



实验动物科技资讯

2025 年第 09 期 总 390 期

投稿邮箱: dongqinghua@nifdc.org.cn

每期刊载: <https://nrla.nifdc.org.cn/nrla/>

<https://www.lascn.net/>

2025 年 9 月 15 日 星期一

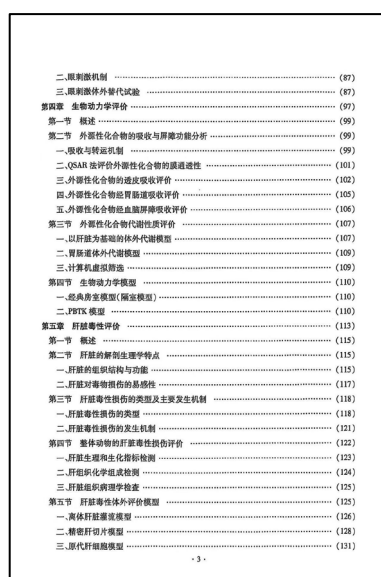
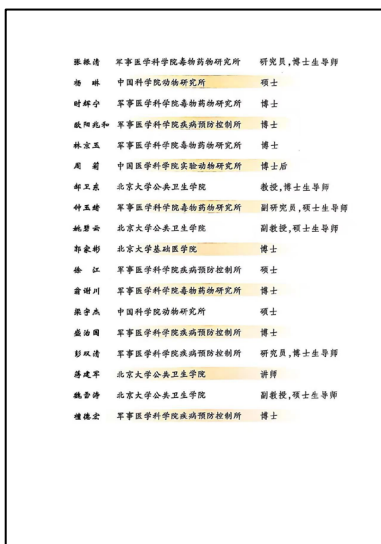
《探索科技伦理与动物实验革新·资源与工具推介》

科学进步与伦理责任的平衡,始终是人类文明发展的重要命题。在生命科学和医药科学研究蓬勃发展的历史进程中,实验动物为人类福祉做出了不可替代的贡献。然而,如何以尊重生命的态度对待这些沉默的伙伴,如何在科研创新与动物保护之间构建可持续的伦理框架,是全球科学界和政策制定者共同面临的挑战。

自 2022 年《FDA 现代化法案 2.0》和 2024 年《FDA 现代化法案 3.0》的发布,2025 年美国 NIH 和 FDA 又先后出台了一系列政策,并启动了与之相呼应的“实验动物研究补充计划”(Complement-ARIE)和“替代方法验证网络”(VQN)项目,加速推进 NAMs,通过对传统动物模型和动物实验技术的补充与完善,使生物科学研究更加高效和有效。与此同时,欧盟委员会也于 2025 年 7 月发布了最新“欧洲化工行业行动计划”,并决定自 2026 年起逐步淘汰化学品安全评估中的动物实验。

为了使广大的实验动物科技工作者方便和及时了解有关实验动物福利伦理研究和动物实验替代方法研究的常用工具,借助有关工具获取当下的最新研究进展和研究成果,为科技工作者能够结合自己的研究方向有针对性的进行探索,在解决自己工作中遇到的实际问题的同时,也从不同的侧面和层面推进实验动物福利伦理和动物实验替代方法研究的发展,《实验动物科技资讯》将不定期的推出有关书籍、论文、期刊和网站的介绍,为推动我国实验动物福利和动物实验伦理工作的深度发展、了解和掌握国际上 NAMs 的最新研究动态,以及我国相关政策和标准要求提供有关信息和数据。

专栏编辑



四、肝细胞系模型	(135)
五、细胞模型	(135)
六、基因工程细胞模型	(136)
第六章 肾脏毒性评价	(139)
第一节 概述	(141)
第二节 肾脏的解剖生理特点	(141)
一、肾脏结构与功能的复杂性	(141)
二、肾脏对毒物的敏感性	(142)
第三节 肾脏毒性评价指标	(142)
一、肾脏毒性指标概述	(142)
二、肾脏毒性指标的主要机制	(143)
第五节 肾脏毒性评价体外替代法的应用	(144)
一、肾脏毒性体外替代法	(144)
二、肾脏毒性的比较研究	(144)
三、肾脏毒性替代研究	(144)
第五节 肾脏毒性评价体外替代法	(145)
一、体外替代模型概述	(145)
二、常用体外替代模型	(145)
三、肾脏毒性评价体外替代法常用检测项目	(151)
四、新技术在肾脏毒性评价中的应用	(157)
第七章 心脏毒性评价	(161)
第一节 概述	(163)
第二节 心脏生理结构与功能	(163)
一、正常解剖结构	(163)
二、心脏的传导系统	(164)
三、心脏的泵血与离子通道	(165)
四、心脏电生理	(167)
第三节 心脏毒性作用的一般机制	(168)
一、心脏毒性作用的表现	(168)
二、心脏毒性作用的一般机制	(170)
第四节 典型毒物对心脏的毒性作用	(172)
一、工业毒物	(172)
二、环境毒物	(173)

三、天然毒物	(173)
四、药物	(174)
第五节 心脏毒性评价的替代动物模型	(176)
一、心脏毒性评价动物模型概述	(176)
二、心脏毒性评价指标	(177)
第六节 心脏毒性评价的体外替代模型	(180)
一、离体心脏灌流模型	(181)
二、心脏细胞培养模型	(184)
三、心脏细胞培养模型	(186)
四、微流体芯片技术	(191)
五、计算机模拟替代法	(191)
第七节 ECG 检测与 QT 间隔延长的评价	(192)
一、ECG 检测	(192)
二、QT 间隔延长与心脏毒性评价	(194)
三、评价 QT 间隔延长的替代模型	(198)
第八节 基于 ECG 通道的毒性评价替代法	(199)
一、ECG 通道的替代模型	(199)
二、计算机模拟替代法	(205)
第八章 神经毒性评价	(211)
第一节 概述	(213)
第二节 神经系统的结构和功能与毒性反应	(214)
一、神经系统的一般结构与功能	(214)
二、神经系统的特殊结构与功能	(215)
三、神经系统对毒物的毒性反应	(217)
第三节 神经毒性评价的替代动物模型	(219)
一、应用于神经毒性评价的替代动物模型	(219)
二、神经毒性评价的替代动物模型	(220)
三、神经毒性评价的替代动物模型	(221)
四、神经毒性评价的替代动物模型	(223)
第五节 神经毒性评价的体外替代模型	(225)
一、神经毒性评价	(226)
二、神经毒性评价	(230)
三、神经毒性评价	(231)

四、全脑培养系统	(233)
五、大鼠腹膜腔内注射培养	(234)
六、原代神经细胞培养	(235)
七、细胞系培养	(239)
八、人种特殊神经病的替代模型	(240)
第五节 神经毒性和生化指标的检测方法	(242)
一、神经毒性的检测	(242)
二、神经毒性的检测	(245)
三、神经毒性的检测	(246)
第六节 替代技术在神经毒性评价中的应用	(248)
一、全脑培养替代技术	(248)
二、神经毒性替代技术	(249)
第九章 免疫毒性评价	(253)
第一节 概述	(253)
第二节 免疫系统的结构与功能	(256)
一、免疫系统的组成	(256)
二、免疫系统的功能	(256)
第三节 免疫反应的检测	(257)
一、免疫反应的检测	(257)
二、免疫反应的检测	(258)
第四节 自身免疫功能——自身免疫性	(258)
一、原理	(258)
二、直接法	(259)
三、间接法	(259)
四、间接法	(260)
第五节 免疫毒性评价	(261)
一、NK 细胞杀伤活性检测	(261)
二、T 淋巴细胞增殖试验	(263)
三、淋巴细胞凋亡试验	(265)
四、巨噬细胞吞噬活性测定	(265)
五、细胞因子测定	(267)
第十章 内分泌干扰物毒性评价	(269)
第一节 概述	(271)

一、环境内分泌干扰物定义	(271)
二、环境内分泌干扰物的种类与暴露途径	(271)
三、环境内分泌干扰物的研究现状	(272)
四、环境内分泌干扰物的研究现状	(272)
五、内分泌干扰物研究进展	(274)
第二节 体外试验评价方法	(274)
一、雌激素受体结合试验	(274)
二、雌激素受体结合试验	(278)
三、雌激素受体结合试验	(282)
四、雌激素受体结合试验	(288)
五、器官毒性	(289)
六、替代模型	(289)
七、内分泌干扰物替代模型的细胞系与其应用	(296)
八、MCF-7 细胞系替代模型	(297)
九、芳香族化合物	(297)
第三节 非哺乳类动物体内试验评价方法	(300)
一、两栖类动物体内试验评价方法	(300)
二、鱼类替代试验	(304)
三、一代和二代替代试验	(309)
第四节 哺乳类动物体内试验评价方法	(321)
一、3-4 子母鼠替代试验	(321)
二、5-4 和 7-4 Hershberger 试验	(323)
三、雄性和雌性大鼠青春前期试验	(325)
四、15-4 青春前期大鼠试验	(326)
五、体内发育——哺乳试验	(327)
第十一章 生殖发育毒性评价	(331)
第一节 概述	(331)
第二节 生殖发育	(335)
第三节 生殖发育毒性体内试验评价	(337)
一、试验程序	(337)
二、观察项目	(337)
三、结果评价	(338)
第四节 生殖发育毒性体外试验	(338)

一、哺乳类动物体内试验评价	(339)
二、哺乳类动物体内试验评价	(342)
三、哺乳类动物体内试验评价	(344)
第五节 发育毒性替代模型	(348)
一、胚胎发育毒性替代模型	(348)
二、神经毒性替代模型	(351)
三、中脑细胞培养	(352)
四、视网膜细胞培养	(354)
五、心肌细胞培养	(354)
六、胚胎干细胞培养	(355)
第六节 发育毒性替代模型评价	(358)
一、发育毒性	(358)
二、发育毒性	(361)
第七节 发育毒性替代模型	(362)
一、发育毒性替代模型	(362)
二、发育毒性替代模型	(368)
第十二章 遗传毒性和致癌性评价	(377)
第一节 概述	(379)
一、遗传毒性的概念	(379)
二、遗传毒性的概念	(382)
第二节 遗传毒性与致癌性评价	(389)
一、遗传毒性评价	(389)
二、遗传毒性评价	(391)
三、遗传毒性评价	(393)
第三节 遗传毒性替代模型	(396)
一、细菌回复突变试验	(397)
二、微核试验	(404)
三、染色体畸变试验	(407)
四、单细胞凝胶电泳试验	(412)
五、小鼠淋巴瘤 H 基因突变试验	(414)
六、小鼠淋巴瘤 H 基因突变试验	(418)
七、小鼠淋巴瘤 H 基因突变试验	(420)
八、体外哺乳动物细胞染色体交换试验	(422)

九、DNA 加合物检测	(424)
十、原癌基因激活试验	(426)
十一、原癌基因激活试验	(427)
十二、原癌基因激活试验	(428)
第四节 遗传毒性和致癌性替代模型	(430)
一、哺乳动物细胞体外替代模型	(430)
二、体外细胞连接细胞间通讯的替代	(432)
三、细胞增殖测定	(434)
四、细胞周期分析及细胞周期蛋白的表达	(435)
五、DNA 甲基化的检测	(438)
第十三章 毒理学基因组学	(441)
第一节 概述	(441)
第二节 毒理学基因组学的主要研究内容与方法	(444)
一、主要研究内容	(444)
二、主要研究方法	(445)
三、毒理学基因组学的发展前景	(447)
第三节 基本方法与技术流程	(448)
一、基因组芯片的构建	(449)
二、样品的制备、标记与杂交	(452)
三、基因组芯片图像采集与处理	(454)
四、基因组芯片的数据处理	(456)
五、基因组芯片分析	(459)
第四节 毒理学基因组学的应用	(463)
一、毒物的分类与作用机制的研究	(464)
二、毒物作用的量效关系与风险评估研究	(465)
三、毒物作用的研究	(466)
四、毒物作用的研究	(466)
五、低剂量与早期的毒理学研究	(466)
六、遗传多态性的检测	(466)
第五节 基因组学在其他相关领域的应用	(467)
一、药物研究中的应用	(467)
二、临床诊断中的应用	(469)
三、肿瘤研究中的应用	(471)

第六节 存在问题与展望	(473)
第十四章 毒理学基因组学	(477)
第一节 概述	(479)
第二节 蛋白质组学的基本技术	(480)
一、双向电泳技术	(480)
二、质谱分析	(482)
三、蛋白质组学数据库	(485)
四、蛋白质组学数据库的其他技术	(485)
五、蛋白质组学数据库	(487)
第三节 蛋白质组学在毒理学研究中的应用	(489)
一、在蛋白质组学方面的应用	(489)
二、在蛋白质组学方面的应用	(490)
三、在蛋白质组学方面的应用	(490)
四、在蛋白质组学方面的应用	(490)
五、在蛋白质组学方面的应用	(491)
六、在蛋白质组学方面的应用	(491)
第十五章 毒理学基因组学	(497)
第一节 概述	(499)
一、基本概念	(499)
二、毒理学基因组学对象与方法	(501)
三、毒理学基因组学与其他学科的关系	(502)
第二节 基本方法与技术流程	(503)
一、样品采集与处理	(503)
二、代谢产物的检测与分析	(504)
三、数据的分析与处理	(508)
四、数据库与专家系统	(512)
第三节 毒理学基因组学	(513)
一、生物标志物基本概念	(513)
二、生物标志物的分类	(514)
三、生物标志物在毒理学研究中的应用	(517)
第四节 毒理学基因组学的应用	(519)
一、毒性作用机制研究	(519)
二、确定毒物作用靶器官与特异性生物标志物	(521)

三、药物临床前毒性评价	(521)
第五节 毒理学基因组学在其他相关研究中的应用	(524)
一、疾病诊断方面的应用	(524)
二、药物研发方面的应用	(526)
三、药物研发方面的应用	(527)
第六节 毒理学基因组学	(533)
第一节 概述	(533)
第二节 胚胎干细胞生物学特征与鉴定	(535)
一、ESC 基本形态结构	(535)
二、ESC 主要表面抗原	(536)
三、ESC 常用鉴定方法	(537)
第三节 胚胎干细胞在毒性评价中的意义	(538)
一、内源性化合物安全性评价的需要	(538)
二、毒理学研究的需求	(538)
三、遗传毒性评价模型的不足	(538)
第四节 胚胎干细胞在毒性评价中的应用	(539)
一、遗传毒性评价	(539)
二、发育毒性评价	(541)
三、发育毒性评价	(541)
第十五章 转基因动物模型	(545)
第一节 转基因动物模型及其发展	(547)
第二节 转基因动物模型的制备技术	(547)
一、显微注射法	(548)
二、逆转录病毒介导的基因转移	(548)
三、胚胎干细胞介导的基因转移	(548)
四、精子介导的基因转移	(548)
五、核移植法	(548)
第三节 用于毒理学研究的转基因动物模型及其特点	(549)
一、一般毒性研究模型	(549)
二、致突变检测模型	(550)
三、致癌检测模型	(550)

四、生殖毒性检测模型	(552)
五、毒理学基因组学	(553)
六、毒理学基因组学	(553)
第十八章 转基因动物模型	(554)
第一节 概述	(559)
第二节 转基因动物模型的制备与特点	(561)
一、转基因动物的构成	(562)
二、转基因动物的特点	(562)
第三节 转基因动物的方法	(562)
一、转基因动物的制备技术基本要求	(563)
二、转基因动物的制备	(563)
三、转基因动物的制备	(563)
四、转基因动物的制备	(563)
五、转基因动物的制备	(563)
六、转基因动物的制备	(563)
七、转基因动物的制备	(563)
八、转基因动物的制备	(563)
九、转基因动物的制备	(563)
十、转基因动物的制备	(563)
十一、转基因动物的制备	(563)
十二、转基因动物的制备	(563)
十三、转基因动物的制备	(563)
十四、转基因动物的制备	(563)
十五、转基因动物的制备	(563)
十六、转基因动物的制备	(563)
十七、转基因动物的制备	(563)
十八、转基因动物的制备	(563)
十九、转基因动物的制备	(563)
二十、转基因动物的制备	(563)
二十一、转基因动物的制备	(563)
二十二、转基因动物的制备	(563)
二十三、转基因动物的制备	(563)
二十四、转基因动物的制备	(563)
二十五、转基因动物的制备	(563)
二十六、转基因动物的制备	(563)
二十七、转基因动物的制备	(563)
二十八、转基因动物的制备	(563)
二十九、转基因动物的制备	(563)
三十、转基因动物的制备	(563)
三十一、转基因动物的制备	(563)
三十二、转基因动物的制备	(563)
三十三、转基因动物的制备	(563)
三十四、转基因动物的制备	(563)
三十五、转基因动物的制备	(563)
三十六、转基因动物的制备	(563)
三十七、转基因动物的制备	(563)
三十八、转基因动物的制备	(563)
三十九、转基因动物的制备	(563)
四十、转基因动物的制备	(563)
四十一、转基因动物的制备	(563)
四十二、转基因动物的制备	(563)
四十三、转基因动物的制备	(563)
四十四、转基因动物的制备	(563)
四十五、转基因动物的制备	(563)
四十六、转基因动物的制备	(563)
四十七、转基因动物的制备	(563)
四十八、转基因动物的制备	(563)
四十九、转基因动物的制备	(563)
五十、转基因动物的制备	(563)
五十一、转基因动物的制备	(563)
五十二、转基因动物的制备	(563)
五十三、转基因动物的制备	(563)
五十四、转基因动物的制备	(563)
五十五、转基因动物的制备	(563)
五十六、转基因动物的制备	(563)
五十七、转基因动物的制备	(563)
五十八、转基因动物的制备	(563)
五十九、转基因动物的制备	(563)
六十、转基因动物的制备	(563)
六十一、转基因动物的制备	(563)
六十二、转基因动物的制备	(563)
六十三、转基因动物的制备	(563)
六十四、转基因动物的制备	(563)
六十五、转基因动物的制备	(563)
六十六、转基因动物的制备	(563)
六十七、转基因动物的制备	(563)
六十八、转基因动物的制备	(563)
六十九、转基因动物的制备	(563)
七十、转基因动物的制备	(563)
七十一、转基因动物的制备	(563)
七十二、转基因动物的制备	(563)
七十三、转基因动物的制备	(563)
七十四、转基因动物的制备	(563)
七十五、转基因动物的制备	(563)
七十六、转基因动物的制备	(563)
七十七、转基因动物的制备	(563)
七十八、转基因动物的制备	(563)
七十九、转基因动物的制备	(563)
八十、转基因动物的制备	(563)
八十一、转基因动物的制备	(563)
八十二、转基因动物的制备	(563)
八十三、转基因动物的制备	(563)
八十四、转基因动物的制备	(563)
八十五、转基因动物的制备	(563)
八十六、转基因动物的制备	(563)
八十七、转基因动物的制备	(563)
八十八、转基因动物的制备	(563)
八十九、转基因动物的制备	(563)
九十、转基因动物的制备	(563)
九十一、转基因动物的制备	(563)
九十二、转基因动物的制备	(563)
九十三、转基因动物的制备	(563)
九十四、转基因动物的制备	(563)
九十五、转基因动物的制备	(563)
九十六、转基因动物的制备	(563)
九十七、转基因动物的制备	(563)
九十八、转基因动物的制备	(563)
九十九、转基因动物的制备	(563)
一百、转基因动物的制备	(563)