

细胞实验室管理中试剂耗材采购与库存管理实践优化研究

周鑫 孙静

山东商业职业技术学院 山东济南 250103

摘 要: 细胞实验室的试剂耗材具有生物活性强、存储条件严苛、使用频次差异大等特性,其采购与库存管理水平直接影响实验结果的准确性、研究进程的连续性 & 资源利用效率。当前多数细胞实验室在该领域存在采购响应滞后、库存结构失衡、耗材浪费与短缺并存等问题。本文通过剖析细胞实验室试剂耗材管理的核心痛点,结合实践案例探讨采购流程的闭环优化路径与库存管理的精细化实施策略,提出“需求精准预判—采购流程协同—库存动态调控—全周期溯源”的一体化管理框架,为提升细胞实验室运营管理效能提供实践参考。

关键词: 细胞实验室; 试剂耗材; 采购管理; 库存优化; 全周期溯源

引言

细胞实验对试剂耗材的纯度、活性及稳定性有着极高要求,诸如胎牛血清、胰蛋白酶、细胞培养基等关键耗材的质量波动可能直接导致实验失败,而无菌移液管、培养皿等常规耗材的供应中断则会延误研究进度。采购与库存管理作为保障耗材供应的核心环节,在细胞实验室管理体系中占据基础性地位。然而,传统管理模式形成的采购决策主观性强、库存监控粗放、信息传递不畅等问题,已难以适配现代细胞生物学研究的精准化需求^[1]。因此,深入探索采购与库存管理的实践优化路径,对降低实验室运营成本、保障研究质量具有重要现实意义。

1. 细胞实验室试剂耗材采购与库存管理的核心痛点

1.1 采购管理的结构性矛盾

细胞实验室试剂耗材种类繁多,可分为生物活性试剂、常规实验耗材、特殊仪器专用耗材等多个类别,不同类别耗材的采购周期、供应渠道差异显著。生物活性试剂如单克隆抗体、细胞因子等,多依赖进口且需冷链运输,采购周期常达 1-2 个月,而实验需求往往随研究进程动态变化,导致采购决策面临“提前采购易过期、临时采购误工期”的两难困境^[2]。常规耗材采购则存在标准化不足的问题,不同品牌的培养皿透气性、移液管精度存在细微差异,部分实验对耗材品牌有严格要求,但采购清单未形成明确的品牌与规格界定,易出现“错购”“漏购”情况。同时,采购流程缺乏与实验需求的深度协同,通常由各课题组独立申报,未进行全院级需求整合,难以形成采购规模效应,既增加了采购成本,

也降低了与供应商的议价能力。

1.2 库存管理的精细化缺失

库存存储条件管控不到位是细胞实验室的共性问题。生物活性试剂需在 -20℃ 或 -80℃ 环境下储存,且反复冻融会导致活性降低,但部分实验室未对低温冰箱进行分区管理,不同批次、不同保质期的试剂混杂存放,既难以快速定位取用,也增加了交叉污染风险。常规耗材虽存储条件宽松,但部分实验室为方便取用,将无菌耗材与非无菌耗材混放,破坏了耗材的无菌状态,直接影响实验安全性。库存盘点机制不完善加剧了管理混乱^[3]。多数实验室采用“季度盘点”或“年度盘点”的粗放模式,盘点时仅核对数量,未同步核查耗材的保质期、包装完整性及活性状态。对于临近保质期的试剂,未建立预警机制,往往直到使用时才发现已过期,造成资源浪费;而对于用量较少但不可或缺的“冷门耗材”,则因盘点不及时导致库存耗尽,影响实验连续性。此外,库存信息多依赖人工记录,易出现数据错漏,且无法实现与采购系统的实时联动,导致“库存已不足但未及时补货”“已采购但库存仍显示短缺”等信息脱节问题。

1.3 全周期管理的协同性不足

采购与库存管理处于“各自为战”的状态,缺乏全流程协同机制。采购部门仅依据库存申报量制定采购计划,未深入分析耗材的历史消耗规律、实验项目进展等关键因素,导致采购量与实际需求偏差较大。库存管理部门则仅负责耗材的接收与存放,未及时向采购部门反馈耗材的消耗速率、质量问题等信息,形成“采购不问库存、库存不管需求”的

管理壁垒。耗材使用环节的反馈机制缺失进一步加剧了协同不足。课题组在使用过程中发现的耗材质量问题,如培养基浑浊、试剂活性不足等,多通过口头形式反馈,未形成标准化的问题上报与处理流程,既无法为采购部门优化供应商选择提供依据,也难以追溯问题耗材的批次与来源,导致同类质量问题反复出现。同时,耗材使用后的废弃物处理与溯源管理脱节,部分生物危险耗材的使用量与废弃物产生量不匹配,存在环境安全隐患。

2. 采购与库存管理的实践优化策略

2.1 构建需求导向的精准采购体系

2.1.1 建立分级分类的需求申报机制

结合细胞实验室耗材特性,构建“基础耗材-专用耗材-特殊耗材”三级需求申报体系。基础耗材如移液器吸头、离心管等,依据近 6 个月的平均消耗速率制定月度常规采购计划,由实验室管理部门统一申报;专用耗材如细胞培养专用血清、定制化引物等,由课题组提前 1 个月提交详细需求,明确品牌、规格、数量及使用时间节点;特殊耗材如进口稀缺试剂、放射性标记试剂等,需提交“需求合理性论证报告”,说明耗材用途、替代方案及使用计划,经实验室学术委员会审核通过后再启动采购流程。同时,建立耗材信息标准化数据库,对每类耗材标注“核心参数”“品牌优先级”“采购周期”“存储条件”等关键信息^[4]。例如,将胎牛血清的“牛源产地”“内毒素含量”“细胞存活率”等核心参数纳入数据库,明确“优先采购无支原体污染品牌”的采购标准,避免因参数模糊导致的采购偏差。

2.1.2 打造协同化采购流程

成立跨部门采购协调小组,由实验室管理部门、各课题组代表、采购部门人员共同组成,每月召开需求对接会,整合全院级采购需求,形成集中采购清单。对于进口生物活性试剂,与核心供应商建立“长期合作+应急储备”机制,签订框架协议约定最低备货量与紧急补货周期,确保常规需求快速响应,应急需求 48 小时内到位。引入“联合采购”模式,与区域内其他高校或科研机构的细胞实验室建立采购联盟,对常用耗材进行联合招标采购。通过整合采购量,提升与供应商的议价能力,降低采购成本;同时,与供应商约定“分批次送货、按需调整数量”的弹性条款,减少因需求变化导致的耗材积压。

2.2 实施精细化库存管理方案

2.2.1 优化库存空间与存储管控

依据耗材特性对库存空间进行功能分区,建立“常温区-冷藏区-冷冻区-无菌区”的四级存储体系。常温区存放离心管、移液器架等常规耗材,采用分层货架存放并标注“耗材名称-规格-数量”;冷藏区(2-8℃)存放培养基、酶制剂等,配备温度自动记录仪,每小时记录一次温度数据;冷冻区分为-20℃与-80℃两个子区域,分别存放抗体、细胞系等,采用彩色标签区分不同课题组的耗材,标签注明“名称-批次-保质期-责任人”;无菌区采用层流净化柜存放无菌耗材,进入无菌区需穿戴无菌手套与口罩,避免污染^[5]。对低温存储设备实施精细化管理,为每台低温冰箱配备唯一编号,建立“设备使用台账”,记录设备的运行状态、维护记录及故障处理情况。定期对冰箱进行校准与维护,确保温度波动控制在允许范围内;对反复取用的试剂,采用“小剂量分装”策略,减少冻融次数,延长活性保存时间。

2.2.2 建立动态盘点与预警机制

推行“日常抽查+月度盘点+季度复盘”的立体化盘点模式。日常由库存管理员每日对高频使用耗材进行数量核查,确保“即取即补”;每月进行全面盘点,除核对数量外,重点核查耗材保质期,对剩余保质期不足 3 个月的耗材,在库存系统中标记为“预警状态”,并通知对应课题组优先使用;每季度进行复盘分析,结合盘点数据梳理耗材消耗规律,识别“高消耗高库存”“低消耗高库存”等异常情况,为采购计划调整提供依据。引入信息化库存管理系统,实现耗材“入库-存储-领用-盘点”全流程数字化管理。耗材入库时,通过扫码录入名称、规格、批次、保质期等信息,系统自动分配存储位置;领用耗材时,课题组通过系统提交申请,库存管理员依据申请出库并同步更新库存数据;系统设置自动预警功能,当耗材库存低于“安全库存线”或临近保质期时,自动向采购部门与课题组发送预警信息,实现“缺货预警”与“过期预警”双重保障。

2.3 搭建全周期协同管理平台

2.3.1 建立采购-库存-使用的联动机制

打通采购系统与库存管理系统的数据接口,实现信息实时共享。采购部门可通过系统查看耗材的实时库存、历史消耗速率及预警信息,结合实验项目进度制定采购计划;库存管理部门则可通过系统查看采购订单的进度,提前做好接

收与存储准备。例如，当库存系统显示某抗体库存低于安全线时，自动向采购系统推送补货需求，采购部门依据需求生成采购订单并同步更新至库存系统，确保采购与库存的无缝衔接。

2.3.2 建立耗材质量反馈闭环机制

在信息化系统中增设“质量反馈模块”，课题组在使用耗材过程中发现质量问题，可通过系统上传“问题描述+实验现象+耗材批次”等信息，库存管理部门收到反馈后，立即暂停该批次耗材的领用并联系供应商核查，处理结果同步录入系统。同时，将质量反馈数据纳入供应商评价体系，对多次出现质量问题的供应商，降低合作优先级甚至终止合作。

2.3.3 完善全生命周期溯源管理

为每类耗材建立“全生命周期溯源档案”，从采购订单、物流运输记录、入库验收报告，到领用记录、使用情况、废弃物处理证明，均纳入档案管理。对于生物活性试剂，额外记录运输过程中的温度数据、入库后的存储位置变化等信息，确保出现质量问题时可精准追溯责任环节。加强耗材废弃物的溯源管理，对生物危险耗材如含病毒的培养废液、过期生物试剂等，采用“领用-使用-废弃”全流程数量核对，确保产生的废弃物与领用数量匹配。废弃物需装入专用密封容器，标注“废弃物类型-产生日期-处理方式”，由具备资质的机构统一回收处理，处理凭证纳入溯源档案，实现环境安全责任可追溯。

3. 优化实践的保障措施

3.1 强化组织与制度保障

成立实验室试剂耗材管理专项工作组，由实验室主任担任组长，统筹协调采购、库存、实验等各环节工作，明确各部门职责：采购部门负责需求整合与供应商管理，库存管理部门负责耗材存储与盘点，课题组负责精准申报需求与反馈使用情况。同时，修订完善《试剂耗材采购管理办法》《库存管理细则》《质量追溯制度》等一系列规章制度，明确采购流程、存储标准、盘点频率等具体要求，确保各项优化措施有章可循。

3.2 推进信息化建设

加大对信息化管理系统的投入，引入具备“需求申报-采购管理-库存监控-质量追溯”全功能的一体化管理平台，支持电脑端与移动端同步操作，方便课题组随时申报需求、查询库存。同时，为低温存储设备、冷链运输箱等配备物联

网传感器，实现温度、湿度等数据的实时采集与远程监控，当设备出现异常时，系统自动向管理员发送报警信息，提升风险防控能力。

3.3 加强人员培训

定期开展试剂耗材管理专项培训，针对不同岗位制定差异化培训内容：对采购人员重点培训需求分析方法、供应商评价标准及信息化系统操作；对库存管理员重点培训存储条件管控、盘点技巧及质量问题识别；对课题组人员重点培训需求精准申报、耗材规范使用及质量反馈流程。通过培训提升全员的管理意识与实操能力，确保优化措施落地见效。

结论

细胞实验室试剂耗材采购与库存管理的优化是一项系统工程，需突破“采购与库存割裂、管理与需求脱节”的传统模式，构建需求导向、精准采购、精细库存、全周期协同的管理体系。通过建立分级分类的需求申报机制、协同化采购流程，可实现采购与需求的精准匹配；通过优化存储管控、建立动态预警机制，能提升库存管理的精细化水平；通过搭建信息化联动平台、完善溯源体系，可强化全流程协同与风险防控。

参考文献：

- [1] 樊丁宁. “SPOC+ 虚拟实验室”模式在“细胞代谢”教学中的应用探索[J]. 中国新通信, 2025, 27 (13): 56-58+61.
- [2] 王英, 李珍一, 赵秋宇. 基于大学生科研创新能力培养的细胞培养实验平台管理探索[J]. 中国中医药现代远程教育, 2023, 21 (23): 178-180.
- [3] 石佳, 王庆松, 贺旭, 刘华. 高等医学院校细胞与分子生物学教学实验室安全管理探索[J]. 基础医学教育, 2023, 25 (10): 877-880.
- [4] 孙汉雄. 高校生物实验室仪器平台管理改进研究[D]. 上海交通大学, 2023.
- [5] 许瑾. 疫情期间高校实验室管理策略探讨[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40 (04): 268-271.

作者简介：周鑫（1981.10），男，汉族，山东临沂人，硕士，副教授，研究方向：制药人才培养。

基金项目：2024 年度济南市市校融合发展战略工程项目“细胞与基因药物实践基地建设”（项目编号：JNSX2024068）