·共识解读·

《肿瘤类器官构建通用规范专家共识(2026年版)》要点解读

周传敏,庞 博,李瑞琨,史凌雪,姜 霞*
(河北医科大学第一医院类器官库、胃肠病诊疗中心,河北 石家庄 050031)

[摘要] 肿瘤类器官通过体外三维培养高度模拟人体肿瘤组织的结构、分子病理等特征和功能表型,在抗肿瘤药物研发及临床精准治疗指导等方面展现出巨大的应用价值。然而,在肿瘤类器官的样本采集、体外培养及质量控制等全周期环节缺乏统一的技术规范,导致各研究机构建立的类器官模型同质性差,严重制约了多中心类器官研究发展。为此,上海市抗癌协会类器官专业委员会等多家权威机构联合发布了《肿瘤类器官构建通用规范专家共识(2026年版)》。该共识是我国首个针对肿瘤类器官构建的全流程规范性技术文件,其从肿瘤样本采集,类器官培养、传代、冻存、复苏,到类器官质量控制的全流程操作进行了规范。本文旨在对该共识的核心要点及推荐意见进行解读,探讨其在实际操作中的指导意义,以期为从事肿瘤类器官研究的科研人员和临床医师提供实践参考。

[关键词] 类器官;肿瘤;构建规范;共识解读 doi:10.3969/j.issn.1007-3205.2026.09.001
[中图分类号] R73 [文献标志码] A [文章编号] 1007-3205(2026)09-0993-06

Interpretation of key points in *Expert Consensus on General Guidelines* for *Tumor Organoid Construction (2026 Edition)*

ZHOU Chuan-min, PANG Bo, LI Rui-kun, SHI Ling-xue, JIANG Xia*
(*Department of Organoid Biobank, Gastro intestinal Disease Diagnosis and Treatment Center, the First Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang* 050031, *China*)

[**Abstract**] Through three-dimensional culture in vitro, tumor organoids can closely recapitulate the structural, molecular, pathological, and functional phenotypes of human tumors. They, therefore, hold considerable promise for anticancer drug development and the guidance of precision cancer treatment. However, the lack of unified technical standards throughout the tumor organoid workflow, including sample collection, in vitro culture, and quality control, has resulted in poor consistency and comparability among organoid models established by different institutions, substantially hindering the development of multicenter organoid studies. To address this issue, the Organoid Specialty Committee of Shanghai Anti-Cancer Association and several other authoritative organizations jointly issued *Expert Consensus on General Guidelines for Tumor Organoid Construction* (*2026 Edition*). This consensus represents China's first comprehensive technical guideline covering the entire process of tumor organoid establishment. It standardizes procedures for tumor sample collection, organoid culture, passaging, cryopreservation, recovery, and quality control. This article interprets the key principles and recommendations of the consensus and discusses their practical implications, with the aim of providing operational guidance for researchers and clinicians engaged in tumor organoid research.

[**Key words**] organoids; tumors; construction standards; consensus interpretation

自2009年首次成功培育出小肠类器官以来[1], 类器官技术重塑了生物医药研究的格局[2-4]。在肿

[收稿日期]2026-06-16
[基金项目]国家自然科学基金(82203623);河北省自然科学基金培育项目(H2025206752);公益赋能专项临床科研基金(BHCF-EH-2025-8)
[作者简介]周传敏(1991-),男,山东烟台人,河北医科大学第一医院副研究员,医学博士,从事结直肠癌诊治研究。
*通信作者。E-mail:jiangxia0925@hebmu.edu.cn

瘤学领域，传统的二维细胞系缺乏三维空间结构难以真实再现患者肿瘤的异质性；而患者来源的异种肿瘤移植（patient-derived tumor xenograft，PDX）模型则面临着成瘤率低、耗时长、成本高以及小鼠特异性基质浸润的瓶颈[3-5]。相对而言，患者来源的肿瘤类器官（patient-derived tumor organoids，PDTO）不仅能体外扩增，还能高度保留原肿瘤的组织学结构、遗传变异特征和药物敏感结果一致性。因此，PDTO模型在2019年被《新英格兰医学杂志》评为最优秀的临床前疾病模型[5-13]。随着精准医学的发展，肿瘤类器官已广泛应用于结直肠癌、胃癌、胰腺癌、乳腺癌、肺癌等多种实体瘤的个性化药物敏感筛选与新药研发，肿瘤类器官活库已经成为精准医学研究的重要资源[6, 8-10, 12, 14-16]。虽然国际上已经有报道[16]，介绍了不同肿瘤来源类器官构建体系和培养基配方以及类器官生物样本库构建的前景与挑战。然而，仍然缺乏类器官构建全流程的行业规范，故不同实验室在类器官的构建流程、培养基配方、鉴定指标及质控标准上存在差异。这严重影响了类器官研究结果的可靠性以及多中心数据共享、研究开展，成为肿瘤类器官技术向临床辅助决策转化的最大障碍[17-21]。基于此背景，《肿瘤类器官构建通用规范专家共识（2026年版）》（以下简称《共识》）[22]应运而生。《共识》综合了国内外最新文献、相关标准及多机构、多学科专家经验，针对“构建—鉴定—质控”全流程提出了19条核心推荐意见。现就《共识》的核心要点进行逐一解读和讨论。

1　肿瘤类器官研究的合规性与伦理

肿瘤类器官来源于人体组织样本，携带患者隐私的遗传信息，其实质上构成了“活体生物样本库”[18-21]。因此，样本采集与伦理的合规性是开展肿瘤类器官研究的先决条件。

《共识》强调，开展涉及人体来源组织的类器官技术活动，必须严格遵守《中华人民共和国生物安全法》、《中华人民共和国人类遗传资源管理条例》、《人类遗传资源管理条例实施细则》、《涉及人的生物医学研究伦理审查办法》、《中华人民共和国个人信息保护法》等相关规定。肿瘤类器官的建系、保藏、国际合作及数据共享均属于人类遗传资源管理的范畴，研究者必须在项目启动前完成相应的审批或备案。

在伦理与隐私保护方面，《共识》明确提出患者来源类器官构建需严格进行伦理学审查并落实知情同意制度。同时，根据《中华人民共和国个人信息保护法》，实验室必须对患者样本进行严格的隐私化处理。在实际操作中容易忽略患者隐私保护环节，因此建议在类器官构建初期在库管理文件或软件中，即使使用特殊编号作为类器官样本的唯一身份编号，从源头上也要切断隐私泄漏的风险，仅保留脱敏后的患者信息（如性别、年龄、住院号、既往治疗史等）、临床病理参数（诊断、分期、诊断标志物的免疫组织化学结果记录、基因检测记录等）和随访数据等。

2　肿瘤类器官样本采集、运输与接收

高质量的初始组织样本是类器官构建成功的关键[18, 23-25]。样本采集与运输过程中的各种因素，尤其是冷缺血时间（cold ischemia time，CIT），对类器官培养的成功率具有重要影响[25]。

2.1　CIT的严格控制　CIT是指组织从血供中断到开始进行实验室处理的时间间隔。组织离体后会迅速启动缺血、缺氧级联反应，细胞糖酵解增加、乳酸堆积和pH值下降，进而诱发细胞凋亡和坏死。《共识》重视对肿瘤样本CIT的控制，明确指出组织一旦离体，应立即置于无菌、预冷的组织保存液中，并在2～8 ℃的环境下运输。

针对不同样本类型，《共识》给出了明确的时限推荐：手术切除标本组织体积较大，对缺血的耐受性相对较好，建议在24 h内送达处理；而内镜或细针穿刺的活组织检查标本，则建议在12 h内送达处理。对于恶性胸腹腔积液、脑脊液及外周血循环肿瘤细胞等液体样本，要求则更为严苛，转运过程应全程低温，并在培养前追加离心等操作步骤，进行细胞富集和去杂操作[23-27]。

严格控制CIT是临床操作中的难点，组织切断血供后30 min内完成取材能最大保障样本构建成功率，但往往临床执行难度高。随着组织保护剂的发展，建议有条件的情况下操作中使用商品化组织保护剂/液，条件不具备也可使用杜氏改良伊格尔培养基与哈姆F-12营养混合物（Dulbecco′s Modified Eagle Medium/Nutrient Mixture F-12，DMEM/F12培养基）代替。使用商品化组织保护液使部分耐缺血的肿瘤组织在低温组织保护剂中的保存时间可延长至48 h内完成处理。此外，针对肠道组织有团队认为如果14 h内无法送至实验室，则可以选择组织冷冻保存的方法[28-29]，冷冻保护剂推荐使用含10%二甲基亚砜（dimethyl

sulfoxide，DMSO）、10% 胎牛血清（fetal bovine serum，FBS）和50% L-WRN条件培养基（L-WRN细胞分泌的Wnt3a/R-spondin 3/Noggin因子组合的无血清培养上清，L-WRN CM）或商品化的的低温保存液。作者的经验是肠癌和食管癌约5 mm×5 mm×5 mm的组织保存在5 mL组织保存液内4 ℃ 48 h内处理对成功率影响不大。

2.2 样本类型及取材量　针对手术标本，《共识》建议选取无明显坏死和纤维化的区域，体积不小于5 mm^3；内镜标本由于单次取材的组织量极低，实际操作中可在保障临床安全的前提下，使用“多点取材合并培养”的策略；穿刺活检标本建议获取≥3条且长度≥1 cm的组织条。以上策略能有效克服肿瘤空间异质性导致的取样偏差，提高样本类器官构建成功率。

3　样本处理与类器官原代培养

实体瘤样本到达实验室后的预处理和原代培养通常需要机械剪切和酶解消化2个步骤，进而获得细胞悬液。消化过程中最大限度保护细胞表面蛋白和维持细胞整体活力是决定类器官能否培养成功的关键环节。此阶段需要根据不同实体瘤的组织学特性，灵活调整酶解消化策略[24, 26, 30]。

3.1 组织差异化的酶解消化策略　组织消化既要将致密的组织基质充分降解以释放足够的单细胞或小细胞簇（直径＜50 μm），又要避免过度消化损伤细胞表面蛋白，影响细胞活率[25]。《共识》汇总了不同实体肿瘤的消化酶组合推荐。例如：结直肠癌组织相对松散，常使用胶原酶（Ⅰ/Ⅱ型）联合中性蛋白酶（Dispase）进行消化，消化时间一般30～60 min或更短[6, 15, 24]。实际操作中应避免消化过度导致的细胞死亡，为此通常组织切碎环节应尽量切至1 mm^3小块，再进行消化。

组织消化后通常使用70或100 μm的细胞筛过滤，并进行细胞数量和活力检测。《共识》指出细胞活力达70%可直接用于培养类器官；当活率在50%～70%时，需采用密度梯度离心等方法去除死细胞或细胞碎片，并复测细胞活力后再进行类器官接种培养；若活率＜50%或细胞总量＜1×10^4个，则视为高风险样本，需调整接种方案或优化培养基成分后继续培养[17, 21, 24, 26, 31]。

3.2 类器官接种与培养基成分选择　类器官初始接种时细胞密度推荐为24孔板每孔10^5个细胞。类器官接种有胶滴培养法和悬浮培养法2种方法。胶滴法通常使用基质胶培养法，也是最为常用的培养法，通常采用细胞悬液体积：基质胶体积=3:7（实际操作中，初学者可以使用1:3）的比例混匀接种，接种前均应低温且要避免气泡[1-2, 24]。胶滴法还可使用水凝胶等替代基质胶[17, 32]。悬浮培养法通常是将类器官置于含有1%～5%的基质胶培养基中并在摇床上培养，常用于类器官的大量扩增。

培养基及其添加成分的选择是类器官培养的重要部分。《共识》指出类器官培养基应采用“基础培养基＋核心添加组分＋癌种特异性可调模块”的标准化架构[16, 24, 33-34]。基础培养基常用Advanced DMEM/F12，需补充谷氨酰胺二肽、羟乙基哌嗪乙磺酸、N2无血清添加剂、B27添加剂、N-乙酰半胱氨酸（GlutaMAX、HEPES、N2、B27、N-acetylcysteine）等添加物，以维持细胞稳态和抗氧化环境；生长因子通常应至少添加表皮生长因子、诺根蛋白、R脊椎蛋白1（EGF、Noggin、R-spondin1），必要时补充Wnt3a蛋白以满足肿瘤样本对无翅相关整合位点蛋白家族（wingless-type MMTV integration site family member，WNT）信号的更高需求；此外小分子调控剂也是类器官完全培养基成分中必不可少的部分，如转化生长因子β（transforming growth factor-β，TGF-β）通路抑制剂A83-01、p38抑制剂SB202190、烟酰胺、胃泌素、前列腺素E2（prostaglandin E2，PGE2）等；其他特殊小分子调节剂还包括妇科肿瘤需补充的神经调节素1（Neuregulin 1）；此外，培养/复苏初期可加入Rho相关卷曲螺旋蛋白激酶抑制剂（ROCK抑制剂，如Y-27632）等[16, 24, 33]。建议在较难传代培养的组织中应尝试保留TGF-β通路抑制剂培养。

4　传代扩增与冻存复苏

类器官生长至一定体积后，为避免因过度拥挤、营养耗尽而导致的中心区域坏死，需要对类器官进行传代操作。因此，在适宜时机及时传代和冻存是维持类器官良好状态的重要操作[21, 34]。

4.1 类器官传代操作规范　《共识》推荐当类器官变得密集，体积增大（直径超过300 μm），且显微镜下可见中心暗色（凋亡/坏死征象）时，即表明需要传代。类器官传代周期通常在1～3周，传代比例建议在1:2～1:5。消化时间不宜过长，实际操作过程中可以每8 min观察一次消化状态，避免过度消化；重组温和消化酶（TrypLE）等温和消化液处理一般不超过15 min。消化过程应尽量避免

将类器官完全消化为单细胞悬液，通常解离成50 μm的小细胞簇即可。消化后细胞存活率应≥80%。传代过程应建立完善的过程记录，确保关键节点信息可追溯。对于传代比例，作者的经验不建议超过1∶3，密度过低的传代方式可能会使类器官生长停滞；此外，类器官的大量扩增还可以悬浮培养或采用3D生物打印机网格打印的方式，这些方式可以使类器官充分接触培养基，实现快速扩增。

4.2　冻存与复苏　构建“类器官生物样本库”的基石是类器官的高质量冻存与复苏技术[18-21]。冻存与复苏过程应当遵循“慢冻速化”原则以减少冰晶对细胞的损伤。冻存过程应采用程序性降温法，最理想降温速率为-1 ℃/min。《共识》提出了关于冻存液的重要建议：建议优先选用无血清的商业化冻存液，缺乏专业试剂的基础研究者也可以选用传统的含有90% 胎牛血清和10% DMSO的冻存液，而涉及精准医疗检测时则不推荐含血清的冻存液。在执行过程中，每管冻存类器官的细胞数量通常应在10^6以上。为最大化保存细胞活力，复苏过程应快速，通常置于37 ℃水浴中1～2 min。冻存时间＜6个月，复苏后细胞活力应≥70%，若短期冻存复苏后活力显著降低则应当调整冻存液配比。

5　类器官分级质量控制体系

质量控制是“类器官生物样本库”建设的重要环节[18-21, 35]。《共识》提出了一套从日常监测到深度遗传鉴定的“三级分级质量控制体系”。

一级质控贯穿于类器官培养的日常操作中，涵盖形态学特征、生长状态及微生物污染等日常监管内容。二级质控是表型鉴定，旨在回答“类器官是否在形态与蛋白表达上像原发肿瘤”的问题。这需要将类器官进行HE染色和关键分子标志物的免疫组织化学检测[6-7, 9-10, 36]。高质量的类器官模型必须在组织病理学结构上（如腺管形成、极性分布）与患者活组织检查或手术原始组织高度一致。二级质控是类器官入库和应用不可缺的内容。三级质控是遗传身份的鉴定，《共识》建议在早期和后期代次对类器官进行短串联重复序列（short tandem repeats，STR）多态性分析，类器官STR与来源组织匹配度一般应≥80%[13, 21, 24]。类器官培养超过20代（晚期代次）后，因体外长期培养可能发生遗传漂变或表型改变，故应避免用晚期代次类器官指导临床治疗决策。此外，生长动力学评估也可通过绘制生长曲线等方法进行，但在类器官建库的实际操作中，因化学发光法检测需要消耗大量类器官，故类器官生长曲线的绘制往往依赖于高内涵成像设备[21, 24, 37]。

6　实验室建设、运行管理及信息管理系统

《共识》不仅在技术层面给出指导，还对实验室的建设和运行管理提出了要求，指出类器官实验室应建立“人—机—料—法—环”全要素的质量管理体系[19-21]。组织解离和细胞接种等核心无菌区应达到ISO 5级洁净度（百级，生物安全柜内环境），培养温育和试剂存储区域应达到ISO 7级洁净度。实际实验室建设时，需要安装空气净化设施，确保实验室环境达万级洁净，若实验室条件不具备达万级洁净同时培养类器官不进行建库或转化研究时实验室环境可酌情放宽至十万级，而组织解离和细胞接种操作仍需在超净工作台或生物安全柜内操作。

实验室数据管理与生物安全是运行管理的一个重要部分。实验室应当建立生物废物处理SOP，类器官培养过程中产生的含人体组织/细胞、培养物及其污染耗材等废物应按医疗废物管理要求进行分类收集和集中处置。

为了实现类器官从“实验标本”向“临床医疗数据资产”的转变，《共识》推荐建设专用的类器官信息管理系统。该系统应至少具备样本溯源与双向追溯、库存管理、培养过程记录和质量控制功能[18-21]。信息化管理可以极大地减少人工记录的错误，提高效率，也是服务于科研和转化、实现大数据分析和挖掘的重要保障。

7　总结与展望

《肿瘤类器官构建通用规范专家共识（2026年版）》的发布，是我国患者来源肿瘤类器官标准化构建的重要参考文件。该共识以临床操作步骤为基础，针对类器官活库领域需要规范的关键步骤，打造了一套覆盖类器官构建全流程、高质量的通用规范体系，并且对重点环节划分推荐等级，是高质量的专家共识。

面向未来，类器官模型建设领域仍有几个亟待解决的关键技术问题：第一，细胞外基质的合成与替代。动物源性的基质胶成分复杂，是类器官进入临床和再生医学的重要障碍，开发基质胶替代物是应用端的迫切需求[17, 32, 38]。第二，肿瘤

微环境的模拟与重构。目前标准的PDTO多为肿瘤上皮细胞类器官，缺乏成纤维细胞、血管内皮细胞、各类免疫细胞及神经等微环境组分，这限制了其在免疫治疗、侵袭转移和耐药中的应用[20, 39-41]。如何通过共培养系统、生物3D打印工程、微流控技术和类组装体技术构建更复杂、更接近体内生态位的模型成为重要发展趋势[15]。除上述专家共识中提及的两条挑战之外，人工智能与多组学如何深度融合入类器官构建及精准肿瘤学的发展，围绕疾病的多类器官芯片开发等，也是需要深度思考的问题。当前基于类器官的多组学检测已经成为趋势，如何借助人工智能，对类器官进行多维度的数字画像也将成为未来类器官领域的新方向[29]。

相信随着《共识》的发布与不断迭代，在今后的新版本中会解决本共识中未深入展开规范的基于各类型癌种的更详细的操作规范问题。在《共识》指导下，肿瘤类器官生物样本库建设将在全国乃至全球范围内实现标准化与规范化，为今后“类器官活库”的互联共享奠定基础[13, 18-21, 36]。

[参考文献]

[1] Sato T, Vries RG, Snippert HJ, et al. Single Lgr5 stem cells build crypt-villus structures in vitro without a mesenchymal niche[J]. Nature, 2009, 459(7244): 262-265.

[2] Sato T, Stange DE, Ferrante M, et al. Long-term expansion of epithelial organoids from human colon, adenoma, adenocarcinoma, and Barrett's epithelium [J]. Gastroenterology, 2011, 141(5): 1762-1772.

[3] Drost J, Clevers H. Organoids in cancer research[J]. Nat Rev Cancer, 2018, 18(7): 407-418.

[4] Tuveson D, Clevers H. Cancer modeling meets human organoid technology[J]. Science, 2019, 364(6444): 952-955.

[5] Vlachogiannis G, Hedayat S, Vatsiou A, et al. Patient-derived organoids model treatment response of metastatic gastrointestinal cancers [J]. Science, 2018, 359 (6378): 920-926.

[6] Pauli C, Hopkins BD, Prandi D, et al. Personalized in vitro and in vivo cancer models to guide precision medicine[J]. Cancer Discov, 2017, 7(5): 462-477.

[7] Li M, Izpisua Belmonte JC. Organoids - preclinical models of human disease[J]. N Engl J Med, 2019, 380(6): 569-579.

[8] Tiriac H, Belleau P, Engle DD, et al. Organoid profiling identifies common responders to chemotherapy in pancreatic cancer[J]. Cancer Discov, 2018, 8(9): 1112-1129.

[9] Sachs N, de Ligt J, Kopper O, et al. A living biobank of breast cancer organoids captures disease heterogeneity [J]. Cell, 2018, 172(1/2): 373-386.e10.

[10] Yan HHN, Siu HC, Law S, et al. A comprehensive human gastric cancer organoid biobank captures tumor subtype heterogeneity and enables therapeutic screening[J]. Cell Stem Cell, 2018, 23(6): 882-897.e11.

[11] Driehuis E, Kretzschmar K, Clevers H. Establishment of patient-derived cancer organoids for drug-screening applications[J]. Nat Protoc, 2020, 15(10): 3380-3409.

[12] Neal JT, Li X, Zhu J, et al. Organoid modeling of the tumor immune microenvironment[J]. Cell, 2018, 175(7): 1972-1988.e16.

[13] Wang J, Tao X, Zhu J, et al. Tumor organoid-immune co-culture models: Exploring a new perspective of tumor immunity[J]. Cell Death Discov, 2025, 11(1): 195.

[14] Thorel L, Perréard M, Florent R, et al. Patient-derived tumor organoids: A new avenue for preclinical research and precision medicine in oncology[J]. Exp Mol Med, 2024, 56(7): 1531-1551.

[15] Acar A. Patient-derived tumor organoids: Advances, applications, and future directions in biomedical research[J]. Front Med (Lausanne), 2026, 12: 1733668.

[16] Di Paola FJ, Calafato G, Piccaluga PP, et al. Patient-derived organoid biobanks for translational research and precision medicine: Challenges and future perspectives[J]. J Pers Med, 2025, 15(8): 394.

[17] Kozlowski MT, Crook CJ, Ku HT. Towards organoid culture without Matrigel[J]. Commun Biol, 2021, 4(1): 1387.

[18] Qu S, Xu R, Yi G, et al. Patient-derived organoids in human cancer: A platform for fundamental research and precision medicine[J]. Mol Biomed, 2024, 5(1): 6.

[19] Tong L, Cui W, Zhang B, et al. Patient-derived organoids in precision cancer medicine[J]. Med (N Y), 2024, 5(11): 1351-1377.

[20] Skubleny D, Garg S, Wickware J, et al. Murine and human gastric tissue establishes organoids after 48 hours of cold ischemia time during shipment [J]. Biomedicines, 2023, 11(1): 151.

[21] Aggarwal D, Russo S, Naik P, et al. Establishment and culture of patient-derived breast organoids [J]. J Vis Exp, 2023, (192): 10.3791/64889.

[22] 上海市抗癌协会类器官专业委员会，中国医师协会临床精准医疗专业委员会，中国医药生物技术协会组织生物样本库分会，等. 肿瘤类器官构建通用规范专家共识(2026年版)[J]. 中国癌症杂志, 2026, 36(3): 299-312.

[23] Kang S, Lee MR, Choi W, et al. Protocol for generation and utilization of patient-derived organoids from multimodal specimen[J]. STAR Protoc, 2025, 6(3): 104039.

[24] Boj SF, Hwang CI, Baker LA, et al. Organoid models of human and mouse ductal pancreatic cancer [J]. Cell, 2015, 160(1/2): 324-338.

[25] Fujii M, Shimokawa M, Date S, et al. A colorectal tumor organoid library demonstrates progressive loss of niche factor requirements during tumorigenesis[J]. Cell Stem Cell, 2016, 18(6): 827-838.

[26] Dijkstra KK, Cattaneo CM, Weeber F, et al. Generation of

tumor-reactive T cells by co-culture of peripheral blood lymphocytes and tumor organoids[J]. Cell, 2018, 174(6): 1586-1598.e12.

[27] Choi W, Kim YH, Woo SM, et al. Establishment of patient-derived organoids using ascitic or pleural fluid from cancer patients[J]. Cancer Res Treat, 2023, 55(4): 1077-1086.

[28] Chen P, Zhou JB, Chu XP, et al. Establishing a cryopreserved biobank of living tumor tissues for drug sensitivity testing[J]. Bioact Mater, 2024, 46: 582-596.

[29] Choi J, Hong HK, Lee MS, et al. Vitrification-based tissue-to-organoid cryopreservation workflow for colorectal cancer[J]. N Biotechnol, 2026, 93: 341-350.

[30] Sahin A, Sener-Akcora D, Yilmaz AM, et al. Patient-derived cancer organoids: Standardized protocols for tumor cell isolation, organoid generation, and serial passaging across multiple cancers[J]. Methods Mol Biol, 2025, Nov 7. Epub ahead of print.

[31] Kazama A, Anraku T, Kuroki H, et al. Development of patient-derived tumor organoids and a drug testing model for renal cell carcinoma[J]. Oncol Rep, 2021, 46(4): 226.

[32] Kim S, Min S, Choi YS, et al. Tissue extracellular matrix hydrogels as alternatives to Matrigel for culturing gastrointestinal organoids[J]. Nat Commun, 2022, 13(1): 1692.

[33] Xie X, Li X, Song W. Tumor organoid biobank-new platform for medical research[J]. Sci Rep, 2023, 13(1): 1819.

[34] Frutos Díaz-Alejo J, April-Monn S, Cihova M, et al. Establishment of pancreatic cancer-derived tumor organoids and fibroblasts from fresh tissue[J]. J Vis Exp, 2023, (195): 10.3791/65229.

[35] Fan R, Zhou S, An P, et al. Advances in quality control of tumor organoid living biobanks[J]. Biopreserv Biobank, 2026, 23: 19475535261416482.

[36] Wolff L, Hendrix S. Rethinking Matrigel: The complex journey to matrix alternatives in organoid culture[J]. Adv Sci (Weinh), 2025, 12(47): e08734.

[37] Balkhair O, Albalushi H. Artificial intelligence in organoid-based disease modeling: A new frontier in precision medicine[J]. Biomimetics (Basel), 2025, 10(12): 845.

[38] Huang W, Xu Z, Li S, et al. Living biobanks of organoids: Valuable resource for translational research[J]. Biopreserv Biobank, 2024, 22(6): 543-549.

[39] Li X, Nadauld L, Ootani A, et al. Oncogenic transformation of diverse gastrointestinal tissues in primary organoid culture[J]. Nat Med, 2014, 20(7): 769-777.

[40] Yang J, Cheng C, Luo W, et al. Tumor organoid and microenvironment cocultures: Implications for basic and translational cancer research[J]. MedComm (2020), 2026, 7(4): e70741.

[41] Jesinghaus M, Gomes Silva M, Zaurito AE, et al. A translational colorectal cancer organoid biobank mirrors patients' tumor histology, molecular profiles, and treatment responses[J]. J Exp Clin Cancer Res, 2026, 45(1): 89.

(本文编辑:赵丽洁)