型纳入的部分危险因素在临床上并不常见,如副乳头插管、过度使用阿片类和抗焦虑药物的患者仅占所有ERCP患者中的很小一部分;SOD与PSC在亚洲人群中发病率很低[13]。因此,上述PEP预测模型尚未在临床上得到推广。

美国胃肠内镜学会指南[1]和欧洲胃肠道内窥镜学会指南[3]分别报告了11个和17个PEP危险因素,这些危险因素之间可能存在潜在的协同效应和共线性。尽管两个指南都明确将女性作为PEP的危险因素,然而其具体机制尚未完全阐明。DiMagno等[14]在单因素分析中发现女性是PEP的危险因素,但多因素分析并未证实女性为PEP的独立危险因素。该研究确定年轻、疑似SOD、经胰管括约肌切开、困难插管、吸烟、胆道疾病、移植/肝切除后并发症是PEP的独立预测因素,据此建立的预测模型*AUC*为0.74。该研究进一步发现,从模型中删除年龄这一危险因素,模型预测效能(*AUC*为0.73)未明显降低,但模型的复杂程度降低。有研究认为女性和年轻在PEP预测模型中的价值不大,可能是因为二者与疑似SOD有关,这也解释了为何既往研究[8-10]未将女性、年轻及疑似SOD同时纳入预测模型。尽管部分研究也讨论了PEP独立危险因素间的关系[8,11,13,15],但由于研究方法及样本数量有限,各种因素之间的相互作用关系尚未完全阐明。

既往研究很少关注乳头开口形态对PEP的影响。Haraldsson等[16]的研究发现,乳头开口形态与插管的复杂程度密切相关,尽管乳头开口形态与PEP未见显著相关性,但2型小乳头和3型突出/下垂乳头的患者插管困难率明显增加。Zheng等[17]的研究将乳头形态学特征纳入PEP的预测模型,基于*Logistic*回归分析建立了一个综合患者、操作及操作者相关因素的预测模型,共纳入8个相关因素:胃切除史、直接胆红素、白蛋白、胆总管结石诊断、预切开、胰管导丝进入、乳头开口形态(绒毛型/结节型)和有经验的操作者。该模型通过评分将患者分为低、中、高3个危险类别,对应的PEP阳性预测值分别为6.1%、17.0%和37.5%,在该模型下,外部验证集*AUC*为0.72,敏感度为0.72,显示出较理想的预测效能。然而,既往研究已表明乳头开口形态与插管困难程度相关,而预切开又常用于处理困难插管,乳头开口形态与预切开是否存在潜在关联,该研究并未进一步探讨。

随着内镜技术和设备的进步,各种ERCP技术(如导丝辅助插管、胰管支架置入、内镜下十二指肠乳头括约肌扩张术等)广泛应用,PEP的危险因素也发生了变化,既往的研究未对这些因素进行全面评价。Fujita等[15]和Chiba等[18]的研究提出了相似的风险分层评分系统。Fujita等[15]的模型纳入既往PEP史、乳头完整、困难插管、胰管导丝辅助胆道插管、胰腺造影剂注射、胰胆管内超声等PEP的独立危险因素,采用简单分数相加,将PEP风险分为高、低风险组,高风险组患者PEP阳性预测值为13.4%,验证集的*AUC*为0.79,*Hosmer-Lemeshow*拟合优度检验*P*=0.78。Chiba等[18]建立的PEP预测模型纳入原始乳头、胰管导丝辅助胆道插管、困难插管、胰腺造影剂注射、未放置胰管支架等

因素，采用倾向性评分分析，将PEP风险分为4级，结果显示，极高风险组患者PEP阳性预测值为28.79%，内部验证集的校正*AUC*为0.81，*Pearson*拟合优度检验*P*=0.99。尽管上述两个模型显示出较高的预测效能，但其主要关注ERCP操作相关的危险因素，并未全面评估PEP的所有潜在危险因素，且存在缺乏外部验证的问题。此外，ERCP是一项技术要求极高的内镜手术，术中操作很大程度上受到操作者水平的影响。Lee等[19]在一项多中心研究中发现，经验欠缺的内镜操作者是PEP发生的独立危险因素。Zheng等[17]的研究同样提出有经验的ERCP操作者是PEP的保护因素。尽管如此，操作相关危险因素与操作者相关危险因素之间的潜在关联尚未在既往研究中得到充分探讨，这可能是未来研究的一个方向。

此外，有学者对因不同原发疾病行ERCP的患者进行了研究。Fu等[20]纳入行ERCP置入支架的恶性胆道梗阻患者进行研究，结果显示，既往急性胰腺炎病史、胰管未扩张、非胰腺癌、插管困难和胰腺造影剂注射为PEP的独立危险因素，据此建立的模型验证集*AUC*为0.78，对应的低、中、高风险人群PEP阳性预测值分别为4.17%、8.75%和41.67%。这类基于不同原发疾病患者建立的PEP预测模型通常为单中心回顾性研究，样本量较有限且缺乏验证，虽对临床具有一定的指导意义，但由于仅针对某种特定疾病的患者，其在临床上的普适性会受到限制。

既往研究大多采用*Logistic*回归分析构建模型，但有研究发现机器学习算法可能会构建出更优的预测模型。Kamal等[21]基于4项随机对照试验开发了一个PEP预测模型及评分系统，该研究采用分类回归树建立模型，并确定了13个PEP预测因素，根据该评分系统，每位接受ERCP的患者发生PEP的风险都可以通过对数计算器计算。Akshintala等[22]创新性地将机器学习算法引入PEP的预测。该研究确定了15个PEP的独立预测因素，据此建立了一个基于随机森林模型的可视化风险计算器，其准确性为78%，特异度为80%，敏感度为49%，*AUC*为0.67。该计算器不仅可以实时、个性化、客观地评价患者PEP发生的风险，同时还能预测非甾体类抗炎药(nonsteroidal antiinflammatory drugs,NSAIDs)使用后PEP风险的降低程度，以此间接识别使用NSAIDs受益不大、可能需要放置胰管支架的患者，并指导PEP预防措施的实施。Archibugi等[23]在一项国际性、多中心、前瞻性队列研究中应用机器学习算法，比较了梯度增强和*Logistic*回归2种模型的预测效能，结果显示，梯度增强模型较*Logistic*回归模型显示出了更优的性能(*AUC*为0.70 *vs*. 0.58，*P*=0.012)。该研究最终确定了11个PEP预测因素，可以在ERCP术前、术中早期及术后预测PEP，并指导围术期预防措施的制定，但多数因素为术前相关因素。总的来说，机器学习算法为PEP的预测模型提供了新的思路，未来可能会开发出更可靠、准确的预测工具。

上述PEP预测模型多为简单的风险评分分层系统，纳入的危险因素为ERCP术前及术中相关因素，评分及分层方法简单，能在术中及术后进行PEP预测，并指导相应预防措施。尽管部分研究纳入的相关指标不全面，但上述模型中高风险组PEP风险明显高于中、低风险组，验证集*AUC*为0.68~0.83，模型预测效能在可接受范围内。然而大多数研究是基于单中心回顾性的研究，样本量较小，其预测效能和临床适用性仍需要进一步验证。

2 PEP术前预测模型

有研究基于原发疾病制定了简单的术前预测模型。Saito等[24]基于胆总管结石建立了一个简单的风险预测模型，根据原发疾病严重程度分为A组(无症状的胆总管结石)、B组(无胆管炎的梗阻性黄疸和肝功异常)、C组(轻、中、重度胆管炎)，分别对应PEP的风险为高风险(阳性预测值为13.7%)、中风险(阳性预测值为7.3%)、低风险(阳性预测值为1.8%)；校正后的倾向性评分结果显示，高风险组PEP发生率明显高于其他各组。该模型是基于原发疾病的简单分层，有助于在ERCP术前预测PEP的发生风险，但该研究为回顾性，样本量较小，需要前瞻性研究进一步验证。

DiMagno等[14]在一项病例对照研究中开发了术前和术后2个PEP预测模型，确定了4个危险因素(年轻、疑似SOD、经胰管括约肌切开、困难插管)及3个保护因素(吸烟、慢性肝疾病/胆道疾病、慢性肝疾病/肝移植/肝切除后并发症)。作者将上述因素归类为内镜操作前因素和内镜相关因素两类，其中经胰管括约肌切开和困难插管为内镜相关危险因素，其余为内镜操作前危险因素。根据内镜操作前危险因素建立了术前评分系统，分值越高，对应的PEP发生风险越大。由于慢性肝疾病相关的2个因素会将大部分患者排除在外，该模型的临床适用性会受到一定的影响。Park等[13]报告了韩国ERCP术前和术后2个PEP风险预测模型，确定年龄≤65岁、女性、急性胰腺炎史、恶性胆道梗阻、乳头括约肌切开术为PEP的独立预测因

素,排除乳头括约肌切开术这一术中危险因素,建立了ERCP术前PEP预测模型。尽管验证集中高危组PEP风险发生率(6.9%)高于低危组(2.2%)和中危组(3.8%),但各组间差异无统计学意义。因此,该术前预测模型是否能够预测PEP仍需进一步研究。

此外,部分术后预测模型也提出可以在术前对PEP的发生风险进行预测。例如,Zheng等[17]开发的预测模型也可以在术前、术中和术后多次进行预测;Akshintala等[22]的风险计算器能够实时、个性化地预测患者PEP发生的风险;Archibugi等[23]提出的梯度增强模型纳入的预测因素主要为术前相关因素,也能在术前及术中早期预测PEP的发生。上述模型纳入的预测因素均为患者常见特征及临床常见指标,可在术前早期预测PEP的发生,但上述研究未对其术前预测效能进行验证及评价,需要更大样本量的前瞻性研究来进一步验证及优化。

3 总结与展望

目前对PEP预测模型的研究总体呈现开发多、应用少的局面。现有的预测模型大多是基于单中心的回顾性研究,普遍缺乏验证,哪种模型预测效能更好尚无定论。除上述的预测模型外,还有其他有关PEP预测模型的研究,由于其研究内容及方法与上述模型类似、研究样本量较小、缺乏验证及创新性等,本文未纳入评估。随着ERCP的发展,患者、操作和操作者相关的因素也在发生变化,既往研究大多局限于对PEP相关危险因素的归纳,然而许多危险因素之间存在协同效应和共线性,既往研究未对这些因素进行全面评价。部分研究纳入的预测因素在临床上并不常见,从而影响其临床适用性。因此,需要对已有的模型进行前瞻性、多中心、大规模、多地域、跨种族的临床验证,比较和整合具有临床意义的危险因素,进一步优化预测模型。

此外,部分研究报道了ERCP术后血清淀粉酶/脂肪酶是可靠的PEP预测指标[25-27]。有研究认为联合术后2 h血清淀粉酶水平和插管时间可以预测PEP[28]。但上述模型并未将术后血清淀粉酶/脂肪酶作为PEP的预测因素。考虑到ERCP术后血清淀粉酶/脂肪酶仅能作为术后预测指标,且其监测可能会增加不必要的医疗花费,术后血清淀粉酶/脂肪酶是否需要早期动态监测仍有待研究。也有研究发现,胰腺体积大与PEP高风险及严重程度增加有关,ERCP术前胰腺体积也是PEP潜在的预测因素[29]。其他因素,如影像学特征、其他血清学指标,是否有助于预测PEP也有待研究,未来或能发现其他更实用的PEP预测因素。

现有的模型大多是基于ERCP术前和术中参数设计的,侧重于术后预测。部分预测模型虽提出能够在ERCP术前预测PEP,但未对其预测效能进行评价及验证。Park等[13]的研究虽对术前预测模型进行了验证,但其各风险组之间差异无统计学意义。因此,现有的模型在ERCP术前预测PEP的效能不佳,甚至不能在术前预测PEP。为减少不必要的ERCP、早期识别中高风险患者、指导围术期预防措施,还需要建立一个可靠的术前预测模型。此外,现有的模型尚不能预测PEP的严重程度。既往有研究尝试对PEP的严重程度进行预测,但由于重症PEP的发生率很低,尚未能确定重症PEP的危险因素[13-14],因此需要更大样本量的研究来进一步探索。未来可以建立能够同时预测PEP发生和严重程度的预测模型,以指导建立相应的预防措施。

目前,国内外的研究大多致力于建立临床普遍适用、简单的预测模型,以便医务人员快速、准确地评估风险。Akshintala等[22]开发的可视化风险计算器为未来PEP预测模型的发展提供了方向。未来可采用多种统计学方法推导模型,如采用神经网络、决策树、机器学习等算法进行危险因素的全面分析,并可通过列线图模型可视化预测结果,方便医务人员直观评估风险。未来人工智能不断发展,利用机器学习可能会开发出更可靠、准确、实用的预测模型。

综上所述,PEP预测模型仍有很大的研究空间,建立一个普遍适用、使用方便、预测效能好的PEP预测模型,有助于医务人员早期识别高危人群,采取及时有效的预防措施,提高医疗质量。

[参考文献]

[1] Committee ASoP, Chandrasekhara V, Khashab MA, et al. Adverse events associated with ERCP[J]. Gastrointest Endosc, 2017, 85(1): 32-47. doi:10.1016/j.gie.2016.06.051.

[2] Cotton PB, Lehman G, Vennes J, et al. Endoscopic sphincterotomy complications and their management: an attempt at consensus[J]. Gastrointest Endosc, 1991, 37(3): 383-393. doi:10.1016/s0016-5107(91)70740-2.

[3] Dumonceau JM, Kapral C, Aabakken L, et al. ERCP-related adverse events: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Guideline[J]. Endoscopy, 2020, 52(2): 127-149. doi: 10.1055/a-1075-4080.

[4] 王 贞,李文华. 腹部CT平扫在急性胰腺炎诊断和预后预测中的应用[J]. 影像科学与光化学, 2022, 40(5): 1205-1210. doi: 10.7517/issn.1674-0475.220526.

[5] Kochar B, Akshintala VS, Afghani E, et al. Incidence, severity, and mortality of post-ERCP pancreatitis: a systematic review by using randomized, controlled trials[J]. Gastrointest Endosc, 2015, 81(1): 143-149. doi:10.1016/j.gie.2014.06.045.

[6] Cahyadi O, Tehami N, de-Madaria E, et al. Post-ERCP pancreatitis: prevention, diagnosis and management[J]. Medicina (Kaunas), 2022, 58(9):1261. doi:10.3390/medicina58091261.

[7] Buxbaum JL, Freeman M, Amateau SK, et al. American Society for Gastrointestinal Endoscopy Guideline on post-ERCP pancreatitis prevention strategies: summary and recommendations[J]. Gastrointest Endosc, 2023, 97(2):153-162. doi:10.1016/j.gie.2022.10.005.

[8] Friedland S, Soetikno RM, Vandervoort J, et al. Bedside scoring system to predict the risk of developing pancreatitis following ERCP[J]. Endoscopy, 2002, 34(6):483-488. doi:10.1055/s-2002-32004.

[9] Cheng CL, Sherman S, Watkins JL, et al. Risk factors for post-ERCP pancreatitis: a prospective multicenter study[J]. Am J Gastroenterol, 2006, 101(1):139-147. doi:10.1111/j.1572-0241.2006.00380.x.

[10] Williams EJ, Taylor S, Fairclough P, et al. Risk factors for complication following ERCP; results of a large-scale, prospective multicenter study[J]. Endoscopy, 2007, 39(9):793-801. doi:10.1055/s-2007-966723.

[11] Jeurnink SM, Siersema PD, Steyerberg EW, et al. Predictors of complications after endoscopic retrograde cholangiopancreatography: a prognostic model for early discharge[J]. Surg Endosc, 2011, 25(9): 2892-2900. doi:10.1007/s00464-011-1638-9.

[12] Coté GA, Lynch S, Easler JJ, et al. Development and validation of a prediction model for admission after endoscopic retrograde cholangiopancreatography[J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2015, 13(13):2323-2332. e1-e9. doi:10.1016/j.cgh.2015.06.023.

[13] Park CH, Park SW, Yang MJ, et al. Pre- and post-procedure risk prediction models for post-endoscopic retrograde cholangiopancreatography pancreatitis[J]. Surg Endosc, 2022, 36(3): 2052-2061. doi: 10.1007/s00464-021-08491-1.

[14] DiMagno MJ, Spaete JP, Ballard DD, et al. Risk models for post-endoscopic retrograde cholangiopancreatography pancreatitis (PEP): smoking and chronic liver disease are predictors of protection against PEP[J]. Pancreas, 2013, 42(6): 996-1003. doi: 10.1097/MPA.0b013e31827e95e9.

[15] Fujita K, Yazumi S, Uza N, et al. New practical scoring system to predict post-endoscopic retrograde cholangiopancreatography pancreatitis: development and validation[J]. JGH Open, 2021, 5(9): 1078-1084. doi:10.1002/jgh3.12634.

[16] Haraldsson E, Kylänpää L, Grönroos J, et al. Macroscopic appearance of the major duodenal papilla influences bile duct cannulation: a prospective multicenter study by the Scandinavian Association for Digestive Endoscopy Study Group for ERCP[J]. Gastrointest Endosc, 2019, 90(6):957-963. doi:10.1016/j.gie.2019.07.014.

[17] Zheng R, Chen M, Wang X, et al. Development and validation of a risk prediction model and scoring system for post-endoscopic retrograde cholangiopancreatography pancreatitis[J]. Ann Transl Med, 2020, 8(20):1299. doi:10.21037/atm-20-5769.

[18] Chiba M, Kato M, Kinoshita Y, et al. The milestone for preventing post-ERCP pancreatitis using novel simplified predictive scoring system: a propensity score analysis[J]. Surg Endosc, 2021, 35(12): 6696-6707. doi:10.1007/s00464-020-08173-4.

[19] Lee HJ, Cho CM, Heo J, et al. Impact of hospital volume and the experience of endoscopist on adverse events related to Endoscopic Retrograde Cholangiopancreatography: a prospective observational study[J]. Gut Liver, 2020, 14(2):257-264. doi:10.5009/gnl18537.

[20] Fu Z, Song J, Pi Y, et al. A risk prediction model for post-endoscopic retrograde cholangiopancreatography pancreatitis after stent insertion for malignant biliary obstruction:development and validation[J]. Dig Dis Sci, 2023, 68(4):1574-1584. doi:10.1007/s10620-022-07649-8.

[21] Kamal A, Akshintala VS, Elmunzer BJ, et al. Development and validation of a risk stratification score for post-endoscopic retrograde cholangiopancreatography (ERCP) pancreatitis[J]. Gastrointest Endosc, 2018, 87(6): AB573-AB573. doi: 10.1016/j.gie.2018.04.224.

[22] Akshintala VS, Kuo A, Kamal A, et al. Development, validation of a post-ercp pancreatitis risk calculator and machine learning based decision making tool for prophylaxis selection[J]. Gastroenterology, 2019, 156(6):S116-S116. doi:10.1016/S0016-5085(19)37084-2.

[23] Archibugi L, Ciarfaglia G, Cárdenas-Jaén K, et al. Machine learning for the prediction of post-ERCP pancreatitis risk: a proof-of-concept study[J]. Dig Liver Dis, 2023, 55(3):387-393. doi:10.1016/j.dld.2022.10.005.

[24] Saito H, Sakaguchi M, Kadono Y, et al. Disease-based risk stratification of postendoscopic retrograde cholangiopancreatography pancreatitis for common bile duct stones[J]. Dig Dis Sci, 2022, 67(1):305-314. doi:10.1007/s10620-021-06825-6.

[25] Minakari M, Sebghatollahi V, Sattari M, et al. Serum amylase and lipase levels for prediction of postendoscopic retrograde cholangiopancreatography pancreatitis[J]. J Res Med Sci, 2018, 23: 54. doi: 10.4103/jrms.JRMS_1100_17.

[26] Sutton VR, Hong MK, Thomas PR. Using the 4-hour post-ERCP amylase level to predict post-ERCP pancreatitis[J]. JOP, 2011, 12(4):372-376. doi:10.6092/1590-8577/3223.

[27] Zhang Y, Ye X, Wan X, et al. Serum lipase as a biomarker for early prediction and diagnosis of post-endoscopic retrograde cholangiopancreatography pancreatitis[J]. Ir J Med Sci, 2020, 189(1):163-170. doi:10.1007/s11845-019-02089-2.

[28] Hayashi S, Nishida T, Shimakoshi H, et al. Combination of two-hour post-endoscopic retrograde cholangiopancreatography amylase levels and cannulation times is useful for predicting post-endoscopic retrograde cholangiopancreatography pancreatitis[J]. World J Gastrointest Endosc, 2016, 8(20):777-784. doi:10.4253/wjge.v8.i20.777.

[29] Maruyama H, Shiba M, Ishikawa-Kakiya Y, et al. Positive correlation between pancreatic volume and post-endoscopic retrograde cholangiopancreatography pancreatitis[J]. J Gastroenterol Hepatol, 2020, 35(5):769-776. doi:10.1111/jgh.14878.

(编辑:刘 艺)