

模型与信息化

潘登科: 培育基因编辑供体猪是异种移植第一步

潘登科
异种移植与再生
四川省重点实验室主任

据世界卫生组织统计,全世界每年大约有 200 万人等待器官移植,但仅有约 10% 的患者可以等到合适的器官。其中,肾移植的需求最为紧迫——全国约 1.2 亿慢性肾病患者中,2024 年透析患者达 118 万,其中约 30 万人需要肾移植,但年移植手术约 1.6 万余例。同种人体器官的来源始终有限,大量终末期心、肾、肝病

患者因等不到合适的供体而死亡。

异种移植,就是用动物器官来替代人的器官,实现“按需供应”,从而彻底解决“器官短缺”的社会性难题,为器官衰竭患者提供新的生存契机。如今已经明确,猪是最理想的器官供体,因其在器官大小、生理功能上与人类相似,遗传背景清晰,且养殖经济性强。

异种移植面临两大核心问题。一是免疫排斥反应,人体免疫系统会识别并攻击这些“异己”器官。我们通过基因编辑技术对供体猪进行“改造”,敲除引发急性排斥的抗原基因,插入人类补体调节蛋白等基因以增强免疫相容性。二是潜在的跨物种病毒感染风险,为此需要建立供体猪繁育的屏障环境。在完成基因改造的基础上,我们通过剖腹产、隔离饲养等方式,建立并维持一个完全不携带已知

特定病原体(如猪巨细胞病毒、猪肝炎病毒、猪圆环病毒等)的“超洁净”供体猪群。

对于供体猪品种的选择,全球各个团队有所不同。我们团队选用的是巴马小型猪。首先,成年巴马小型猪体重约 40~50kg,其器官大小和亚洲人适配度较高。其次,我们是筛选的巴马小型猪的内源性逆转录病毒 C 型(PERV-C)是阴性的,具有天然优势,并获得国际认可。最后,我们会筛选 O 型血的猪进行传代繁育,可作为“万能供体”。

根据《科学》杂志的文章介绍,全球目前专注于异种移植领域的公司有 Revivicor、eGenesis、中科奥格、Xtransplant。随着基因编辑技术的出现和迭代,供体猪的基因编辑效率不断提高,但外源基因能否高效、稳定地表达,才是开发异种移植供体猪面

临的真正挑战。

自 2008 年启动研究以来,我们已在异种移植供体猪领域深耕十七年。大量系统的临床前试验数据,不仅验证了供体猪的安全性与有效性,更将我们的研发水平推向了国际前沿。如今,我们已从早期的技术追随者,成长为与美国顶尖团队并驾齐驱的领跑者。

但培育出高质量的供体猪,只是异种移植“万里长征”的第一步。

当前,国家政策已明确将异种移植技术纳入创新发展战略,并为其转化路径提供了清晰的指引。作为推动该技术落地的关键环节,我们将持续优化供体猪的制备工艺,着力开发高度人源化的供体猪,进一步加快异种移植的临床转化步伐,争取早日让这项技术惠及众多亟待器官移植的患者。

虽然这条路很难,但值得坚持。

李巍: 高校实验动物管理模式从“人治”迈向“数治”

李巍
浙江大学实验动物中心
良渚实验室执行主任

高校实验动物管理模式正在经历从“经验式”向“系统化”的深刻变革。过去依赖纸质传递和人工操作的传统管理模式,已难以适应科研规模持续扩大、实验需求日益复杂的现实。

传统的高校实验动物管理模式存在“三大堵点”。首先,数据割裂导致“看不见”。在以往管理中,导师无法实时掌握课题组成员的

动物实验进展,项目动态和成本难以监控;机构内部笼位、设备等资源也缺乏统一的动态视图,运行决策充满不确定性。其次,流程依赖人工导致“效率低”。多区域线下审批流程周期长,成为实验进度的“卡点”;动物跨区域运输过程中缺乏信息追踪,伦理福利与生物安全难以得到充分保障。最后,资源浪费与短缺并存。笼位资源“看不见、调不动”,缺乏共享机制,导致利用率低下;同时,动物资源信息孤岛问题突出,科研合作和资源整合潜力受限。

破解这些管理问题的关键,在于推动实验动物管理的信息化转型。高校通过构建数据贯通、流程协调、资源共享的新模式,让数据能流动、资源能共享、过程可追溯,从而打通管理链条、提升整体能效。

目前,部分高校的管理系统已实现实验动物“采购—导入—饲养—使

用—处置”全生命周期电子化记录,大幅提升了实验动物管理的可追溯性和透明度。同时,管理系统将门禁管理、实验室人员资质信息深度整合,确保实验环境安全与人员行为规范。资源调度方面,动物设施和笼位空余情况实现可视化,科研人员可在线预约与查询,显著提高了资源利用率。系统在持续运行中不断积累数据,为后续科研统计、动物使用评估和资源规划奠定了数据基础。

信息化建设让高校实验动物管理模式具备了更高的“能见度”和“执行力”。数字化手段不仅提升了业务协同效率,也使管理更加精细化、规范化,推动实验动物管理从传统的“人治”迈向科学的“数治”。

然而,信息化建设仍面临新的挑战与局限。首先,系统集成度有待提升。当前高校实验动物管理模式尚未与 LIMS(实验室信息管理系统)

、财务系统或科研项目管理系统实现互联互通,信息孤岛依然存在。其次,数据应用层次较浅,主要停留在记录与查询阶段,缺乏对数据的深度分析与智能挖掘。最后,智能化水平不足,事前预测、自动调控和 AI 辅助决策等功能尚未完善,管理仍以事后人工干预为主。此外,用户体验亦有提升空间,操作复杂、响应速度偏慢、移动端支持不足等问题影响了系统的推广与使用效果。

高校实验动物管理信息化建设已迈出“从无到有”的关键一步,但要实现“从有到优、从优到智”的跃迁,仍需构建更加系统化、智能化、生态化的管理架构。未来的实验动物管理,应在保障动物伦理福利与科研规范的前提下,充分释放数字技术的整合与赋能潜力,推动高校实验动物管理模式迈向更加智慧、高效与可持续的新阶段。