

# ABCD1、CD99、 $\beta$ -Catenin在胰腺实性假乳头状肿瘤中的诊断价值

王 栋<sup>1,2</sup>, 王方平<sup>3</sup>, 李 昊<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>安徽医科大学第一附属医院病理科, 安徽 合肥

<sup>2</sup>太湖县人民医院病理科, 安徽 安庆

<sup>3</sup>安庆市立医院病理科, 安徽 安庆

收稿日期: 2026年4月19日; 录用日期: 2026年5月12日; 发布日期: 2026年5月21日

## 摘 要

目的: 探讨ABCD1、CD99、 $\beta$ -catenin在胰腺实性假乳头状肿瘤中的诊断及鉴别诊断价值。方法: 收集已明确诊断的胰腺肿瘤170例, 其中94例pSPN、69例pNEN、7例pACC, 回顾性分析临床病理资料, 并运用免疫组织化学方法检测ABCD1、 $\beta$ -catenin、CD99在3种肿瘤中的表达。结果: ABCD1在pSPN中阳性率100% (94/94), 在pNEN中阳性率4.3% (3/69), 在pACC中全部阴性(0/7), ABCD1在pSPN中的敏感性100%; 特异性96.9%; CD99在pSPN中阳性率97.9% (92/94), 在pNEN中阳性率15.9% (11/69), 在pACC中阳性率14.3% (1/7), CD99在pSPN中的敏感性97.9%; 特异性88.2%;  $\beta$ -catenin在pSPN中阳性率95.7% (90/94), 在pNEN中阳性率7.2% (4/69), 在pACC中阳性率14.3% (1/7),  $\beta$ -catenin在pSPN中的敏感性及特异性分别为: 95.7%; 94.7%。因pACC样本量仅7例, 其鉴别诊断价值仅为初步结果。结论: ABCD1、 $\beta$ -catenin、CD99的表达有助于pSPN的诊断与鉴别诊断, 其中ABCD1较其它两种抗体有更好的敏感性及特异性。本研究关于pACC的鉴别结论需扩大样本量进一步验证。

## 关键词

ABCD1, CD99,  $\beta$ -Catenin, 诊断效能, 鉴别诊断

# Diagnostic Value of ABCD1, CD99 and $\beta$ -Catenin in Solid Pseudopapillary Neoplasm of the Pancreas

Dong Wang<sup>1,2</sup>, Fangping Wang<sup>3</sup>, Hao Li<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Pathology, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei Anhui

<sup>2</sup>Department of Pathology, Taihu County People's Hospital, Anqing Anhui

\*通讯作者。

文章引用: 王栋, 王方平, 李昊. ABCD1、CD99、 $\beta$ -Catenin 在胰腺实性假乳头状肿瘤中的诊断价值[J]. 临床医学进展, 2026, 16(5): 1861-1867. DOI: 10.12677/acm.2026.1651990

## Abstract

**Objective:** To explore the value of combined use of ABCD1, CD99, and  $\beta$ -catenin in the diagnosis and differential diagnosis of solid pseudopapillary neoplasm of the pancreas (pSPN). **Methods:** A total of 170 cases of pancreatic tumors with definite diagnoses were collected, including 94 cases of pSPN, 69 cases of neuroendocrine neoplasm of the pancreas (pNEN), and 7 cases of acinar cell carcinoma of the pancreas (pACC). The clinicopathological data were analyzed retrospectively, and the expressions of ABCD1,  $\beta$ -catenin, and CD99 in all cases were detected by immunohistochemical method. **Results:** The positive rate of ABCD1 in pSPN is 100% (94/94), in pNEN is 4.3% (3/69), and in pACC is completely negative (0/7). The sensitivity and specificity of ABCD1 in pSPN are 100% and 96.9% respectively. The positive rate of CD99 in pSPN is 97.9% (92/94), in pNEN is 15.9% (11/69), and in pACC is 14.3% (1/7). The sensitivity and specificity of CD99 in pSPN are 97.9% and 88.2% respectively. The positive rate of  $\beta$ -catenin in pSPN is 95.7% (90/94), in pNEN is 7.2% (4/69), and in pACC is 14.3% (1/7). The sensitivity and specificity of  $\beta$ -catenin in pSPN are 95.7% and 94.7% respectively. Since only 7 cases of pACC were included, its value in differential diagnosis represents a preliminary finding. **Conclusion:** The expression of ABCD1,  $\beta$ -catenin and CD99 is helpful for the diagnosis and differential diagnosis of pSPN, among which ABCD1 has better sensitivity and specificity than the other two antibodies. The conclusions regarding the differential diagnosis of pACC in this study need to be further verified with an expanded sample size.

## Keywords

ABCD1, CD99,  $\beta$ -Catenin, Diagnostic Efficacy, Differential Diagnosis

Copyright © 2026 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

胰腺实性假乳头状肿瘤(solid pseudopapillary neoplasm of the pancreas, pSPN)于 1959 年由 Frantz 首次报道[1], 在胰腺外分泌肿瘤中占比 0.2%~2.7%, 好发于年轻女性(中位年龄 28 岁), 为低度恶性肿瘤(low-grade malignant neoplasms) [2]。由于其临床表现、影像学特征缺乏特异性, 且部分病例病理形态学特点与胰腺神经内分泌肿瘤(neuroendocrine neoplasm of the pancreas, pNEN)、胰腺腺泡细胞癌(acinar cell carcinoma of the pancreas, pACC)相似[3], 基础(HE)染色病理切片诊断难度大。尽管  $\beta$ -catenin 是临床诊断 pSPN 最常用的免疫组化(Immunohistochemistry, IHC)标记物, 但存在膜阳性或浆阳性表达干扰核阳性判读[4]、部分 pSPN 病例中表达不均一[5] [6]、部分非 pSPN 也存在  $\beta$ -catenin 的表达[4] [7]-[10]等问题。CD99 已被发现于 pSPN 中呈现特征性表达模式, 显示出良好的诊断与鉴别诊断潜力[11], 然而, 现有研究样本量有限, 尚缺乏多中心、大样本数据的进一步验证。ABCD1 是近年来新报道的标志物, 在 pSPN 诊断中展现出独特的优势[4], 但相关研究较少, 其实际应用价值仍需明确。本文就 ABCD1、CD99、 $\beta$ -catenin 检测在胰腺 pSPN、pNEN、pACC 中的诊断与鉴别诊断价值进行研究, 以期更好地指导临床对胰腺肿瘤的诊疗。

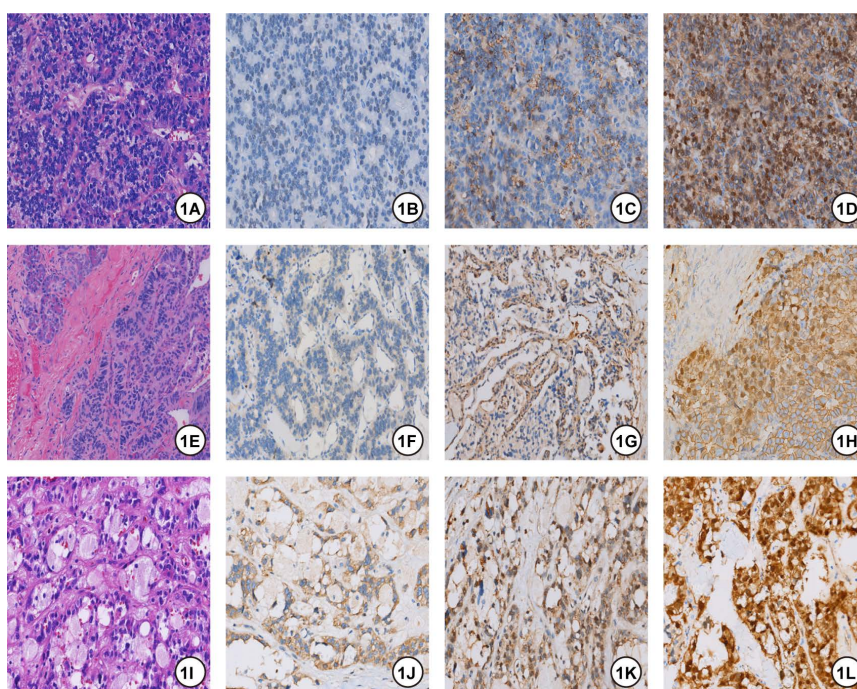
## 2. 材料与方法

(1) 材料：选取安徽医科大学第一附属医院病理科 2019 年 1 月至 2025 年 2 月间明确诊断的胰腺肿瘤病例 170 例。诊断标准参照《WHO Classification of Tumours 5th Edition: Digestive System Tumors》，复核所有病理诊断，其中 pSPN 94 例、pNEN 73 例、pACC 7 例。ABCD1 抗体购自武汉三鹰(Proteintech)公司(多克隆抗体, 编号: 18138-1-AP, 稀释比 1:100),  $\beta$ -catenin 及 CD99 抗体均为购自福州迈新公司的即用型抗体( $\beta$ -catenin 克隆号: MX043; CD99 克隆号: O13)。

(2) 方法：所有标本经 10% 中性福尔马林溶液固定, 常规脱水, 石蜡包埋, 4  $\mu$ m 厚度切片, HE 染色, 镜下观察。IHC 染色在 Roche 全自动 IHC 染色平台 Ventana BenchMark GX 上进行。用 PBS 代替一抗作为阴性对照, 用已知阳性切片作为阳性对照。

(3) 结果判读：IHC 切片均由三名主治以上病理医师单独阅片, 判读不一致时讨论。ABCD1 阳性为细胞质颗粒状着色; CD99 细胞质核旁颗粒状着色为阳性;  $\beta$ -catenin 细胞核着色为阳性。所有切片均按着色强度及阳性细胞百分比进行半定量分级。按阳性细胞染色强度计分: 无着色(0 分), 浅黄色(1 分), 黄色(2 分), 棕褐色(3 分); 按阳性细胞百分比计分: 无阳性细胞 0 分, 阳性细胞占比  $\leq 25\%$  计 1 分,  $26\% \sim 50\%$  计 2 分,  $51\% \sim 75\%$  计 3 分,  $\geq 76\%$  计 4 分。将两项结果相乘: 阴性(0 分)计为 0; 弱阳(1~3 分)计为 1+, 中阳(4~6 分)计为 2+, 强阳( $>6$  分)计为 3+。

## 3. 结果



注: 1A. pACC, HE,  $\times 200$  倍; 1B. pACC, ABCD1 阴性表达  $\times 200$  倍; 1C. pACC, CD99 阳性表达(1+)  $\times 200$  倍; 1D. pACC,  $\beta$ -catenin 阳性表达(2+),  $\times 200$  倍; 1E. pNEN, HE,  $\times 200$  倍; 1F. pNEN, ABCD1 阴性表达,  $\times 200$  倍; 1G. pNEN, CD99 阳性表达(2+),  $\times 200$  倍; 1H. pNEN,  $\beta$ -catenin 阳性表达(2+),  $\times 200$  倍; 1I. pSPN, HE,  $\times 200$  倍; 1J. pSPN, ABCD1 阳性表达,  $\times 200$  倍; 1K. pSPN, CD99 阳性表达,  $\times 200$  倍; 1L. pSPN,  $\beta$ -catenin 阳性表达,  $\times 200$  倍。

**Figure 1.** HE and immunohistochemical staining images of pancreatic-related tumors

**图 1.** 胰腺相关肿瘤 HE 及免疫组化染色图像

(1) pACC 中抗体的表达情况: 7 例 pACC (图 1(A)示一例 pACC HE 图)中, ABCD1 均呈阴性表达, 阳性率为 0 (0/7) (图 1(B)); CD99 在 1 例中阳性表达, 阳性率 14.3% (1/7), 呈 1+ (图 1(C));  $\beta$ -catenin 在 1 例中阳性表达, 阳性率 14.3% (1/7), 呈 2+ (图 1(D))。

(2) pNEN 中抗体的表达情况: 69 例 pNEN (图 1(E)示一例 pNEN HE 图)中, ABCD1 在 3 例 pNEN 呈阳性表达, 阳性率为 4.3% (3/69), 在 66 例中呈阴性表达(66/69) (图 1(F)); CD99 在 11 例 pNEN 中阳性表达, 阳性率 15.9% (11/69), 其中 1 例 2+ (图 1(G)), 10 例 1+, 在 58 例中呈阴性表达(58/69);  $\beta$ -catenin 在 4 例 pNEN 中阳性表达, 阳性率 5.8% (4/69), 其中 2 例 2+ (图 1(H)), 2 例 1+, 在 65 例中呈阴性表达 (65/69)。

(3) pSPN 中抗体的表达情况: 94 例 pSPN (图 1(I)示一例 pSPN HE 图)中, ABCD1 在 94 例 pSPN 中均呈阳性表达(图 1(J)), 阳性率为 100% (94/94), 其中 90 例 3+, 3 例 2+, 1 例 1+; CD99 在 92 例 pSPN 中阳性表达(图 1(K)), 2 例中阴性表达, 阳性率 97.9% (92/94), 其中 85 例 3+, 7 例 2+;  $\beta$ -catenin 在 90 例 pSPN 中阳性表达, 在 4 例中阴性表达(图 1(L)), 阳性率 95.7% (90/94), 其中 87 例 3+, 3 例表现为局灶阳性, 2 例 2+, 1 例 1+。三种抗体在胰腺肿瘤中的表达情况及诊断 pSPN 的敏感性和特异性信息详见表 1。

**Table 1.** Expression levels of ABCD1, CD99 and  $\beta$ -catenin in pancreatic tumors

**表 1.** ABCD1、CD99、 $\beta$ -catenin 在胰腺肿瘤中的表达情况

分组	n	ABCD1					CD99					$\beta$ -catenin				
		阳性				阴性率 (%)	阳性				阴性率 (%)	阳性				阴性率 (%)
		+++	++	+	0		+++	++	+	0		+++	++	+	0	
pSPN	94	90	3	1	0	100	85	7	0	2	97.9	87	2	1	4	95.7
pNEN	69	0	0	3	66	4.3	0	1	10	58	15.9	0	2	2	65	5.8
pACC	7	0	0	0	7	0	0	0	1	6	14.2	0	0	1	6	14.2

## 4. 讨论

pSPN 是一种低度恶性肿瘤, 好发于中青年女性。患者可无任何症状, 或仅表现为腹部不适、恶心、呕吐和体重减轻等症状。部分肿瘤也有可能出现严重的并发症, 例如黄疸和胰腺炎[12]。除此之外, pSPN 血清学检查缺乏特异性, 术前诊断主要依据影像学检查[13], 其影像学表现为边界清晰、部分为实性或假囊性的肿块, 偶尔伴有钙化[2]。尽管该病影像学有一定的影像学, 但是诊断率仍较低[13]。在组织学上, 部分 pSPN 病例的巢状、小梁状结构与 pNEN 和 pACC 有较大的相似性[3], 导致病理鉴别困难。在分子层面, 约 74%~90%的 pSPN 病例存在 CTNNB1 基因突变[6] [14], 但此突变并非 pSPN 独有, 亦可见于胰母细胞瘤等其他类型肿瘤[8]。pNEN 和 pACC 的分子改变复杂多变, 目前尚不能直接用于指导病理诊断 [15] [16]。因此, 在临床实践中, IHC 仍然是鉴别这些肿瘤最简单、高效的方法。然而, 传统用于诊断 pSPN 的抗体  $\beta$ -catenin 在敏感性和特异性方面均存在一定局限[4]-[8]。近年来研究表明, 多种抗体或其组合在诊断 pSPN 的敏感性及特异性优于传统抗体  $\beta$ -catenin [17]-[21]。

我们的研究表明, 编码 ATP 结合盒(ABC)转运蛋白超家族的基因 ABCD1 (ATP Binding Cassette Subfamily Member 1, ABCD1) [22]的蛋白产物在 pSPN 的 IHC 鉴别诊断中具有重要价值。其中 94 例 pSPN 病例均呈阳性表达, 而在 pNEN 和 PACC 中的阳性率极低, 显示出优异的诊断特异性。3 例 ABCD1 阳性 pNEN 均为低级别(G1/G2)胰腺神经内分泌肿瘤, 形态学呈经典实性巢状、小梁状排列, 无假乳头结构、泡沫样胞质、出血囊性变等 pSPN 典型形态; 患者均为中老年人, 无 pSPN 好发于年轻女性的临床特征; 肿瘤均为实性边界清楚结节, 无 pSPN 常见的混合实性假囊性结构, 临床病理学特征符合典型 pNEN。上

述结果提示,极少数低级别 pNEN 可出现 ABCD1 非特异性阳性,病理诊断中不能仅凭 ABCD1 单一指标判定 pSPN,必须结合形态学、年龄性别及其他标志物综合判断,避免误诊。这一发现与 Liu 等人的研究相呼应[4],他们的研究表明 ABCD1 蛋白在 pSPN 原发及转移样本中的表达均显著上调,基于对 111 例 pSPN、108 例 pNET、9 例 pACC 及 3 例胰腺导管腺癌的染色结果,发现无论采用何种染色强度评估标准,ABCD1 均表现出优异的敏感性与特异性。具体而言,以任何阳性染色作为 pSPN 的判断标准时,其敏感性和特异性分别为 100% 和 81.3%;若以强染色(组织评分 > 1 分)作为阈值,则敏感性和特异性分别可达 99.10% 和 97.83%。值得关注的是,在部分 pSPN 病例的局灶区域中,当  $\beta$ -catenin 核表达减弱或难以判读时,ABCD1 仍保持稳定阳性。本研究中,ABCD1 在 pSPN 中均呈弥漫一致阳性表达,这对于穿刺活检病例的确诊有很大帮助作用。此外,在 3 例 pNEN 中观察到  $\beta$ -catenin 及 CD99 部分区域阳性而 ABCD1 阴性的现象,进一步表明 ABCD1 对 pSPN 有更高的鉴别价值。

CD99 是由位于性染色体上的基因编码的细胞表面糖蛋白,是 Ewing 肉瘤/原始神经外胚层肿瘤的相对特异的标记物,后续研究发现其在多种人体固有组织及肿瘤组织中表达,如在胰岛中膜表达、胰腺腺泡中膜弱表达,在胰腺神经内分泌肿瘤中膜或膜浆表达[11]。Li L 等[23]报道 CD99 在 pSPN 中呈特征性核旁点状阳性,且敏感性为 100% (37/37)。郑洪彦等[11]的研究也有类似的发现,其在 pSPN 中的阳性率为 91.9% (34/37),而在 pNEN 中表现为膜阳性,阳性率为 61.9% (13/21)。

本研究进一步验证了 CD99 在 pSPN 中的表达特征:在 94 例 pSPN 中,90 例(90/94)呈现典型的核旁颗粒状阳性,且绝大多数为 3+ (83/94),呈均匀弥漫阳性表达,较易识别及判读。相较其他文献的报道,本研究其敏感性较高,可能和实验条件差异及克隆号差异有关。其诊断 pSPN 的特异性为 89% (90/101),与部分文献报道相似,其仅在 1 例 pNEN 中见核旁点状阳性,10 例 pNEN 弱的胞浆颗粒状阳性,在 pACC 中 1 例阳性表达。均与 pSPN 弥漫、强阳性、核旁颗粒状的特征性模式有显著区别。提示 CD99 的阳性定位与强度比单纯阳性与否更具鉴别价值。部分文献中也有 CD99 价值较有限的报道,如曹钟等[17]研究发现 CD99 对于 pSPN 的敏感性和特异性分别为:85.71% 及 48.21%,可能与抗体的克隆号差异有关。对于 pSPN 的诊断 CD99 较  $\beta$ -catenin 更容易识别与判读[23],有一定优势。

研究表明[6] [14],大部分 pSPN 病例存在 Wnt/ $\beta$ -catenin 信号通路中 CTNNB1 基因第 3 号外显子的体细胞点突变,这一突变导致  $\beta$ -catenin 蛋白在病变细胞核内异常聚集。我们的研究结果显示  $\beta$ -catenin 在 pSPN 的诊断中具有较高的敏感性(95.7%),但其表达模式存在一定异质性:部分病例呈局灶阳性、胞质阳性或表达减弱,这与既往研究报道中部分 pSPN 存在表达异常的情况相符[4] [6]。4 例  $\beta$ -catenin 核阴性 pSPN 均为年轻女性患者,肿瘤以实性为主伴局灶经典假乳头结构,未见高级别转化、明显坏死、脉管侵犯或包膜外侵;免疫表型均为 ABCD1 弥漫强阳性、CD99 特征性核旁颗粒状阳性,符合 pSPN。提示该类病例属于  $\beta$ -catenin 表达缺失的特殊 pSPN 亚型,ABCD1 可有效弥补  $\beta$ -catenin 的判读缺陷,显著降低假阴性风险。Zhao S 等[6]对 179 例 pSPN 的临床病理特征分析研究发现,其  $\beta$ -catenin (文中名称为 CTNNB1,与  $\beta$ -catenin 为相同试剂) IHC 染色阳性率为 98.3% (176/179);并对所有病例进行 Sanger 测序,74.3% (133/179)的病例检测到 CTNNB1 基因第 3 号外显子的点突变,其中 3 例  $\beta$ -catenin 阴性的病例亦均检测到此突变;同时对此 3 例  $\beta$ -catenin 阴性的肿瘤标本全部取材并用三种不同克隆号的  $\beta$ -catenin 进行 IHC 染色,证实为全部肿瘤标本  $\beta$ -catenin 阴性表达,后运用 NGS 方法对此 3 例进行分子检测,均检测到与 Sanger 测序相同的 CTNNB1 突变,且未检测到除 CTNNB1 以外的任何一致性突变。在我们的研究中的 4 例  $\beta$ -catenin 阴性病例是否属于特殊类型的 pSPN 可能需要通过后续基因检测及大样本研究进一步验证。同时, $\beta$ -catenin 并非 pSPN 特有,其在部分 pNEN、pACC 及胰母细胞瘤中的部分区域也可出现明显的  $\beta$ -catenin 核浆表达[9] [10],导致误诊为 pSPN。本研究中也有类似发现:4 例 pNEN 及 1 例 pACC 存在局灶性的  $\beta$ -catenin 核阳性表达。因此, $\beta$ -catenin 作为传统抗体虽在诊断 pSPN 中有着比较好的敏感性

及特异性,但在穿刺活检、高级别转化以及肿瘤细胞部分或全部阴性表达  $\beta$ -catenin 的 pSPN 病例中可能效果不理想,存在误诊的可能性。

本研究存在以下局限性: pACC 仅 7 例,样本量有限,所得 ABCD1、CD99、 $\beta$ -catenin 在 pACC 中的表达结果仅为初步探索性结论;所有病例均来自单一中心,病种构成、患者人群及临床处理存在选择性,结果外推至多中心、广泛临床场景时需谨慎;免疫组化染色强度、阳性细胞比例及定位判定依赖人工阅片,存在一定主观差异,未来可引入半定量自动化评分提升客观性与可重复性;ABCD1 仅采用武汉三鹰单克隆抗体, $\beta$ -catenin 与 CD99 仅采用福州迈新即用型抗体,未开展不同厂家、不同克隆号抗体间的一致性验证,结果在其他检测体系中的通用性有待进一步确认。

综上所述,检测胰腺肿瘤中的 ABCD1、CD99、 $\beta$ -catenin 的表达可用于 pSPN 与非 pSPN 的诊断与鉴别诊断,提高其确诊率。ABCD1 为 pSPN 诊断提供新思路的核心路径:通过胞质弥漫性强阳性模式(敏感性 100%;特异性 96.9%)弥补  $\beta$ -catenin 核阳性的判读困境,联合 CD99 构建多抗体验证体系,显著提升疑难病例诊断精度。鉴于 pACC 样本量有限,相关鉴别结论尚属初步,需扩大样本验证。

## 参考文献

- [1] Yao, J. and Song, H. (2020) A Review of Clinicopathological Characteristics and Treatment of Solid Pseudopapillary Tumor of the Pancreas with 2450 Cases in Chinese Population. *BioMed Research International*, **2020**, Article ID: 2829647. <https://doi.org/10.1155/2020/2829647>
- [2] WHO Classification of Tumors Editorial Board (2019) WHO Classification of Tumours. Digestive System Tumours, 5th Edition, IARC Press, 340 p.
- [3] 丛文铭, 郑建明. 临床病理诊断与鉴别诊断-肝、胆、胰疾病[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2019: 253.
- [4] Liu, Y., Liu, Y., Tu, J., Shi, Y., Pang, J., Huang, Q., et al. (2024) ABCD1 as a Novel Diagnostic Marker for Solid Pseudopapillary Neoplasm of the Pancreas. *American Journal of Surgical Pathology*, **48**, 511-520. <https://doi.org/10.1097/pas.0000000000002205>
- [5] 翟博雅, 杨野梵, 龚子希, 等. 胰腺实性假乳头状肿瘤伴高级别转化一例[J]. 中华病理学杂志, 2021, 50(2): 152-154.
- [6] Zhao, S., Wang, J., Liu, H., Liu, S., Sun, L., Wang, Y., et al. (2025) Analyses of CTNNB1 Mutation and Expression and Clinicopathological Characteristics in 179 Cases of Solid-Pseudopapillary Neoplasm of the Pancreas. *Journal of Hepato-Biliary-Pancreatic Sciences*, **32**, 327-338. <https://doi.org/10.1002/jhbp.12123>
- [7] 赵洪荣, 蔡永萍, 郑露露, 等. 联合运用 BCL-10 和 Trypsin 在胰腺腺泡细胞癌诊断和鉴别诊断中的作用[J]. 临床与实验病理学杂志, 2019, 35(10): 1172-1176.
- [8] 于双妮, 卢朝辉. 成人胰母细胞瘤的临床病理特征及研究进展[J]. 临床与实验病理学杂志, 2024, 40(6): 576-579.
- [9] Geetha, S.D., Khan, A., Khan, A., Ziemba, Y., Chau, K., Sham, S., et al. (2024) Application of LEF-1 Immunohistochemical Staining in the Diagnosis of Solid Pseudopapillary Neoplasm of the Pancreas. *Pathology—Research and Practice*, **263**, Article ID: 155662. <https://doi.org/10.1016/j.prp.2024.155662>
- [10] McHugh, K.E., Stelow, E.B., Harrison, G.P. and Policarpo-Nicolas, M.L.C. (2019) The Usefulness of Lymphoid Enhancer-Binding Factor 1 and Androgen Receptor in Diagnosing Solid Pseudopapillary Neoplasm of the Pancreas on Cytopathology. *Cancer Cytopathology*, **127**, 700-707. <https://doi.org/10.1002/cncy.22186>
- [11] 郑洪彦, 石艳宏, 张丽芳, 等. Claudin-5 和 CD99 在胰腺实性-假乳头状肿瘤和神经内分泌肿瘤中的表达及其意义[J]. 中华病理学杂志, 2013, 42(6): 372-375.
- [12] Khoury, T., Farraj, M., Sbeit, W., Lisotti, A. and Napoléon, B. (2025) Solid Pseudopapillary Neoplasm of the Pancreas: A Comprehensive Review Focusing on the Role of Endoscopic Ultrasound-Guided Radiofrequency Ablation as an Alternative Treatment. *Cancers*, **17**, Article 2240. <https://doi.org/10.3390/cancers17132240>
- [13] 杨彩虹, 江华. 胰腺实性假乳头状瘤的诊断和治疗[J]. 世界华人消化杂志, 2015, 23(8): 1354-1358.
- [14] Naar, L., Spanomichou, D., Mastoraki, A., Smyrniotis, V. and Arkadopoulos, N. (2017) Solid Pseudopapillary Neoplasms of the Pancreas: A Surgical and Genetic Enigma. *World Journal of Surgery*, **41**, 1871-1881. <https://doi.org/10.1007/s00268-017-3921-y>
- [15] 高鹤丽, 徐近, 陈洁, 等. 胰腺神经内分泌瘤的精准诊疗进展[J]. 中国癌症杂志, 2023, 33(11): 993-1001.
- [16] 韩家伟, 王欢, 时霄寒, 等. 胰腺腺泡细胞瘤的临床特点和病理特征及基因突变分析[J]. 中华胰腺病杂志, 2021,

---

21(3): 178-182.

- [17] 曹钟, 岑红兵, 赵建红, 等. 胰腺神经内分泌肿瘤和实性假乳头状肿瘤中 INSM1 和 SOX11 的表达及意义[J]. 北京大学学报(医学版), 2023, 55(4): 575-581.
- [18] 曹钟, 魏建国, 岑红兵, 等. 胰腺实性-假乳头状肿瘤和神经内分泌肿瘤中 Claudin5 和 Claudin7 的表达及意义[J]. 临床与实验病理学杂志, 2017, 33(10): 1122-1125.
- [19] 王娅, 付尧, 郑重, 等. SOX-11 及 TFE3 在胰腺实性假乳头状肿瘤中的表达及其临床意义[J]. 中华病理学杂志, 2020, 49(10): 1036-1040.
- [20] Yang, W., Wang, S., Zhang, Z., Guo, H., Liu, C., Zhao, M., *et al.* (2024) SCG2 and CPE May Be Novel Markers for the Identification of Pancreatic Neuroendocrine Tumors and Solid Pseudopapillary Neoplasms. *Translational Cancer Research*, **13**, 3407-3417. <https://doi.org/10.21037/tcr-24-229>
- [21] 陈志鹏. 人类超长链脂酰辅酶 A 转运蛋白 ABCD1 的结构与功能研究[D]: [博士学位论文]. 合肥: 中国科学技术大学, 2022.
- [22] Hour, T., Kuo, Y., Liu, G., Kang, W., Huang, C., Tsai, Y., *et al.* (2009) Downregulation of ABCD1 in Human Renal Cell Carcinoma. *The International Journal of Biological Markers*, **24**, 171-178. <https://doi.org/10.1177/172460080902400307>
- [23] Li, L., Li, J., Hao, C., Zhang, C., Mu, K., Wang, Y., *et al.* (2011) Immunohistochemical Evaluation of Solid Pseudopapillary Tumors of the Pancreas: The Expression Pattern of CD99 Is Highly Unique. *Cancer Letters*, **310**, 9-14. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2011.04.017>