

DOI: 10.16369/j.oher.issn.1007-1326.2024.02.025

· 监管与实践 ·

实验动物从业人员的职业健康风险与对策

Occupational health risks of laboratory animal practitioners and countermeasures

许虎峰, 王磊

XU Hufeng, WANG Lei

首都医科大学附属北京友谊医院, 北京市临床医学研究所, 移植耐受与器官保护北京市重点实验室, 北京 100050

摘要:随着生命科学的不断发展, 兽医、饲养技术人员、实验人员等相关实验动物从业人员的队伍逐渐壮大。然而, 这一相对特殊的职业群体长期以来面临着各式各样的职业健康风险和亟待解决的职业困境。拟通过分析实验动物从业人员职业健康风险, 提出该职业人群健康风险的防控措施, 以寻求社会及相关部门的重视, 健全与实验动物从业人员职业健康风险相关的法律法规和执行标准, 增加社会对相关从业人员和实验动物的关注力度, 从根本上解决实验动物从业人员面临的职业健康风险和困境。

关键词:职业健康风险; 从业人员; 实验室安全; 实验动物

中图分类号: R135 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-1326(2024)02-0265-05

引用:许虎峰, 王磊. 实验动物从业人员面临的职业健康风险与对策[J]. 职业卫生与应急救援, 2024, 42(2): 265-269.

生命科学与生物技术方兴未艾, 实验动物的重要性与日俱增。长期以来, 职业健康防护以及职业病危害评价工作的重点一直以《建设项目职业病危害风险分类管理目录》中涉及的采矿业、制造加工业和建筑业等传统高危生产加工行业为主^[1]。尽管我国相关劳动保护法及相关技术标准均要求实验动物从业人员的职业安全是实验动物管理中的重要组成部分, 也颁布《职业病防治法》《工伤保险条例》《传染病防治法》等法律法规, 但仍缺乏保护实验动物从业人员健康和规范其职业活动的综合性职业卫生与安全规程。实验动物从业人员面临着极大的安全挑战, 这种情况如不从根本上解决, 会严重制约实验动物学科的发展, 进而阻碍生命科学的进步。

1 实验动物从业人员及其职业健康风险识别

实验动物设施是指以研究、试验、教学、生物制品、药物生产等为目的进行实验动物生产、饲养、试验的建筑物、设备的总和^[2]。在实验动物设施工作的人员均称为实验动物从业人员, 因此实验动物从业人员并非简单地局限为饲养实验动物的技术人员, 实验动物管理人员、医师、研究人员、辅助人员、阶段性从业人员也都应归属于实验动物从业人员范畴^[3]。

实验动物从业人员面临的职业健康风险较传

作者简介: 许虎峰(1974—), 男, 硕士, 副高级研究员

统生产加工行业相比, 危害因素更为复杂, 相关职业健康风险涉及物理、化学、生物安全、心理健康等诸多方面。实验动物相关实验室面临的职业健康挑战和需要应对的职业健康风险并不低于其他传统生产加工行业及非动物实验室。

实验动物从业人员的职业分类较多, 涉及的职业危害因素多种多样, 且不同类别的实验动物从业人员在工作中接触危害因素的种类和暴露时间各不相同。因此, 进行实验动物从业人员职业健康风险识别时, 不可一概而论^[4]。

2 化学风险

2.1 化学消毒剂

为保障实验动物的生存环境条件稳定, 使用化学消毒剂对实验动物环境设施消毒处理是实验动物从业人员日常工作的重要内容之一。实验动物环境设施主要的化学消毒剂包括: 卤化物类、过氧化物类、季铵盐类、醇类和醛类等。消毒剂的残留会对从业人员造成持续的健康损害。各类消毒剂因其化学特性的不同, 应按照其具体说明采取相应的防护措施。

2.2 动物代谢废气

实验动物每日代谢及活动会产生大量废气, 诸如氨、硫化氢、甲基硫醇、硫化甲基、三甲胺、苯乙

烯、乙醛、二硫化甲基等,还具有不同的臭味。

对于这类臭味气体,实验动物从业人员吸入后,会引起嗅觉器官不悦、嗅觉能力下降,长时间吸入则可引发头痛、恶心、眼结膜和鼻炎、抵抗力下降,甚至会引发肺水肿、肺充血等严重不良反应,严重影响其身心健康^[5]。废气的浓度与饲养实验动物的种类、设施通风条件、动物饲养密度、饲养环境的温湿度、动物饲养笼具类型、垫料类型以及垫料更换频率等关系密切。

2.3 实验用化学试剂

实验用化学试剂对实验动物从业人员的伤害主要来源是固定标本的甲醛溶液、凝胶电泳操作时涉及的丙烯酰胺等化学品的挥发气体,使用实验动物及其组织标本的实验人员是主要的受害群体。此类物质可对从业人员产生包括神经、免疫、生殖、遗传等各方面的毒性效应,且均为致癌物质。

2.4 麻醉剂

吸入式麻醉已经成为当前实验动物麻醉方法的主要手段之一,异氟烷和七氟烷是应用最为广泛的两种麻醉剂。相比传统的注射式麻醉,吸入式麻醉具有麻醉起效快,动物复苏快、麻醉深度易控制、动物的发病和死亡率低、不参与代谢等优点,并且符合国际动物福利的标准^[6],因而逐渐得到全球科研工作者和宠物临床医师的广泛认可和应用。但吸入式麻醉的缺点也显而易见,在麻醉过程中麻醉剂及其废气可通过多个操作环节挥发至操作空间,污染环境。从业人员短期暴露在污染环境中可能会引起头晕、恶心、疲倦、情绪波动等现象,长时间暴露可能诱发其脂质过氧化、DNA氧化损伤,造成其抗氧化防御系统受损^[7]。

2.5 臭氧

在日常工作中,动物实验室会使用紫外线对环境设施及物品进行紫外线照射消毒。长时间的紫外线照射会产生一定浓度的臭氧,实验动物从业人员在立即进入紫外线消毒后的环境或接触消毒后物品时,即暴露在了含有臭氧的工作环境中。臭氧具有类似鱼腥味的的气味,会引起从业人员的嗅觉不悦。同时,高浓度臭氧能够强烈刺激呼吸道,引起气管炎、哮喘以及心血管疾病等^[8]。

2.6 粉尘

实验动物从业人员暴露的粉尘种类主要是指在装填和倾倒实验动物垫料时,由杨木刨花或玉米芯所产生的木粉尘或谷物粉尘。有报道证实,木粉尘和谷物粉尘都将产生呼吸系统伤害,甚至提高癌症的患病概率^[9-10]。尽管垫料装填机和垫料倾倒地

等辅助设备已经问世,但因其售价较高、占地面积过大、操作不便等缺点在动物实验相关行业内普及率并不高。更多的实验动物从业人员依旧采取手工装填和倾倒垫料的传统方式进行作业,这导致绝大部分的实验动物从业人员长期处于粉尘暴露危害之中。

此外,使用粉状饲料、维护设施通风管道和更换空调机组各阶段过滤器滤材的操作,也会产生不同种类的粉尘污染物。如防护不当,同样会对从业人员的呼吸系统造成一定程度的伤害。

3 物理风险

3.1 实验动物抓咬伤

实验动物对从业人员的抓咬伤是主要的物理风险之一,年资较短的从业人员因其对动物的习性不够了解、操作手法生疏或对动物存在恐惧心理等会使动物产生攻击行为从而造成动物抓咬伤。年资较长的从业人员也有可能因倦怠或疲于防备等行为造成动物抓咬伤。

轻度的动物抓咬伤会对从业人员的工作、生活质量产生一定的影响,例如疼痛、不便洗手、不便持物等。重度的抓咬伤,尤其是犬类和非人灵长类的动物造成的抓咬伤,需要从业人员免疫接种狂犬疫苗等药物。同时,抓咬伤还会加剧从业人员对动物的恐惧心理^[11]。

3.2 锐器物伤

锐器物伤主要来源于实验用的各型针头、手术刀片、实验用玻璃制品、安瓿瓶、做工粗糙的实验用品和笼具等^[12]。轻度的锐器物伤会对从业人员产生同抓咬伤类似的伤害和困扰。针对创面较大、较深的重度锐器物伤,还需进行皮肤和肌肉的缝合处理,愈合时间较长。针对金属物和污染物造成的锐器物伤,需从业人员接种破伤风疫苗等药物。

3.3 高温

在实验动物消毒灭菌工作中,脉动真空压力蒸汽灭菌器是主要的消毒灭菌手段之一。脉动真空压力蒸汽灭菌器在运行期间会产生大量的高温气体,在该机器附近工作的从业人员为高温环境下作业。因脉动真空压力蒸汽灭菌器的金属内壁产生高温,在装卸物品时,从业人员被内壁和消毒物品烫伤的情况也时有发生。

进入屏障空间作业的从业人员工作时,常身着透气性较差的化纤材质或棉织材质的防护服。虽然GB 14925—2010《实验动物 环境及设施》对实验动物设施有相应的温度及湿度要求^[13],但由于工作时

长较长和工作负荷较高,从业人员往往在“大汗淋漓”的状态下进行各项繁重的体力劳动,导致相关从业人员患上湿疹和汗疹的概率大大增加。湿疹和汗疹不仅造成从业人员皮肤瘙痒、破溃、脓疱等表面症状,还因其患病部位常为腋下、胸部、背部、会阴等隐私部位,给从业人员带来诸多的心理压力和生活工作上的不便,甚至出现感染风险^[14-15]。

3.4 紫外线

实验动物设施内的走廊、洗消间、更衣间、缓冲间、传递窗以及生物安全柜等设施设备消毒的主要手段是使用波长为 253.7 nm 的紫外线进行照射消毒^[16]。在照射消毒过程中,从业人员应采取必要的防护措施以避免紫外线对人体的直接照射。紫外辐射是诱发 DNA 损伤的重要物理因素之一。人体被过量的紫外线辐射可能导致多种病变。照射皮肤时,可发生光照性皮炎,皮肤上出现红斑、痒、水疱、水肿等,严重的还可引起皮肤癌;作用于神经系统,可出现头痛、头晕、体温升高等;作用于眼部,可引起结膜炎、角膜炎,称为光照性眼炎,还可诱发白内障^[17]。

同时,紫外线照射过程中产生的臭氧也会对从业人员的健康产生不良影响。臭氧的性质不稳定,半衰期约为 15 ~ 30 min。因此,紫外照射消毒后的设施和空间经过良好的通风换气或等待其自行分解后方可进入。

3.5 工效学因素

实验动物从业人员尤其是饲养人员、洗刷人员和技术辅助人员等,因其工作的特殊性,需要以站立、行走等姿态完成各项工作。他们工作内容多为重复性的提、拉、抱、抬等负重工作。长期过度使用双臂上肢可导致腕管综合征、网球肘、肩周炎等疾病。同时因负重引起的腰背部的肌肉劳损、长期站立工作引起的双下肢静脉曲张也困扰和影响从业人员的身心健康^[18]。从业年限较长的人员往往受困于不同程度的肌肉骨骼损伤,症状较轻者采取局部的消炎镇痛进行缓解,症状较重者受限于无法承受的疼痛可能需要离开现有的工作岗位。

4 生物安全风险

自 2020 年新冠疫情在全球暴发以来,加强人畜共患病的防控已经被提升到一个全新的高度。2009 年,原中华人民共和国农业部出台了《人畜共患病名录》^[19],将 26 种对人类健康危害最大的畜禽种类列入目录中,这标志着我国人畜共患病的防控工作逐渐走向正轨。

受各地区发展水平不均衡的限制,我国并没有

完全取消普通级实验动物的生产与使用,容易造成潜在的从业人员生物安全风险。实验动物感染从业人员及人畜共患病在我国并不罕见。例如,2004 年我国疾病预防控制中心出现实验室 SARS 病毒泄漏事件,致 9 人感染^[20]。2010 年,我国东北农业大学在动物医学学院实验室进行“羊活体解剖学”实验,解剖未经检疫的羊,导致 5 个班级共 28 人被感染布鲁氏菌病^[21]。2021 年,我国出现首例猴 B 病毒感染事件,就职于北京某非人灵长类动物繁育及实验研究所的一名兽医,在剖检实验猴后感染猴 B 病毒导致其不治身亡^[22]。由此可见,实验动物从业人员及单位必须从根本上重视实验动物的生物安全风险。

4.1 生物气溶胶

气溶胶存在于各种工作场所及作业活动中。常见的产生气溶胶的操作包括:实验动物饲养人员更换垫料、饲料、处理排泄物、日常接触动物的代谢物、动物活动、实验人员剖检动物尸体、采集和处理动物血液或组织样品等,上述操作均产生大量的具有潜在生物危害的气溶胶。从业人员短时间暴露在较高浓度或长时间暴露在较低浓度气溶胶的作业场所,若未做好个人防护,呼吸道、皮肤、眼结膜等部位会受到不同程度的伤害。

4.2 病原微生物

实验动物本身可能患有人畜共患病,直接或间接接触患病动物将造成从业人员的感染。常见的人兽共患病有狂犬病、流行性出血热、猴 B 病毒、猴痘、弓形虫、淋巴细胞性脉络丛脑膜炎、结核分枝杆菌等。存在人兽共患感染风险时,应采取与病原微生物危害等级对应的生物安全防护措施。

动物实验过程中,从业人员有可能通过呼吸道、皮肤黏膜、意外创伤等途径接触感染动物、传染物及病原微生物,引发严重的实验室感染性疾病。因此,感染性疾病的动物实验应根据所研究病原微生物的危险度等级在相应级别的生物安全防护动物实验室内进行,尤其是高致病性禽流感、SARS、结核病、艾滋病、甲型 H1N1 流感、乙型肝炎等重大感染性疾病的动物实验宜在 ABSL-3 或 ABSL-4 实验室内进行^[23]。

4.3 实验动物过敏症

实验动物过敏症(laboratory animal allergy, LAA)已经成为实验动物从业人员最主要的职业引起的疾病之一。传统观念中,一般不会将打喷嚏、轻微咳嗽或皮疹等症状列入“疾病”范畴,所以实验动物从业人员中存在一定数量的 LAA 患者,却没有引起足够的重视,相关研究报道^[24]数量较少。随着我国医

疗卫生和居民健康素养的逐步提高,LAA也在逐渐受到实验动物从业人员的关注。

LAA是指从业人员接触或吸入实验动物的皮屑、毛发、唾液、粪便和血清等过敏原导致呼吸道、皮肤和眼部等的过敏性炎症反应^[25]。LAA患者中有80%的人在呼吸系统出现了鼻炎、阵发性喷嚏、鼻塞和流涕,眼睛方面则表现有结膜炎、流泪的现象;约有40%的人表现为接触性荨麻疹或瘙痒性斑丘疹;20%~30%的人有哮喘症状。大多数LAA患者都有不止一种症状,哮喘尤其如此,哮喘通常伴有上呼吸道症状的发生^[26]。需要重视的是,并非所有的LAA患者在开始从事实验动物行业就表现出过敏症状,约30%的从业人员在第一年即患病,而有的患者是在3年内才逐渐表现出症状。这种估算也因患者体质、家族过敏史、吸烟史以及工作环境暴露浓度和暴露时长有一定关系^[27]。此外,因个人防护不到位、从业单位缺乏人员清洁身体的条件,从业人员还可能将过敏原物质传播至家人等非从业人员,导致从未接触过实验动物的非从业人员也有患LAA的风险^[28]。

LAA轻症患者可通过自愈、脱敏或药物干预进行缓解,但LAA重症患者会产生严重的过敏反应症状,诸如全身性荨麻疹、呼吸衰竭、血压下降甚至昏迷。

5 心理性职业损伤

实验动物从业人员所涉及的物理、化学、生物安全风险已在一定范围内引起了关注并逐步改善,但针对实验动物从业人员的心理健康的研究和报告较少。实验动物从业人员所面临的心理问题也应引起足够的重视。

实验动物从业人员缺乏社会和用人单位的认可及重视,容易产生自卑心理^[29]。实验动物从业人员在我国政策及法律法规上没有明确的社会保障福利制度,其福利待遇及收入水平相对落后。实验动物从业人员所属单位多数是医学类院校,职称问题得不到妥善的解决^[30]。同时,在行业内部也存在着一定程度的年龄、性别歧视。简单枯燥的工作内容及必要时期对实验动物进行安死术操作,会加大实验动物从业人员的心理健康负担。长期的值班、加班以及通勤距离等问题同样困扰实验动物从业人员,这些原因能使其产生心理应激,进而减弱机体的免疫力^[31]。

6 职业健康风险的防控措施

6.1 政策法规引导

目前,仅有各省市实验动物许可证验收规则中提及实验动物取证单位应进行实验动物从业人员体检及劳动保护措施等要求,且要求内容并不具体。未指定体检内涉及职业伤害相关的内容,取证单位也未规定从业人员的劳动保护措施等具体标准,这就造成取证单位对从业人员的健康防护及体检没有引起足够重视。

健全与实验动物从业人员职业健康风险对应的法律法规及执行标准的具体内容,增加其可操作性,使得从业人员在正在遭受或已经遭受职业伤害时有法可依、有章可循是解决从业人员职业健康风险的根本办法。

6.2 完善职业健康管理制度

用人单位应从实验动物设施的设计规划、工作内容及运行状态制定符合自身特性的职业健康管理制度。不应盲目照搬与自身实际情况不符或可执行度不高的无用制度来对从业人员进行健康管理。

制度应对不同风险因素和等级的从业人员分级分类管理,阐明其可能受到的职业病危害因素,并明确具体防护办法和措施。同时,用人单位应设立专职或兼职的职业健康监管人员,一则监督用人单位对从业人员的职业健康管理是否到位,二则可以以为从业人员向用人单位反馈工作过程中正在发生或可能发生的职业健康风险,以为其争取对应的解决办法和防护措施。用人单位也应加强对从业人员的资质审查和确认。

6.3 加强职业培训

实验动物从业人员和用人单位的职业健康安全教育和培训是保障职业健康安全的重要环节之一。从业人员和用人单位应熟知与其工作密切相关的职业危害因素以及如何采取对等的职业防护措施,并储备足够的技术知识来应对各种职业健康风险。

用人单位可定期进行职业健康教育及应对职业危害的应急演练,内容可包括法律法规、专业理论、风险识别、防护办法、防护技术操作等,必要时可对从业人员进行专项考核,通过考核者方可上岗工作。

6.4 增加和完善健康福利

用人单位应根据实验动物从业人员所受职业健康风险的具体内容和程度提供对应的防护装备。加大对防护装备的资金投入和支持,保障防护装备效果达标并定期更换。

实验动物从业人员健康体检项目和体检间隔的时长,应视其具体工作内容进行个体化实施。暴露程度较高、接触危害因素较多工作岗位的从业人

员,应适当增加体检频次,并针对其可能接害的部位重点检查。

用人单位应当建立对应的心理咨询及管理部门,为每一位从业人员建立心理健康档案,动态掌握其心理健康状况,并可定期组织心理健康知识的培训,有针对性的给予相应的指导和防范措施。同时,用人单位可丰富从业人员业余时间的的生活,使从业人员的心理压力得以缓解。

6.5 增加社会美誉,树立行业自信

社会、媒体及用人单位应当正视实验动物从业人员的工作成绩及工作内容,理解实验动物及从业人员的工作意义及重要性。同时,也应让更多的社会大众及主管部门了解实验动物从业人员所面临的职业危害和风险,获得更多的社会关注度。

作者声明 本文无实际或潜在的利益冲突

参考文献

[1] 中华人民共和国国家卫生健康委员会办公厅. 关于公布建设项目职业病危害风险分类管理目录的通知: 国卫办职健发〔2021〕5号[A]. 2021-03-12.

[2] 孙德明,李根平,陈振文,等. 实验动物从业人员上岗培训教材[M]. 北京:中国农业出版社,2014:53-54.

[3] 许虎峰,孙晨阳. 医院实验动物从业人员的素质养成探索[J]. 医学教育管理,2023,9(1):111-115.

[4] 李静芸,杨汉彬,马奎,等. 北京市某生物医药企业研发部门实验室化学有害因素职业病危害现状[J]. 职业与健康,2020,36(17):2305-2308.

[5] 卢静,孟霞,陈柏安. 实验动物设施运行中“三废”管理[J]. 实验动物科学,2019,36(4):77-80.

[6] PARASURAMAN S, CHRISTAPHER P V. Anesthesia and euthanasia of experimental animals[C]// LAKSHMANAN M, SHEWADE D G, RAJ G M. Introduction to basics of pharmacology and toxicology: volume 3: experimental pharmacology: research methodology and biostatistics. Singapore:Springer Nature Singapore, 2022:65-75.

[7] FIGUEIREDO D B S, AUN A G, LARA J R, et al. Measurement of anesthetic pollution in veterinary operating rooms for small animals: isoflurane pollution in a university veterinary hospital [J]. Braz J Anesthesiol, 2021, 71(5):517-522.

[8] 冯梦雪,甘艺芳,刘思源,等. 臭氧暴露对心血管系统的影响[J]. 微量元素与健康研究,2022,39(4):77-79.

[9] 王昌耀,钱丹萍,孔庆学,等. 使用动物垫料添加机或垫料倾倒机时人员呼吸防护用品的评估[J]. 中国比较医学杂志,2018,28(8):16-20.

[10] 杨秋月,王海椒. 木粉尘职业暴露与肺癌关系病例对照研究的Meta分析[J]. 环境与职业医学,2018,35(3):266-271.

[11] 马小琴,徐莹娟. 实验动物从业人员职业伤害和自我防护与其焦虑、抑郁水平的相关性[J]. 中国健康心理学杂志,

2015,23(12):1799-1802.

[12] 邹庞,朱宇诚,傅嘉婧,等. 三级综合医院工勤人员锐器伤害现况调查分析[J]. 医学理论与实践,2022,35(23):4113-4116.

[13] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 实验动物环境及设施:GB 14925-2010[S]. 北京:中国标准出版社,2011.

[14] 刁庆春,刘毅. 湿疹(湿疮)中医诊疗专家共识(2016年)[J]. 中国中西医结合皮肤性病学期刊,2018,17(2):181-183.

[15] 刁庆春,刘毅. 湿疹(湿疮)中医诊疗专家共识[J]. 中国中西医结合皮肤性病学期刊,2021,20(5):517-521.

[16] 严诗恬,聂沐晗,李后飞. 医疗建筑中紫外线消毒灯的设计与应用[J]. 建筑电气,2021,40(8):63-67.

[17] 姜玲玲,曹琴琴. 紫外线对DNA的损伤及应用影响[J]. 中国安全防范技术与应用,2022(1):74-79.

[18] 马小琴,徐莹娟. 实验动物从业人员职业危害及其防护研究进展[J]. 中国职业医学,2014,41(6):735-738.

[19] 中华人民共和国农业部. 公告:第1149号[EB/OL]. (2009-02-02)[2024-03-08]. http://www.moa.gov.cn/govpublic/SYJ/201006/t20100606_1535669.htm.

[20] 赵鲁. 实验室SARS病毒泄漏事故回顾[EB/OL]. (2014-07-25)[2024-03-08]. <https://news.sciencenet.cn/htmlnews/2014/7/299630.shtm>.

[21] 马春峰,郭振东,汤文庭. 动物生物安全实验室常见生物危害及控制措施[J]. 畜牧与兽医,2019,51(9):119-124.

[22] WANG W, QI W, LIU J, et al. First human infection case of monkey b virus identified in China, 2021[J]. 中国疾病预防控制中心周报,2021,3(29):2.

[23] 郝智慧,赵厚德. 动物实验的生物安全防护初探[J]. 实验动物科学,2010,27(4):62-64.

[24] 白杰英,姚晓兰,曾林. 实验动物致敏研究进展[J]. 中国实验动物学报,2009,17(2):154-157.

[25] JONES M. Laboratory animal allergy in the modern era[J]. Curr Allergy Asthma Rep, 2015, 15(12):73.

[26] BUSH R K, WOOD R A, EGGLESTON P A. Laboratory animal allergy[J]. J Allergy Clin Immunol, 1998, 102(1):99-112.

[27] CULLINAN P, LOWSON D, NIEUWENHUIJSEN M J, et al. Work related symptoms, sensitization, and estimated exposure in workers not previously exposed to laboratory rats[J]. Occup Environ Med, 1994, 51(9):589-592.

[28] KRAKOWIAK A, SZULC B, GORSKIKI P. Allergy to laboratory animals in children of parents occupationally exposed to mice, rats and hamsters[J]. Eur Respir J, 1999, 14(2):352-356.

[29] 景志杰,陈朝阳,刘田福. 实验动物从业人员的健康问题[J]. 职业与健康,2011,27(5):569-571.

[30] 李胜利,池亚菲,孟霞,等. 高校实验动物行业非事业编制职工归属感调查及增强机制浅探[J]. 实验动物科学,2020,37(6):59-61.

[31] ERVASTI J, PENTTI J, NYBERG S T, et al. Long working hours and risk of 50 health conditions and mortality outcomes: a multicohort study in four European countries[J]. Lancet Reg Health Eur, 2021, 11:100212.

收稿日期:2023-08-18