



陈朝阳, 教授, 硕士生导师, 山西医科大学实验动物中心副主任, 山西省实验动物学会常务理事、秘书长, 山西省环境诱变学会理事。兼任中国实验动物学会理事, 中国实验动物学会实验动物资源鉴定工作委员会委员, 《中国实验动物学报》和《实验动物科学》编委。主要从事实验动物资源的开发与利用、人类疾病动物模型的建立与评价等工作。先后参加国家科技支撑计划 2 项, 国家自然科学基金项目 5 项; 主持山西省科技基础条件平台项目 2 项, 承担山西省自然科学基金等省级课题 4 项。参编国家卫计委“十二五”规划教材 3 部; 发表论文 30 余篇, 其中 SCI 收录 6 篇; 获批国家专利 4 项。获山西省科技进步二等奖和三等奖各 2 项, 省教学成果二等奖 2 项; 获中国实验动物学会科学技术奖二等奖 1 项、三等奖 2 项; 获中国实验动物学会 2014 年度优秀青年人才奖。

山西省实验动物资源共享服务平台建设现状及发展对策

张锐虎^{1,2}, 王春芳^{1,2}, 宋国华^{1,2}, 陈朝阳^{1,2}

(1. 山西医科大学实验动物中心, 太原 030001; 2. 实验动物与人类疾病动物模型山西省重点实验室, 太原 030001)

[摘要] 本文从资源建设、共享服务和人才培养等方面, 对山西省实验动物资源共享服务平台的建设情况进行总结, 并结合国内先进发达地区的建设经验和未来的发展趋势, 对山西省实验动物资源共享工作中存在的问题进行了深入剖析, 为平台建设和发展提出对策和方向。

[关键词] 实验动物; 资源; 共享服务; 对策建议; 山西省

[中图分类号] Q95-33; R-332 [文献标志码] A [文章编号] 1674-5817(2021)03-0190-05

Status and Development Countermeasures of Laboratory Animal Resource Sharing Service Platform Construction in Shanxi Province

ZHANG Ruihu^{1,2}, WANG Chunfang^{1,2}, SONG Guohua^{1,2}, CHEN Zhaoyang^{1,2}

(1. Experimental Animal Center of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China.; 2. Shanxi Key Laboratory of Experimental Animal Science and Animal Model of Human Diseases, Taiyuan 030001, China)

Correspondence to: CHEN Zhaoyang, E-mail: ccytycn@163.com

[Abstract] The construction of Shanxi Laboratory Animal Resource Sharing Service Platform was summarized in terms of resource development, sharing services and talent cultivation. Combining with the advanced construction experience of developed regions and future development trends, an in-depth analysis of the problems existing in the platform construction was carried out, and the countermeasures and directions were proposed for the construction and development of the platform.

[Key words] Laboratory animal; Resource; Sharing service; Countermeasures; Shanxi Province

实验动物资源平台包括动物资源、技术资源以及与之相配套的环境设施、仪器设备和专业人才等, 在促进生命科学研究和生物医药发展中具

有重要的支撑和保障作用, 对科技进步和社会经济发展有明显的推动作用^[1]。我国从 1998 年开始, 陆续开展了实验动物种质资源开发、整合及

[基金项目] 山西省科技基础条件平台建设专项 - 山西省实验动物资源共享服务平台(201805D141008-3)

[作者简介] 张锐虎(1978—), 男, 硕士, 实验师, 研究方向: 人类疾病动物模型。E-mail: 337119092@qq.com

[通信作者] 陈朝阳(1972—), 男, 硕士, 教授, 研究方向: 人类疾病动物模型。E-mail: ccytycn@163.com

标准化研究,建立了国家级实验动物种子中心、特色动物与模式动物开发平台等,基本形成了实验动物资源专业化研发、集约化生产和社会化供应的运行体系,促进了实验动物资源的开发、使用和共享^[2]。

山西省实验动物资源的建设和共享工作与国内发达省份相比,存在一些明显的不足,例如:基础设施条件差、缺少先进的科研设备以及高素质的专业人才;实验动物品系少、产量低、质量不稳定;缺乏共享意识和机制;信息化建设落后,查询渠道不畅等。这些问题严重制约了山西省实验动物学科和相关产业的发展^[3]。为此,山西省科技厅自2016年起,以基础设施条件较好,具有生产供应传统,长期开展教学、科研及相关服务,拥有相对完善人才队伍的山西医科大学实验动物中心为依托,建立了一个集实验动物资源供应、模型资源研发与整合、动物实验与技术服务、人才教育与培养,以及信息搜集与查询为一体的实验动物资源共享服务平台(下文简称“平台”),为全省实验动物学科和相关科研与产业的发展提供了基础支撑条件。

1 平台建设现状

1.1 资源建设

1.1.1 基础设施建设

标准的环境设施是生产高质量实验动物和开展高水平科学研究的基础条件。2017年起,平台在改造原有3 000 m²实验动物生产、实验设施的基础上,又增建了200 m²的清洁级大鼠、小鼠实验室和500 m²的普通级实验兔、豚鼠生产设施,具备了常用清洁级大鼠、小鼠、中国仓鼠和普通级实验兔、豚鼠等5类实验动物的生产供应能力以及开展相应动物实验的条件。为满足全省实验动物的供应和实验需求,平台从2018年开始在山西医科大学中都校区规划建设一个建筑面积达14 000 m²的实验动物设施,预计2021年底投入使用。

1.1.2 资源开发与整合

从2007年开始,山西医科大学实验动物中心陆续研发制作了Gal、GFP、Mir31共3个基因

修饰动物。针对本中心自行培育的中国仓鼠近交系,宋国华教授团队根据颊囊的免疫逃避特性,从2014年开始研究建立了口腔颊囊黏膜癌模型^[4];陈朝阳教授团队自2016年起利用血糖筛选并通过定向培育的方法,初步建立了中国仓鼠自发性2型糖尿病动物模型^[5-6];张锐虎等^[7]在2018年对中国仓鼠进行了生物净化,微生物、寄生虫控制达到了清洁级国家标准。另外,从2017年开始,平台与省药品检定所、省肿瘤研究所及中国辐射防护研究院等单位联合开发了37种人类疾病动物模型,制定了相应的操作规范、评价方法,并对模型的应用领域提出了建议。2018年与相关实验动物研究机构或使用单位签订合作框架协议,引入了B6/JNjuH11-em1Cin (Collal-iCre)、B6/JNju-H11-em1Cin (Cdh5-iCre)和B6/JNju-H11-em1Cin (KRT5-iCre)等27种工具鼠,进行保存与共享;根据科研需求与国内一家实验动物平台交换引进了C57BL/6-APOE^{-/-}、C57BL/6-P53^{+/-}等基因工程小鼠。

1.1.3 能力建设

从2016年开始,平台陆续建立了与实验动物有关的环境、遗传、病理、营养、微生物和寄生虫检测实验室,配置了氨浓度检测仪、PCR仪、病理切片机、倒置显微镜、蛋白检测仪等检测设备,修订了操作规程。

1.1.4 制度建设

2017年制定了屏障环境的设备使用与维护、人员物品进出、实验动物饲养繁育等管理制度和操作规程,为动物生产和实验提供了制度保障和操作细则。为有效整合资源、促进开放共享,建立了与平台运行有关的设施开放与使用、资源整合与共享、绩效考核与激励等一系列规章制度。

1.2 共享服务

1.2.1 资源供应

自平台建设以来,通过加大常用实验动物品种品系的引进,制定科学合理的生产组织方案,维持合理年龄、性别结构的供应群体,提高了空间利用率,降低了生产成本,增加了供应数量。同时积极整合外部资源,拓宽采购渠道,丰富供应品种品系,平台的服务保障能力显著增强。2017—2019年的具体资源供应情况详见表1。

表 1 2017—2019 年山西省实验动物资源共享服务平台主要动物及相关物品供应和服务单位情况

Table 1 Supply of main animals and related articles and service agencies on the Shanxi Laboratory Animal Sharing Service Platform in 2017-2019

年度	SD 大鼠 / 只	ICR 小鼠 / 只	近交系动物 / 只	实验兔 / 只	饲料 / kg	垫料 / kg	服务单位 / 家
2017	6 090	25 963	2 067	3 623	12 480	1 217	45
2018	9 669	31 252	6 553	4 005	17 379	2 026	53
2019	12 622	35 141	7 359	4 150	22 648	2 516	79

注：供应的近交品系动物主要指中国仓鼠、C57BL/6J 小鼠、BALB/c 小鼠等。

1.2.2 科研服务

通过开放接受、管家服务、技术跟踪等方式使在平台开展的实验能在较短时间内高质量地完成，显著提高了实验质量和实验室的利用率。通过招标、部门共享、有偿租用等方式丰富了平台的科研设备，提高了实验的科技含量和数据采集的准确性。2017—2019 年在平台完成和在研的实验项目共计 164 项，其中国家级资助 35 项、省级资助 47 项、其他类型资助 82 项，服务单位 66 家。从中国知网查询的数据显示，2017—2019 年度使用本平台开展实验发表的期刊论文数为 350 篇，博士、硕士论文数为 135 篇；而由 Scienedirect 搜索 “the Experimental Animal Center of Shanxi Medical University”，所得论文数量为 356 篇（表 2）。

1.2.3 信息共享

平台网站设立了管理制度、政策法规、质量标准、动物订购、资源信息、平台服务、许可证管理等模块，并与山西省科技基础条件平台、中国实验动物信息网、国家自然科技资源平台的实验动物资源库等链接，实现了学科建设、科研前沿和产业发展等内容的及时更新，以及基础数据、专业知识和供求信息的实时查询。借助

山西医科大学实验动物供应微信群将全省范围的实验动物使用者和全国相关的实验动物生产单位联系起来，为本地区实验动物资源供求信息、相关知识、操作技能和经验心得等方面的分享交流提供了平台。

1.2.4 质量检测

在完成对平台环境和动物质量自检的同时，还承担了对全省实验动物生产、使用单位环境和动物质量的相关检测工作，每年检测 20 多家，出具报告 40 余份。全省 37 家相关单位已有 23 家通过验收，取得了实验动物生产或使用许可证^[3]。

1.3 人才培养与教育培训

1.3.1 平台人才建设

通过组织相关人员参加国家、区域性的学术、管理研讨会和实验技能培训，以及返岗后的汇报演示，为平台的建设和发展注入了新思想和新技术。近年来先后引进博士后 1 名、博士 2 名和硕士 1 名，他们在转录组学、胚胎移植、转基因、免疫学等方面的科研经历，使平台队伍的专业组成更加完善，为平台的创新发展注入了新活力。

1.3.2 从业人员培训

近年来，平台针对全省实验动物从业人员，从政策法规、管理制度、设施维护、饲养管理、实验技术和模型制作等方面每年组织 2 次培训。目前已举办 9 期，累计参加 370 余人次。对利用平台开展动物实验的人员，通过录像教学、现场示教以及网上课件等方式进行相关方面的培训，迄今已完成 458 人次。对在校师生，平台邀请国内外知名专家举办培训或专题讲座 6 期，累计参与 450 多人次。这些教育培训活动覆盖了全省的高校、科研院所、企事业单位等，促进了从业人员的交流沟通，拓宽了工作视野，提升了工作技能。

表 2 2017—2019 年山西省实验动物资源共享服务平台相关论文发表

Table 2 Papers related to Shanxi Laboratory Animal Sharing Service Platform published in 2017-2019

年度	期刊论文 / 篇	博硕论文 / 篇	Scienedirect / 篇
2017	109	37	93
2018	107	39	103
2019	134	59	160
合计	350	135	356

2 影响资源共享的问题分析

经过数年的努力,基本建成了山西省实验动物生产供应基地、特色实验动物资源研发中心、实验动物人才培训基地和屏障环境检测机构,为山西省医学、生命科学研究和相关产业发展提供了资源、技术和人才支撑。但目前还存在一些影响平台建设和制约资源共享的因素。

2.1 硬件设施落后

标准化的生产、实验设施还比较缺乏,不能全面和及时地满足教学、科研、生产等需求。平台科研仪器配备不到位,动物资源的研发设备欠缺,尚不具备完整的动物活体实验体系及配套的科研设备,难以满足多样化、高水平的科研需求。

2.2 共享意识不强,共享机制落后

资源整合过程中各单位存在自我保护、占有意识强等问题,对其社会属性认识不够,共享意识弱,在进行资源搜集、整理时有不配合现象,阻碍了平台对这些资源的整合以及后续联合开发的力度,导致利用率低,影响使用和推广。缺乏资源共享的管理经验、公开透明的信用评价机制,缺少必要的经费支持,以及重科研轻服务的考核体制,均使得平台工作人员促进资源整合和共享的意愿不强,不愿主动地去了解目标单位的基本情况与需求,不愿积极地去发掘自身的服务潜能,影响了资源共享的工作进展。

2.3 服务能力和水平有待进一步提升

平台工作人员接受继续教育和培训的机会较少,原有的知识结构、专业技能跟不上科技发展的需求。另外,尚缺乏相关的绩效激励机制和政策,容易造成人才流失,尤其是高水平技术人才紧缺。现有设备管理不到位、维护不及时、使用不规范,造成运行不稳定,影响了设备正常功能的发挥和数据采集的准确性。

3 发展对策

山西省实验动物资源共享服务平台的建设要坚持以促进共享为目的,通过基础设施建设、资源整合开发、共享机制完善和人才培养等途径,将平台建设成为区域性的资源保存、开发与供应基地,开展高水平科学研究的场所,以及科

研设备、技术服务、资源信息的共享中心。

3.1 加强体制、机制建设,促进共享

加大实验动物资源共享工作的宣传力度,通过网络、科普、论坛、消息推送等形式将实验动物资源的社会属性以及在科学研究、日常生活中的重要作用进行宣传。在落实接受委托、提供条件、协作整合等工作的基础上,积极探索更多适合平台实际的资源整合与共享的办法和途径,逐步形成集成式、个性化、管家式的实验动物资源共享服务体系。制定更加合理有效的运行机制,加强责任考核和绩效激励政策的执行,在充分整合资源和调研需求的基础上,畅通共享服务中的衔接、运行、保障等环节,切实推进共享服务工作有序运行^[8]。

3.2 加强设施、设备的建设与整合

从设施建设、仪器配套、人才保障等方面持续加大平台的建设力度,借助新实验动物设施的建设,提前做好规划布局,引入市场化的经营管理理念,充分发挥设施的共享作用,提高使用效率。加大动物资源和模型资源的引进、开发和繁育工作,形成多品系、高标准的生产供应基地,满足全省实验动物使用需求。建设涵盖多学科、专业化的实验平台,加大科研设备尤其是动物活体科研设备的建设、整合力度,形成具备开展基因工程动物、模型动物研发和不同微生物控制级别、不同种类动物实验的在体科研,以及细胞、组织、分子生物学等离体实验的设备条件等。

3.3 加强信息化建设

加大对全省和平台服务单位的动物资源、设施设备、科研方向等信息的采集力度,搜集整理常用动物资源的遗传背景、基础数据和应用范围等基本信息,建立适合本区域的信息数据库。加大与全国尤其是周边省份实验动物生产和使用单位的信息交流,加强与省科技厅、教育厅等主管部门的沟通,及时汇总并发布,让广大从业人员及时了解相关信息。

3.4 加强技能培养,提升服务能力

在原有线下交易、现场办理结算的基础上,积极开辟网上导引、支付、物流配送等新的服务模式,扩大服务范围,提高服务效率和水平。通过多学科、高层次专业人才的引进和技能培训,

建立能够实现基础设施平稳运行、动物资源开发共享且实验操作技能娴熟的专业团队,满足科技发展对专业人才的需求。从全省科研院所、企事业单位中聘请理论功底深厚、专业技术过硬、工作经验丰富的人员组成平台学术委员会;同时建立培养基地,通过培训讲座、现场观摩、线上学习等形式,使从业人员在扩大知识面的同时,及时了解到最新的科研动态等。争取通过诸如国际实验动物评估与认可委员会(Association for Assessment and Accreditation of Laboratory Animal Care, AAALAC)、中国合格评定国家认可委员会(China National Accreditation Service for Conformity Assessment, CNAS)等对实验动物相关方面的资格认证/认可,以及符合药物非临床研究质量管理规范[又称良好实验室规范(good laboratory practice, GLP)]要求,扩大服务范围,提升服务能力。

4 结论

山西省实验动物资源共享服务平台经过几年的建设,基本完成了对全省实验动物和模型动物资源的搜集、整理工作,并进行了部分整合,建成了实验动物资源开发供应基地、动物实验平台和从业人员培训基地,为教学、科研和生产等活动提供了资源和技术支撑,促进了山西省科研水平的提升和相关产业的发展,也为中西部地区建设适合本地区发展需求的实验动物资源共享服务平台提供了一定的实践探索经验。

参考文献:

- [1] 李会萍,王晓明,杨锦淳,等. “互联网+”实验动物资源共享服务平台模式研究[J]. 中国比较医学杂志, 2018, 28(9): 69-73. DOI:10.3969/j.issn.1671-7856.2018.09.012.
- [2] 赵心刚,卢凡,程苹,等. 我国实验动物资源建设的问题与展望[J]. 中国科学院院刊, 2019, 34(12):1371-1378. DOI:10.16418/j.issn.1000-3045.2019.12.006.
- [3] 庞文彪,续国强,陈朝阳,等. 山西省实验动物工作现状及对策建议[J]. 实验动物与比较医学, 2019, 39(1):61-64. DOI:10.3969/j.issn.1674-5817.2019.01.012.
- [4] 皇甫冰,庞文彪,张锐虎,等. 中国地鼠口腔颊囊黏膜癌模型的建立及癌变的动态观察[J]. 癌变·畸变·突变, 2016, 28(1):56-59,65. DOI:10.3969/j.issn.1004-616x.2016.01.012.
- [5] WANG L, WANG C, ZHANG R, et al. Phenotypic characterization of a novel type 2 diabetes animal model in a SHANXI MU colony of Chinese hamsters[J]. Endocrine, 2019, 65(1):61-72. DOI:10.1007/s12020-019-01940-x.
- [6] WANG C, YU J, ZHANG R, et al. Small intestine proteomics coupled with serum metabolomics reveal disruption of amino acid metabolism in Chinese hamsters with type 2 diabetes mellitus[J]. J Proteomics, 2020, 223:103823. DOI: 10.1016/j.jprot.2020.103823.
- [7] 张锐虎,王晨阳,王璐,等. 中国地鼠的剖宫产净化[J]. 实验动物科学, 2020, 37(4):1-4,9. DOI:10.3969/j.issn.1006-6179.2020.04.001.
- [8] 程苹,王锡乐,卢凡,等. 关于我国实验动物资源建设与发展的思考[J]. 中国科技资源导刊, 2018, 50(5): 50-54, 76. DOI:10.3772/j.issn.1674-1544.2018.05.008.

(收稿日期: 2020-12-10 修回日期: 2021-04-30)

致谢本刊支持单位

广东省实验动物监测所

苏州大学动物实验中心

上海西普尔-必凯实验动物有限公司

上海交通大学医学院实验动物科学部

广东省医学实验动物中心

上海斯莱克实验动物有限责任公司

中国科学院上海药物研究所实验动物室

上海市实验动物质量监督检验站

南方医科大学实验动物中心

大连医科大学实验动物中心

新疆维吾尔自治区疾病预防控制中心

扬州大学比较医学中心

浙江省实验动物中心

河南省实验动物中心

南通大学实验动物中心

复旦大学药学院

广州中医药大学实验动物中心

西安交通大学医学院实验动物中心

山东省实验动物中心

浙江中医药大学动物实验研究中心

海军军医大学实验动物中心

哈尔滨兽医研究所

杭州师范大学实验动物中心

华南农业大学实验动物中心

(排名不分先后)

《实验动物与比较医学》编辑部