



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.03.014  
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2024.03.014  
China Journal of General Surgery, 2024, 33(3):424-430.

· 文献综述 ·

## 胰十二指肠切除术后高淀粉酶血症的研究进展

开塞尔·阿不都哈迪尔, 林海

(新疆医科大学第一附属医院 胰腺外科, 新疆 乌鲁木齐 830000)

### 摘要

胰十二指肠切除术 (PD) 术后并发症发生率高达40%, 故对其并发症的早期预测及处理是有必要的。PD术后高淀粉酶血症 (POH) 被认为是术后早期并发症发生率及严重程度的预测因子, 但因对血清淀粉酶活性升高的机制不明确, 其意义和含义近些年以不同的方式被解释。在此, 笔者就POH概念的提出与发展历程、原因及影响、与术后急性胰腺炎及术后胰瘘之间的关系, 以及防治措施等加以综述。

### 关键词

胰十二指肠切除术; 手术后并发症; 高淀粉酶血症; 胰腺炎; 胰腺瘘; 综述  
中图分类号: R657.5

## Postoperative hyperamylasemia following pancreaticoduodenectomy: a research progress review

KAISAIER·Abudouhadier, LIN Hai

(Department of Pancreatic Surgery, the First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830000, China)

### Abstract

Postoperative complications after pancreaticoduodenectomy (PD) occur at a high rate of up to 40%, thus early prediction and management of its complications are necessary. Postoperative hyperamylasemia (POH) following PD is considered a predictor of the occurrence rate and severity of early postoperative complications, but due to the unclear mechanism of elevated serum amylase activity, its significance and implications have been interpreted in various ways in recent years. Here, the authors review the concept and development history of POH, its causes and impacts, its relationship with postpancreatectomy acute pancreatitis and postoperative pancreatic fistula, as well as prevention and treatment measures.

### Key words

Pancreaticoduodenectomy; Postoperative Complications; Hyperamylasemia; Pancreatitis; Pancreatic Fistula; Review  
CLC number: R657.5

胰十二指肠切除术 (pancreatoduodenectomy, PD) 是针对治疗各种胰腺 (胰头部肿瘤)、十二指肠 (壶腹部肿瘤) 和胆道 (胆管下段肿瘤) 疾病

的标准术式<sup>[1]</sup>, 该术式手术范围广、难度大、手术时间长、创伤大、术后并发症多、病死率高。随着外科医师知识层面的更新及外科技术进步, 手

基金项目: 国家自然科学基金地区科学基金资助项目 (82260538)。

收稿日期: 2023-11-16; 修订日期: 2023-12-18。

作者简介: 开塞尔·阿不都哈迪尔, 新疆医科大学第一附属医院硕士研究生, 主要从事胰腺疾病方面的研究。

通信作者: 林海, Email: 13639966260@163.com

术相关死亡也逐渐降低,据报道其发生率为5%以下<sup>[1]</sup>。但术后并发症的发生率仍然高达40%<sup>[2-3]</sup>。术后外科常见并发症包括术后急性胰腺炎(postpancreatectomy acute pancreatitis, PPAP)、术后胰瘘(postoperative pancreatic fistula, POPF)、胆汁漏、乳糜瘘、术后出血、腹腔感染、胃排空延迟(delayed gastric emptying, DGE)及远期并发症<sup>[4]</sup>。这些并发症会导致患者住院时间延长、住院费用增加、延缓患者康复及增加患者的经济负担。故预测这些并发症的发生、早期发现并处理是有必要的,这也是胰腺外科发展的重大挑战和机遇。一些研究已经描述了血清淀粉酶增加对早期并发症的影响,其早期持续增加是术后早期并发症发生率和严重程度的早期预测因子,因此,笔者对术后高淀粉酶血症(postoperative hyperamylasemia, POH)的研究进展进行总结,希望提高医师对POH的认识并为下一步的临床诊疗提供指导。

## 1 POH概念

### 1.1 既往POH的概念

自20世纪20年代起,陆续有学者报道,胃、十二指肠、胆道等上腹部器官术后早期出现血清淀粉酶升高的情况,其中部分病例在临床上被进一步诊断为急性胰腺炎<sup>[5]</sup>。血清胰酶活性升高的意义和含义近些年以不同的方式被解释。Cloyd等<sup>[6]</sup>报道,血清淀粉酶水平的升高是继发于胰肠吻合口胰淀粉酶的吻合口瘘,随后经腹膜全身重吸收。然而,Kühlbrey等<sup>[7]</sup>在对血清淀粉酶监测时,发现这种增加是在术后很早就出现的,并且与胰腺外分泌分泌物从腹膜重吸收这一解释不相符。后来Palani Velu等<sup>[8]</sup>提出当不伴有POPF时,POH被认为是与手术引起的胰腺实质机械损伤相关的胰腺创伤的潜在标志。尽管所有患者在胰腺切除术中都经历了类似的手术创伤,但并非所有患者术后血清淀粉酶均升高。因此,提出的这一手术引起的机械损伤机制并不能完全解释POH。尽管有这些先前的发现,POH仍然被认为只是POPF的一个间接迹象。

### 1.2 如今POH概念

近些年,POH被认为是PPAP的生化表达,PPAP是由胰脏残端缺血与局部炎症(胰腺炎)相关的机制引起的<sup>[9-10]</sup>,POH是胰腺残端缺血和胰腺

实质炎性损伤的生化表达<sup>[11]</sup>。最终,POH被解释为是由于胰腺切除和重建过程中腹膜吸收胰液所致<sup>[12]</sup>。Bannone等<sup>[11]</sup>在对POH和PPAP的研究进展的综述中提到,诊断POH时,应评估的术后时间及定义POH应参照的正常值都没有达成一致共识。在笔者的观察中,POH的患病率可高达评估病例的64%,说明这并不是罕见事件。此外,血清淀粉酶在术后早期时更高,随着术后时间的推移而下降。这些发现表明POH是PD后的早期事件,尽管有进一步的并发症发生,淀粉酶浓度可能会恢复正常。这种POH模式可能部分解释了为什么POH在一些研究中一直被认为是一种常见但短暂且不重要的术后疾病。此外,最近的证据<sup>[13]</sup>强调,单一的血清淀粉酶值改变与术后并发症的增加无关,相反其持续增加与更高的总体发病率以及严重的早期发病率有关。由于这个原因,国际胰腺研究小组(International Study Group for Pancreatic Surgery, ISGPS)<sup>[14]</sup>建议将这个标准用于POH的定义。

## 2 POH与PPAP、POPF的关系

### 2.1 PPAP

Carter等<sup>[5]</sup>首次观察早期出现血清淀粉酶升高的情况,将其中部分病例在临床上诊断为急性胰腺炎,并认为PPAP的发生取决于胰腺结构、手术损伤、血供改变、Oddi括约肌痉挛、十二指肠内容物停滞等因素。有部分的研究中PPAP的诊断使用亚特兰大标准<sup>[15]</sup>来定义,诊断需要存在以下三个特征中的两个即可:腹痛、血清淀粉酶或脂肪酶高于正常值上限的3倍,以及影像学上特征性的表现。在2016年由Connor<sup>[10]</sup>提出并首次尝试定义PPAP的概念,并将PPAP的定义为仅基于生化指标,即使用任何大于正常上限的血清胰酶水平,而不是大于3倍的经修订的亚特兰大分类使用的正常上限,Connor<sup>[10]</sup>认为胰腺横动脉与脾动脉分支的吻合中断以及胰腺微循环短暂性灌注不足可能导致胰腺局部缺血,从而诱发急性胰腺炎的级联反应。Loos等<sup>[12]</sup>以“Connor标准”评估PPAP患者后发现,58%的PPAP患者仅表现为POH,未出现急性胰腺炎相关的影像学特征。使用“Connor标准”对PPAP定义的后续研究产生了相互矛盾的结果<sup>[12,16-17]</sup>。故POH不能等同于PPAP,与“Connor标

准”的定义相比, ISGPS的定义对PD患者的临床病情评估更有价值。ISGPS发布的PPAP定义为:在胰腺切除术后<3 d出现的残余胰腺的急性炎症及随后的一系列级联反应,甚至进展为全身炎症反应综合征。诊断需要以下三个条件:(1)术后血清淀粉酶升高至少持续48 h并大于正常上限;(2)相关临床症状;(3)影像学检查见残余胰腺弥漫性或局限性间质实质水肿、胰周脂肪炎性改变、胰周积液、胰腺周围和实质坏死等<sup>[14,18]</sup>。其中将POH定义为,仅有淀粉酶水平升高,且持续高于的正常上限48 h,无其他临床或影像学指征改变。ISGPS将PPAP的严重程度分为A、B、C 3个等级。A级PPAP为单纯POH; B级PPAP除生化及影像学改变外,出现临床病情迁延不愈,需改变临床治疗方案,包括药物支持治疗(抗炎、营养支持等),内镜或介入治疗等; C级PPAP指出现持续性器官衰竭等严重并发症,需重症监护、再次手术治疗甚至死亡<sup>[19]</sup>。McGuire等<sup>[20]</sup>认为PPAP因为其腹痛症状可能会被术区疼痛及镇痛药的使用所掩盖,且影像学诊断缺乏特异性,致使正常术区影像学征象与术后胰腺炎征象难以区分,或许血清淀粉酶能够成为术后胰腺炎诊断的重要指标。至于何种血清淀粉酶升高情况更能代表术后胰腺炎的发生,还有待继续研究。

PPAP与POPF引起的急性胰腺炎不同,可能会增加术后其他严重并发症的发生率,甚至导致器官功能衰竭、再次手术或死亡<sup>[19]</sup>。多项研究<sup>[9,21-22]</sup>表明,随着术后胰腺炎的进展,胰腺周围炎症增多,胰腺周围血供受影响,胃肠道蠕动被抑制,胰肠吻合口愈合受损,导致一系列术后并发症,包括POPF、胃肠道排空延迟、腹腔出血及腹腔感染,导致术后并发症发生率升高,增加术后负担。Quero等<sup>[22]</sup>对520例PD患者的研究中,对比无PPAP组(458例)和PPAP组(63例),两组患者病死率相近(1.3% vs. 4.8%,  $P=0.4$ ),但PPAP组患者术后的严重术后并发症(Clavien-Dindo并发症分级 $\geq$ III级)发生率、再手术率和住院时间均显著大于非PPAP组(均 $P<0.05$ )。Bannone等<sup>[9]</sup>对292例患者PD术后资料的研究表明,PPAP患者术后严重并发症(腹腔脓肿、术后肺炎等)发生率升高,更易出现B、C级POPF,重症监护室住院时间延长。并提出PPAP可能是术中胰腺残端缺血性损伤的生化表现,最终导致胰腺吻合口瘘。PPAP患者的其

他严重并发症和术后死亡增加。总体来说,发生PPAP将导致PD患者的住院时间延长、并发症发生率和病死率增高,且因PPAP严重程度不同,对预后的影响也存在差异。根据ISGPS标准,Quero等<sup>[22]</sup>在520例PD术后患者中的研究发现,120例(23%)发生POH,其中57例(47.5%)为单纯POH,没有临床不良后果,54例(45%)和9例(7.5%)分别为B级和C级PPAP。当研究PPAP的临床影响时,胰脏残端的术后炎症与较差的临床病程显著相关,PPAP组的严重术后并发症、DGE、POPF发生率均显著高于无PPAP组(均 $P<0.05$ )。此外,当对患者的严重程度进行分层时,B级和C级PPAP患者的严重并发症、POPF、DGE及术后出血的发生率均显著高于单纯POH患者(均 $P<0.05$ ),这意味着PPAP表现越严重,可能会显著影响局部并发症的发生。胰腺质地柔软和胰管小都被认为是PPAP发展的易感因素,风险分别为3.9倍和2.9倍,这与Chen等<sup>[19]</sup>之前的报道一致。胰管<3 mm进一步被证实是PPAP病程更严重的唯一影响因素。在之前的报道中,这两种特征都被报道为PD后局部和全身性炎症的危险因素,这可能在正常胰腺组织中更频繁的短暂性灌注不足导致的缺血找到了理由<sup>[9]</sup>。事实上,在正常的软胰腺中,较高密度的腺泡细胞使胰腺更容易受到手术创伤引起的微循环改变的影响,这可能导致更频繁的细胞破坏和炎症反应的发生<sup>[23]</sup>。先前的研究<sup>[24]</sup>也进一步支持了这一假设,该研究分析了胰腺横切缘腺泡细胞的组织学浓度、纤维化和脂肪之间的潜在相关性,表明高腺泡细胞浓度是PPAP发展的危险因素。目前,尚无预防PPAP发生的相关临床研究,如何降低PPAP的发生率,统一和优化不同地区对PPAP的防治策略,是需要解决的问题之一。

## 2.2 POPF

早在2013年Cloyd等<sup>[6]</sup>在对176例PD患者术后第1天(postoperative day 1, POD1)血清淀粉酶与POPF发生的关系的研究中提出,在对POPF风险评估时,除其他预后因素外,血清中POD1的淀粉酶升高可用于帮助对PD后发生POPF的风险进行分层。同年Palani Velu等<sup>[8]</sup>对185例PD患者血清淀粉酶进行分析,以术前血清淀粉酶130 IU/L预测临床相关的POPF阴性预测值为88.8% ( $P<0.001$ )。但这两项研究都是基于术后单一的1次术后血清淀粉酶。2023年Bannone等<sup>[25]</sup>在对905例PD术后患者的

评价中,除了监测血清淀粉酶,联合监测了引流液淀粉酶(drain fluid amylase, DFA)及C-反应蛋白(C-reaction protein, CRP),能提高胰瘘风险评分(fistula risk score, FRS)评估POPF风险的准确性。早期人们认为这是发生POPF的间接标志,一种解释是吻合口瘘使淀粉酶经腹膜重新吸收入血,但Kühlbrey等<sup>[7]</sup>发现合并临床相关POPF患者POD1引流液淀粉酶显著增高而血清淀粉酶并不增高,提示二者无必然关系。PPAP是临床相关POPF的独立危险因素这一现象已被许多研究<sup>[9,16,26-29]</sup>证实。Ryska等<sup>[30]</sup>在研究中发现,C级POPF合并PPAP病死率较仅出现C级POPF的患者更高。更重要的是,部分因坏死性PPAP需行补救性全胰切除术的患者并未合并POPF。上述研究结果表明,PPAP和POPF间存在紧密联系,但也有证据表明两者的发生是相互独立的,综上,术后早期出现的PPAP可能是部分POPF的诱因,但应被作为一种独立并发症进行管理<sup>[31]</sup>。

PPAP的发生可引起胰腺实质细胞损伤,延长胰腺吻合口愈合时间,为POPF的发生提供了先决条件。另一方面,吻合口瘘引起的酶激活可能引起胰腺炎症损伤,导致PPAP的发生。在Quero等<sup>[22]</sup>的队列研究中,与非PPAP患者相比,PPAP患者更容易发展为更严重的POPF等级(B级和C级)。进一步证实PPAP与POPF的相互因果关系,当根据PPAP严重程度评估临床结果时,B、C级PPAP不仅与较高的POPF发生率相关,也与更严重的表现有关。这些结果进一步支持了目前的结论,即PPAP和POPF的协同作用可能对患者的临床结果产生不利影响,且两者都可能独立发生。

### 3 防治策略

目前,尚无有关预防及治疗POH和PPAP的高质量证据,多数学者通过加强围手术期管理来减少此并发症的发生。

术前,美国国立综合癌症网络(National Comprehensive Cancer Network, NCCN)指南<sup>[32]</sup>建议对身体状况良好且无疾病进展迹象的局部进展期胰腺癌患者在新辅助治疗后进行手术切除,通过新辅助治疗获益的交界可切除肿瘤和局部进展期胰腺癌患者越来越多<sup>[33-34]</sup>,接受新辅助治疗的局部

进展期胰腺癌患者中,约20%~61%最终可行切除手术,手术切除比姑息治疗的患者生存时间更长<sup>[35-37]</sup>。Bannone等<sup>[9,38]</sup>在回顾性分析中发现接受新辅助治疗者出现POH和PPAP的比例明显下降,但该结论仍需更多大型的多中心随机对照试验予以验证。

术中,有学者描述采用硬膜外麻醉可以改善术后并发症及严重程度<sup>[39]</sup>,Birgin等<sup>[40]</sup>在采用硬膜外麻醉的PPAP患者中观察到改善的临床结局和降低严重程度的原因可能是交感神经阻滞增加了胰腺灌注,从而减少代谢性酸中毒和组织损伤,有越来越多的证据表明这是有益的<sup>[41]</sup>。采用胰管内支架行胰管-空肠端侧吻合,减少不必要的胰腺缝合,注意保护残胰组织及胰周血管,并轻柔操作,有助于预防PPAP发生<sup>[19,42]</sup>。对于PD患者,与常规输液 $[8.3 \text{ mL}/(\text{kg}\cdot\text{h})]$ 相比,加快补液速度,采取目标导向输液 $[12 \text{ mL}/(\text{kg}\cdot\text{h})]$ 有助于降低POPF、PPAP及其他严重并发症发生率和缩短住院时间<sup>[43]</sup>。目标导向液体疗法(goal-directed fluid therapy, GDT)对患者和医院都产生了显著的好处,如缩短住院时间、降低并发症发生率和减少再次住院<sup>[44-45]</sup>。一项对非心脏手术的回顾性研究<sup>[46]</sup>也发现,围手术期输液和总体并发症之间存在“U”形关系,非常高和非常低的围手术期液体量都与非心脏手术后并发症的增加有关。而Bannone等<sup>[9]</sup>研究中,术中限制性补液,即输液量 $<3 \text{ mL}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ 更易出现POH及PPAP。一项采用术中荧光血管造影(intraoperative fluorescence angiography, IOFA)判断胰腺残端灌注的研究<sup>[47]</sup>结果显示,胰腺残端低灌注与PPAP发生率呈显著正相关,说明IOFA可用于预测POH及PPAP的发生并指导术后治疗。

术后使用生长抑素类似物,如帕西洛肽可通过抑制胰腺外分泌功能在降低POPF或其他并发症发生率方面可能存在益处<sup>[48-49]</sup>。糖皮质激素可用于改善围手术期的炎症反应,Kuan等<sup>[50]</sup>的综述及Laaninen等<sup>[51]</sup>的随机对照试验研究都表明,糖皮质激素能减少胰腺术后各类严重并发症的发生率。早期监测血清淀粉酶、CT及上述临床干预措施,已被描述有利于患者临床转归,是值得积极推荐的方法,但未来仍然需要高质量的证据进一步证实。对于已发生PPAP的患者,禁食、药物治疗、介入引流效果不佳时应考虑行全胰切除术<sup>[52]</sup>。

## 4 结 语

总之, POH的定义是血清淀粉酶水平持续高于的正常上限48 h。它被认为代表胰腺残端缺血和局部炎症的生化表现。POH独立预测POPF, 并与较高的临床相关术后并发症发生率显著相关。PPAP是胰腺切除术后独立并发症, 影响PD术后其他并发症的发生率和术后恢复, 对其预防与治疗的下一步研究显得更为重要, 何时进行增强CT检查等问题亟须更多研究证据予以明确。目前, 保守治疗仍在相关研究中被推荐为首选治疗方法, 当出现坏死性PPAP征象时应考虑手术干预。

利益冲突: 所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献声明: 开塞尔·阿不都哈迪尔负责检索文献及文稿撰写, 修改审核; 林海负责确定主题及提纲, 审阅论文并对研究工作提供基金支持并最终同意论文发表。

## 参考文献

- [1] Cameron JL, He J. Two thousand consecutive pancreaticoduodenectomies[J]. *J Am Coll Surg*, 2015, 220(4):530-536. doi:10.1016/j.jamcollsurg.2014.12.031.
- [2] Schmidt CM, Powell ES, Yiannoutsos CT, et al. Pancreaticoduodenectomy: a 20-year experience in 516 patients[J]. *Arch Surg*, 2004, 139(7):718-725. doi:10.1001/archsurg.139.7.718.
- [3] van Hilst J, de Rooij T, Bosscha K, et al. Laparoscopic versus open pancreatoduodenectomy for pancreatic or periampullary tumours (LEOPARD-2): a multicentre, patient-blinded, randomised controlled phase 2/3 trial[J]. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2019, 4(3):199-207. doi:10.1016/S2468-1253(19)30004-4.
- [4] 中华医学会外科学分会胰腺外科学组, 中国研究型医院学会胰腺病专业委员会, 中华外科杂志编辑部. 胰腺术后外科常见并发症诊治及预防的专家共识(2017)[J]. *中华外科杂志*, 2017, 55(5):328-334. doi:10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2017.05.003. Pancreatic Surgery Group of Society of Surgery of Chinese Medical Association, Pancreatic Disease Professional Committee of China Research Hospital Association, Editorial Office of Chinese Journal of Surgery. Expert consensus on diagnosis, treatment and prevention of common complications after pancreatic surgery (2017)[J]. *Chinese Journal of Surgery*, 2017, 55(5):328-334. doi:10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2017.05.003.
- [5] Carter AE. Post-operative pancreatitis[J]. *Postgrad Med J*, 1956, 32(367):248-258. doi:10.1136/pgmj.32.367.248.
- [6] Cloyd JM, Kastenber ZJ, Visser BC, et al. Postoperative serum amylase predicts pancreatic fistula formation following pancreaticoduodenectomy[J]. *J Gastrointest Surg*, 2014, 18(2):348-353. doi:10.1007/s11605-013-2293-3.
- [7] Kühnbrey CM, Samiei N, Sick O, et al. Pancreatitis after pancreatoduodenectomy predicts clinically relevant postoperative pancreatic fistula[J]. *J Gastrointest Surg*, 2017, 21(2):330-338. doi:10.1007/s11605-016-3305-x.
- [8] Palani Velu LK, Chandrabalan VV, Jabbar S, et al. Serum amylase on the night of surgery predicts clinically significant pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy[J]. *HPB (Oxford)*, 2014, 16(7):610-619. doi:10.1111/hpb.12184.
- [9] Bannone E, Andrianello S, Marchegiani G, et al. Postoperative acute pancreatitis following pancreaticoduodenectomy: a determinant of fistula potentially driven by the intraoperative fluid management[J]. *Ann Surg*, 2018, 268(5):815-822. doi:10.1097/SLA.0000000000002900.
- [10] Connor S. Defining post-operative pancreatitis as a new pancreatic specific complication following pancreatic resection[J]. *HPB (Oxford)*, 2016, 18(8):642-651. doi:10.1016/j.hpb.2016.05.006.
- [11] Bannone E, Andrianello S, Marchegiani G, et al. Postoperative hyperamylasemia (POH) and acute pancreatitis after pancreatoduodenectomy (POAP): state of the art and systematic review[J]. *Surgery*, 2021, 169(2):377-387. doi:10.1016/j.surg.2020.04.062.
- [12] Loos M, Strobel O, Dietrich M, et al. Hyperamylasemia and acute pancreatitis after pancreatoduodenectomy: two different entities[J]. *Surgery*, 2021, 169(2):369-376. doi:10.1016/j.surg.2020.07.050.
- [13] Bannone E, Marchegiani G, Balduzzi A, et al. Early and sustained elevation in serum pancreatic amylase activity: a novel predictor of morbidity after pancreatic surgery[J]. *Ann Surg*, 2023, 277(1):e126-e135. doi:10.1097/SLA.0000000000004921.
- [14] Marchegiani G, Barreto SG, Bannone E, et al. Postpancreatectomy acute pancreatitis (PPAP): definition and grading from the international study group for pancreatic surgery (ISGPS)[J]. *Ann Surg*, 2022, 275(4):663-672. doi:10.1097/SLA.0000000000005226.
- [15] Banks PA, Bollen TL, Dervenis C, et al. Classification of acute pancreatitis: 2012: revision of the Atlanta classification and definitions by international consensus[J]. *Gut*, 2013, 62(1):102-111. doi:10.1136/gutjnl-2012-302779.
- [16] Ikenaga N, Ohtsuka T, Nakata K, et al. Clinical significance of postoperative acute pancreatitis after pancreatoduodenectomy and distal pancreatectomy[J]. *Surgery*, 2021, 169(4):732-737. doi:10.1016/j.surg.2020.06.040.
- [17] Andrianello S, Marchegiani G, Malleo G, et al.

- Pancreaticojejunostomy with externalized stent vs pancreaticogastrostomy with externalized stent for patients with high-risk pancreatic anastomosis: a single-center, phase 3, randomized clinical trial[J]. *JAMA Surg*, 2020, 155(4): 313–321. doi:10.1001/jamasurg.2019.6035.
- [18] Chui JN, Yang AJ, Nahm CB, et al. Clinical validation of the international study group of pancreatic surgery (ISGPS) definition for post-pancreatectomy acute pancreatitis[J]. *HPB (Oxford)*, 2023, 25(6):704–710. doi:10.1016/j.hpb.2023.01.014.
- [19] Chen HD, Wang C, Shen ZY, et al. Postpancreatectomy acute pancreatitis after pancreaticoduodenectomy: a distinct clinical entity[J]. *Ann Surg*, 2023, 278(2): e278–e283. doi: 10.1097/SLA.0000000000005605.
- [20] McGuire SP, Maatman TK, Keller SL, et al. Early postoperative serum hyperamylasemia: harbinger of morbidity hiding in plain sight? [J]. *Surgery*, 2022, 171(2): 469–475. doi: 10.1016/j.surg.2021.07.023.
- [21] Rätty S, Sand J, Lantto E, et al. Postoperative acute pancreatitis as a major determinant of postoperative delayed gastric emptying after pancreaticoduodenectomy[J]. *J Gastrointest Surg*, 2006, 10(8): 1131–1139. doi:10.1016/j.gassur.2006.05.012.
- [22] Quero G, Massimiani G, Lucinato C, et al. Acute pancreatitis after pancreatoduodenectomy: clinical outcomes and predictive factors analysis according to the International Study Group of Pancreatic Surgery definition[J]. *HPB (Oxford)*, 2023, 25(3): 363–373. doi: 10.1016/j.hpb.2023.01.002.
- [23] Cuthbertson CM, Christophi C. Disturbances of the microcirculation in acute pancreatitis[J]. *Br J Surg*, 2006, 93(5): 518–530. doi:10.1002/bjs.5316.
- [24] Laaninen M, Bläuer M, Vasama K, et al. The risk for immediate postoperative complications after pancreaticoduodenectomy is increased by high frequency of acinar cells and decreased by prevalent fibrosis of the cut edge of pancreas[J]. *Pancreas*, 2012, 41(6):957–961. doi:10.1097/MPA.0b013e3182480b81.
- [25] Bannone E, Marchegiani G, Vollmer C, et al. Postoperative serum hyperamylasemia adds sequential value to the fistula risk score in predicting pancreatic fistula after pancreatoduodenectomy[J]. *Ann Surg*, 2023, 278(2): e293–e301. doi: 10.1097/SLA.0000000000005629.
- [26] Partelli S, Tamburrino D, Andreasi V, et al. Implications of increased serum amylase after pancreaticoduodenectomy: toward a better definition of clinically relevant postoperative acute pancreatitis[J]. *HPB (Oxford)*, 2020, 22(11): 1645–1653. doi: 10.1016/j.hpb.2020.03.010.
- [27] Andrianello S, Bannone E, Marchegiani G, et al. Characterization of postoperative acute pancreatitis (POAP) after distal pancreatectomy[J]. *Surgery*, 2021, 169(4): 724–731. doi: 10.1016/j.surg.2020.09.008.
- [28] Murakawa M, Kamioka Y, Kawahara S, et al. Postoperative acute pancreatitis after pancreatic resection in patients with pancreatic ductal adenocarcinoma[J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2022, 407(4): 1525–1535. doi:10.1007/s00423-022-02481-0.
- [29] Bonsdorff A, Helanterä I, Tarvainen T, et al. Prediction and consequences of postoperative pancreatitis after pancreaticoduodenectomy[J]. *BJS Open*, 2022, 6(2): zrac012. doi: 10.1093/bjsopen/zrac012.
- [30] Ryska M, Rudis J. Pancreatic fistula and postoperative pancreatitis after pancreatoduodenectomy for pancreatic cancer[J]. *Hepatobiliary Surg Nutr*, 2014, 3(5): 268–275. doi: 10.3978/j.issn.2304-3881.2014.09.05.
- [31] Simianu VV, Ramsey MP, Sherman S, et al. Necrotizing pancreatitis caused by pancreatoduodenectomy[J]. *Pancreas*, 2010, 39(6):942–943. doi:10.1097/MPA.0b013e3181d36359.
- [32] Tempero MA, Malafa MP, Al-Hawary M, et al. Pancreatic adenocarcinoma, version 2.2021, NCCN clinical practice guidelines in oncology[J]. *J Natl Compr Canc Netw*, 2021, 19(4): 439–457. doi:10.6004/jnccn.2021.0017.
- [33] Gemenetzi G, Groot VP, Blair AB, et al. Survival in locally advanced pancreatic cancer after neoadjuvant therapy and surgical resection[J]. *Ann Surg*, 2019, 270(2): 340–347. doi: 10.1097/SLA.0000000000002753.
- [34] Loos M, Kester T, Klaiber U, et al. Arterial resection in pancreatic cancer surgery: effective after a learning curve[J]. *Ann Surg*, 2022, 275(4): 759–768. doi:10.1097/SLA.0000000000004054.
- [35] Oba A, Del Chiaro M, Satoi S, et al. New criteria of resectability for pancreatic cancer: a position paper by the Japanese Society of Hepato-Biliary-Pancreatic Surgery (JSHBPS) [J]. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*, 2022, 29(7):725–731. doi:10.1002/jhbp.1049.
- [36] 柯牧京, 纪连栋, 李宜雄. 局部进展期胰腺癌新辅助治疗的现状与进展[J]. *中国普通外科杂志*, 2023, 32(3):317–326. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2023.03.001.
- Ke MJ, Ji LD, Li YX. Current status and progress of neoadjuvant therapy for locally advanced pancreatic cancer[J]. *China Journal of General Surgery*, 2023, 32(3): 317–326. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2023.03.001.
- [37] 牛河源, 郭艳, 张明, 等. 可切除或交界可切除胰腺癌新辅助治疗与优先手术疗效及安全性 Meta 分析[J]. *中国普通外科杂志*, 2023, 32(3):327–335. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2023.03.002.
- Niu HY, Guo Y, Zhang M, et al. Meta-analysis of efficacy and safety of neoadjuvant therapy versus priority surgery for resectable or borderline resectable pancreatic cancer[J]. *China Journal of General Surgery*, 2023, 32(3): 327–335. doi: 10.7659/j.issn.1005-

- 6947.2023.03.002.
- [38] Bannone E, Marchegiani G, Perri G, et al. Postoperative serum hyperamylasemia (POH) predicts additional morbidity after pancreatoduodenectomy: it is not all about pancreatic fistula[J]. *Surgery*, 2022, 172(2):715–722. doi:10.1016/j.surg.2022.04.003.
- [39] Demirag A, Pastor CM, Morel P, et al. Epidural anaesthesia restores pancreatic microcirculation and decreases the severity of acute pancreatitis[J]. *World J Gastroenterol*, 2006, 12(6):915–920. doi:10.3748/wjg.v12.i6.915.
- [40] Birgin E, Reeg A, Téoule P, et al. Early postoperative pancreatitis following pancreaticoduodenectomy: what is clinically relevant postoperative pancreatitis? [J]. *HPB (Oxford)*, 2019, 21(8): 972–980. doi:10.1016/j.hpb.2018.11.006.
- [41] Sadowski SM, Andres A, Morel P, et al. Epidural anesthesia improves pancreatic perfusion and decreases the severity of acute pancreatitis[J]. *World J Gastroenterol*, 2015, 21(43): 12448–12456. doi:10.3748/wjg.v21.i43.12448.
- [42] 陈昊民, 戴梦华. 胰腺术后急性胰腺炎的研究进展[J]. *中华外科杂志*, 2023, 61(7): 609–613. doi: 10.3760/cma.j.cn112139-20230221-00075.
- Chen HM, Dai MH. Advances in the study of postpancreatectomy acute pancreatitis[J]. *Chinese Journal of Surgery*, 2023, 61(7):609–613. doi:10.3760/cma.j.cn112139-20230221-00075.
- [43] Peltoniemi P, Pere P, Mustonen H, et al. Optimal perioperative fluid therapy associates with fewer complications after pancreaticoduodenectomy[J]. *J Gastrointest Surg*, 2023, 27(1):67–77. doi:10.1007/s11605-022-05453-3.
- [44] Kendrick JB, Kaye AD, Tong YR, et al. Goal-directed fluid therapy in the perioperative setting[J]. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*, 2019, 35(Suppl 1):S29–S34. doi:10.4103/joacp.JOACP\_26\_18.
- [45] Voldby AW, Aaen AA, Loprete R, et al. Perioperative fluid administration and complications in emergency gastrointestinal surgery-an observational study[J]. *Perioper Med*, 2022, 11(1):9. doi:10.1186/s13741-021-00235-y.
- [46] Miller TE, Mythen M, Shaw AD, et al. Association between perioperative fluid management and patient outcomes: a multicentre retrospective study[J]. *Br J Anaesth*, 2021, 126(3):720–729. doi:10.1016/j.bja.2020.10.031.
- [47] Doussot A, Decrock M, Calame P, et al. Fluorescence-based pancreas stump perfusion is associated with postoperative acute pancreatitis after pancreatoduodenectomy a prospective cohort study[J]. *Pancreatology*, 2021: S1424–S3903(21)00161–7. doi:10.1016/j.pan.2021.05.009.
- [48] Kawaida H, Kono H, Hosomura N, et al. Surgical techniques and postoperative management to prevent postoperative pancreatic fistula after pancreatic surgery[J]. *World J Gastroenterol*, 2019, 25(28):3722–3737. doi:10.3748/wjg.v25.i28.3722.
- [49] Ma LW, Dominguez-Rosado I, Gennarelli RL, et al. The cost of postoperative pancreatic fistula versus the cost of pasireotide: results from a prospective randomized trial[J]. *Ann Surg*, 2017, 265(1):11–16. doi:10.1097/SLA.0000000000001892.
- [50] Kuan LL, Dennison AR, Garcea G. Outcomes of peri-operative glucocorticosteroid use in major pancreatic resections: a systematic review[J]. *HPB (Oxford)*, 2021, 23(12):1789–1798. doi:10.1016/j.hpb.2021.07.001.
- [51] Laaninen M, Sand J, Nordback I, et al. Perioperative hydrocortisone reduces major complications after pancreaticoduodenectomy: a randomized controlled trial[J]. *Ann Surg*, 2016, 264(5):696–702. doi:10.1097/SLA.0000000000001883.
- [52] Groen JV, Smits FJ, Koole D, et al. Completion pancreatectomy or a pancreas-preserving procedure during relaparotomy for pancreatic fistula after pancreatoduodenectomy: a multicentre cohort study and meta-analysis[J]. *Br J Surg*, 2021, 108(11):1371–1379. doi:doi.org/10.1093/bjs/zxab273.

( 本文编辑 熊扬 )

本文引用格式: 开塞尔·阿不都哈迪尔, 林海. 胰十二指肠切除术后高淀粉酶血症的研究进展[J]. *中国普通外科杂志*, 2024, 33(3):424–430. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2024.03.014

Cite this article as: Kaisaier·ABDHDE, Lin H. Postoperative hyperamylasemia following pancreaticoduodenectomy: a research progress review[J]. *Chin J Gen Surg*, 2024, 33(3): 424–430. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2024.03.014