



**庞万勇**，兽医学博士，中国实验动物学会认证的实验动物高级医师，美国实验动物医学学会认证的实验动物专科兽医师，以及中国兽医病理学家分会认证的兽医病理师。中国实验动物学会常务理事、实验动物医师工作委员会主任委员、实验动物福利伦理专业委员会秘书长，中国合格评定国家认可委员会实验动物专业委员会委员，中华医学会医师培训工程-中华医学人文培训工程专家委员会委员，国际AAALAC认可委员会委员，世界兽医协会理事（代表实验动物专科兽医师）。本科和硕士毕业于中国农业大学动物医学院，博士毕业于爱尔兰国立都柏林大学兽医学院，曾在丹麦哥本哈根大学从事实验动物医学博士后研究。现任赛诺菲公司全球研发中心转化体内模型研究平台总监，负责该公司在全球范围内动物实验外包和合作业务的动物福利合规事务，并协调该公司在中国的临床申报项目中的临床前研究部分。发表论文36篇，其中SCI论文20篇。



**陶雨风**，日本京都大学博士，中国合格评定国家认可委员会（CNAS）高级工程师。CNAS兽医领域实验室认可高管，动植物检疫专业委员会委员及秘书，主任评审员。国家认监委认证认可国际组织人才库专家，亚太认可合作组织（APAC）国际同行评审员。参与国家重点研发计划重点专项“食品安全检验在线质控系统研究2018YFC1603400”、基础科研条件与重大科学仪器设备研发2022年度重点专项“实验动物共性关键质量评价技术标准研究2022YFF0711000”等研究工作。主持制定认可文件CNAS-CL01-A013《检测和校准实验室能力认可准则在动物检疫领域的应用说明》、CNAS-CL01-A023《检测和校准实验室能力认可准则在实验动物检测领域的应用说明》和CNAS-CL01-A012、CNAS-CL01-A014、CNAS-GL043、CNAS-GL041等。近5年发表核心期刊论文15篇，主要研究方向为实验室认可技术及质量控制。

**马政文**，神经生物学博士，中国神经科学学会会员（CSFN）、美国神经科学学会会员（SFN）。从本科到博士均就读于上海交通大学医学院，其间曾赴美在肯塔基州路易斯维尔大学脊髓损伤研究中心（Kentucky Spinal Cord Injury Research Center）研究脊髓损伤。回国后根据研究发展和临床治疗的需要，研究方向由啮齿类动物转向灵长类动物，参与欧洲天使基金会的猴脊髓损伤课题，获得“上海市高校优秀青年教师”称号。现任上海交通大学医学院副研究员，主持二项国家自然科学基金项目，至今在国内外学术期刊上发表论文50余篇，其中以第一作者或通信作者身份发表论文14篇，申请专利2项，参编著作3部。



## 《动物研究：体内实验报告》即ARRIVE 2.0指南的解释和阐述（五）

马政文<sup>1</sup>，李夏莹<sup>2</sup>，刘晓宇<sup>3</sup>，李 焱<sup>1</sup>，王 剑<sup>1</sup>，卢 今<sup>1</sup>，陈国元<sup>4</sup>，卢 晓<sup>5</sup>，白 玉<sup>6</sup>，卢选成<sup>7</sup>，刘永刚<sup>8</sup>，陶雨风<sup>9</sup>，庞万勇<sup>10</sup>

(1. 上海交通大学医学院实验动物科学部，上海 200025；2. 北京大学生命科学学院实验动物中心，北京 100871；3. 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所，北京 100050；4. 中国科学院分子细胞科学卓越创新中心动物实验技术平台，上海 200031；5. 迪哲医药股份有限公司，上海 201203；6. 北京诺和诺德医药科技有限公司，北京 102206；7. 中国疾病预防控制中心，传染病溯源预警与智能决策全国重点实验室，北京 102206；8. 中国农业科学院哈尔滨兽医研究所，哈尔滨 150001；9. 中国合格评定国家认可中心，北京 100062；10. 赛诺菲公司全球研发中心转化体内模型研究平台，北京 100022)

**【摘要】** 提高生物医学研究结果的可重复性是一项重大挑战，研究人员透明且准确地报告其研究过程有利于读者对

**【基金项目】** 国家重点研发计划“实验动物共性关键质量评价技术标准研究”（2022YFF0711000）；中国科学技术期刊编辑学会2023年翰笔计划医学中青年编辑科研项目“动物实验医学研究及报告规范化的国际对标（指南汉化推广）”（HBJH-2023-A16）

**【第一作者】** 马政文（1972—），女，博士，副研究员，研究方向：神经生物学、实验动物医学。E-mail: mazhengwen@shsmu.edu.cn。ORCID: 0009-0001-6224-5789

**【通信作者】** 陶雨风（1970—），女，博士，高级工程师，研究方向：分子免疫学。E-mail: taoyf@cnas.org.cn。ORCID: 0000-0003-1925-1048；庞万勇（1974—），男，兽医学博士，研究方向：实验动物医学。E-mail: pang1yong@outlook.com。ORCID: 0000-0002-0724-2016

该研究结果的可靠性进行评估,进而重复该实验或在该成果的基础上进一步探索。ARRIVE 2.0 指南是英国国家 3Rs 中心 (NC3Rs) 于 2019 年组织发布的一份适用于任何与活体动物研究报告相关的指导性清单,用以提高动物体内实验设计、实验实施和实验报告的规范性,以及动物实验结果的可靠性、可重复性和临床转化率。ARRIVE 2.0 指南的使用不仅可以丰富动物实验研究报告的细节,确保动物实验结果信息被充分评估和利用,还可以使读者准确且清晰地了解作者所表述的内容,促进基础研究评审过程的透明化和完整性。本文是在国际期刊遵循 ARRIVE 2.0 指南的最佳实践基础上,对 2020 年发表于 *PLoS Biology* 期刊上的 ARRIVE 2.0 指南完整解读版 (<https://arriveguidelines.org>) 第五部分包括“推荐 11 条”里的第 6~11 条:“动物照护和监测”、“解析/科学阐释”、“可推广性/转化”、“研究方案注册”、“数据获取”和“利益冲突声明”等内容进行了编译、解释和阐述,以期促进国内研究人员充分理解并使用 ARRIVE 2.0 指南,提高实验动物研究及报告的规范性,助推我国实验动物科技与比较医学研究的高质量发展。

**[关键词]** 动物实验; ARRIVE 2.0 指南; ARRIVE 推荐 11 条; 疼痛管理; 动物照护和监测

**[中图分类号]** R-332 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1674-5817(2024)01-0105-10



## Interpretation and Elaboration for the ARRIVE Guidelines 2.0—Animal Research: Reporting *In Vivo* Experiments (V)

MA Zhengwen<sup>1</sup>, LI Xiaying<sup>2</sup>, LIU Xiaoyu<sup>3</sup>, LI Yao<sup>1</sup>, WANG Jian<sup>1</sup>, LU Jin<sup>1</sup>, CHEN Guoyuan<sup>4</sup>, LU Xiao<sup>5</sup>, BAI Yu<sup>6</sup>, LU Xuancheng<sup>7</sup>, LIU Yonggang<sup>8</sup>, TAO Yufeng<sup>9</sup>, PANG Wanyong<sup>10</sup>

(1. Department of Laboratory Animal Science, School of Medicine, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200025, China; 2. Peking University, School of Life Science, laboratory research Center, Beijing 100871, China; 3. National Institute for Occupational Health and Poison Control, Beijing 100050, China; 4. Center for Excellence in Molecular Cell Science, Chinese Academy of Science, Shanghai 200031, China; 5. Dizal Pharmaceuticals Co., Ltd., Shanghai 201203, China; 6. Novo Nordisk Research Centre China, Beijing 102206, China; 7. National Key Laboratory of Intelligent Tracking and Forecasting for Infectious Diseases (NITFID), Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 102206, China; 8. Harbin Veterinary Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150001, China; 9. China National Accreditation Service for Conformity Assessment, Beijing 100062, China; 10. Translational *In Vivo* Model Research Platform, Sanofi G&D, Beijing 100022, China)

Correspondence to: TAO Yufeng (ORCID: 0000-0003-1925-1048), E-mail:taoyf@cnas.org.cn;

PANG Wanyong (ORCID: 0000-0002-0724-2016), E-mail: pang1yong@outlook.com

**[ABSTRACT]** Improving the reproducibility of biomedical research results is a major challenge. Transparent and accurate reporting of the research process enables readers to evaluate the reliability of the research results and further explore the experiment by repeating it or building upon its findings. The ARRIVE 2.0 guidelines, released in 2019 by the UK National Centre for the Replacement, Refinement and Reduction of Animals in Research (NC3Rs), provide a checklist that is applicable to any *in vivo* animal research report. These guidelines aim to improve the standardization of experimental design, implementation, and reporting, as well as enhance the reliability, repeatability, and clinical translation of animal experimental results. The use of the ARRIVE 2.0 guidelines not only enriches the details of animal experimental research reports, ensuring that information on animal experimental results is fully evaluated and utilized, but also enables readers to understand the content expressed by the author accurately and clearly, promoting the transparency and completeness of the fundamental research review process. At present, the ARRIVE 2.0 guidelines have been widely adopted by international biomedical journals. This article is based on the best practices following the ARRIVE 2.0 guidelines in international journals, and it interprets, explains, and elaborates in Chinese the fifth part of the comprehensive version of the ARRIVE 2.0 guidelines published in *PLoS Biology* in 2020 (the original text can be found at <https://arriveguidelines.org>). This section includes the items 6-11 of Recommended 11 section, covering "Animal Care and Monitoring", "Interpretation/Scientific Implications", "Generalisability/Translation", "Protocol Registration", "Data

Access" and "Declaration of Interests". Its aim is to promote a comprehensive understanding and use of the ARRIVE 2.0 guidelines among domestic researchers, to enhance the standardization of experimental animal research and reporting, and to promote high-quality development of experimental animal sciences and comparative medicine research in China.

**[Key words] Animal experiment; ARRIVE 2.0 guidelines; ARRIVE Recommended set; Pain management; Animal care and monitoring**

透明且准确的报告对于提高生物科学研究结果的可重复性是至关重要的，它有助于研究人员评估研究方法的严谨性、研究结果的可靠性，进而重复该实验或在该成果的基础上进行深入探索。英国国家3Rs中心(NC3Rs)在2010年发布了ARRIVE指南即《动物研究：体内实验报告》(*Animal Research: Reporting In Vivo Experiments*)<sup>[5]</sup>。2020年对该指南进行修订，并于*PLoS Biology*期刊发表了ARRIVE 2.0指南及其完整解读版<sup>[13-14]</sup>(与前文可见<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000411>)。该指南陈列了一份适用于活体动物研究报告的指导性清单和详细说明，用以指导实验设计、实验实施和实验报告等整个动物实验研究过程的规范性和准确性。其中“关键10条”构成了研究报告的最低要求，而“推荐条目集”则为所述研究提供了更多的背景内容。《实验动物与比较医学》于2023年第43卷第1~4、6期分别对ARRIVE 2.0指南的相关信息<sup>[15]</sup>以及关键10条<sup>[103-104, 155]</sup>和推荐11条中部分内容进行了详细解读<sup>[219]</sup>。本文将继续对“推荐11条”中的第6~11条(即条目16~21)，包括“动物照护和监测”、“解析/科学阐释”、“可推广性/转化”、“研究方案注册”、“数据获取”和“利益冲突声明”等内容进行相应编译介绍，以期促进国内研究人员充分理解ARRIVE 2.0指南，从而将指南建议应用到研究设计中，并在研究实施过程中遵循指南、收集报告所需的信息，以提高动物实验研究及报告的准确性、规范性和可重复性。

## 2.6 条目16:动物照护和监测

### 2.6.1 子条目16a:描述在实验方案中未减轻动物疼痛、折磨和苦难而采取的任何干预性措施或步骤

**解释:** 一个安全有效的镇痛方案对缓解动物疼痛、折磨和苦难是至关重要的。未经处治的疼痛会影响动物的生理习性，同时增加实验的可变性。然而，某些特定的疼痛管理方案也会引入可变性，从而影响实验数据<sup>[220-221]</sup>。同时，对动物福利管理方案的报告不足也导致实验方法不合规、镇痛及其他福利措施不到位或不适当等现象长期存在<sup>[221]</sup>。因此，对缓解疼痛、

折磨和苦难方案的详细描述可以为研究人员提供实用的信息以重复该方法。

应明确描述疼痛管理策略，包括：特异性镇痛药；给药方法(例如配方、途径、剂量、浓度、体积、频率、时机和使用的设备)；选择理由(例如动物模型、疾病/病理、方案、作用机制、药代动力学、人员安全)；减轻疼痛的修正方案(例如更改麻醉方案、增加监测频率、修改方案、适应性训练等)。

在实验/手术过程中，如果由于实验原因而没有使用合理预期该用的止痛剂或其他福利措施，则应提供科学依据<sup>[222]</sup>。

**报告示例1:** “如果仔猪出现腹泻，给予电解质溶液并补充水；如果腹泻在48 h内无好转，给予仔猪单剂量的头孢噻呋(5.0 mg/kg, 商品名 Excede, 美国 Zoetis 公司)肌内注射；如果治疗后继续失液，则给予仔猪单剂量磺胺甲恶唑和甲氧苄啶口服混悬液(50 mg/mL和8 mg/mL, 美国 Hi-Tech Pharmacal 公司)，连续3 d口服治疗。”<sup>[223]</sup>

**报告示例2:** “如前所述，手术前1 h，给予小鼠含有1 mg/kg 丁丙诺啡(商品名 Temgesic; 比利时 Schering-Plough Europe 公司)的坚果酱(即榛子酱，意大利 Ferrero 公司)，让小鼠主动摄取。小鼠在术前2 d已经习惯纯坚果酱。”<sup>[224]</sup>

**报告示例3:** “如果术后的格拉斯哥综合疼痛测量量表(Glasgow Composite Pain Scale, GCPS)评分等于或大于6分(总分24分)，则额外给予美沙酮0.1 mg/kg 肌内注射(或在需要时静脉注射)镇痛。30 min后重新评估疼痛情况。记录美沙酮的使用剂量和次数。”<sup>[225]</sup>

### 2.6.2 子条目16b:报告任何预期或非预期的不良事件

**解释:** 报告不良事件可以使其他研究人员在该研究中(以此作参考)设计适当的福利评估，并将此类事件发生的风险降至最低。如果该实验是测试某种治疗的效果，那么不良事件的发生可能会改变治疗获益与风险<sup>[226]</sup>之间的平衡。

应报告在研究中出现的任何对动物福利有负面影响的不良事件（如：心血管和呼吸抑制、中枢神经系统紊乱、体温过低、摄食量减少），并注明这些不良事件是预期的还是意外的。如果在研究期间没有观察到或没有记录不良事件，则需要明确说明。

**报告示例1：**“在接受了N2转导的人类细胞的12只小鼠中，11只出现了小鼠淋巴结肿瘤。该*neo*基因在小鼠细胞和人类细胞中都能被检测到，但明显的淋巴细胞增生仅见于小鼠的前T细胞，小鼠在5个月后发生白血病。发病小鼠迅速表现出严重的疾病症状，12只小鼠中有5只在同一天濒临死亡，另外6只在1个月内濒临死亡。在接受了N2转导的人类细胞的12只小鼠中，11只因为出现了明显的淋巴结和脾肿大、弓背、体重下降等现象而不得提前安乐死。在14个月内仔细观察第12只小鼠，它没有显示任何白血病或其他不良事件的迹象，解剖时也没有见到异常组织。每天至少观察小鼠1次以发现疾病迹象，即以下任何一种或多种症状：体重减轻、弓背、嗜睡、快速呼吸、皮肤变色或不规则、腹胀、半麻痹、淋巴结明显肿大，以及皮下可见实体肿瘤。在实验中出现任何疾病迹象都会被记录为“不良事件”，随即处死小鼠并进行尸检，以确定病因。”<sup>[227]</sup>

**报告示例2：**“尽管实验方案参考了文献报道，但方案1中的犬表现出了高水平应激，大都有过呕吐。这导致我们需要将实验方案做较大改动，以优化我们的空腹和餐后代谢研究方案。”<sup>[228]</sup>

### 2.6.3 子条目16c:描述为研究建立的人道终点、监测指征和监测频率。如果研究未设置人道终点,请予以说明

**解释：**人道终点是预先确定的形态学、生理学和/或行为指标，定义在这些情况下动物将从实验研究中被移除。使用人道终点有助于在实现科学目标的同时使动物伤害最小化<sup>[229]</sup>。报告为特定研究、物种和品系所建立的人道终点，应包括临床体征监测的明确标准<sup>[230]</sup>和需要实施安乐死或其他既定措施的临床症状标准，还应包括诸如一般福利指标（如体重减轻、摄食量减少、异常身体姿势）和特定方案的福利指标（如癌症研究中的肿瘤大小<sup>[231]</sup>、卒中研究中的感觉运动缺陷<sup>[232]</sup>）等细节。

应报告监测的时间和频率，同时应考虑到动物的正常昼夜节律和科学研究方案所需时间，以及监测频率增加情况（例如，术后恢复、疾病研究期间的关键

时期，或在观察到不良事件后）。发布所监测的临床体征评分表<sup>[233]</sup>有助于指导其他研究人员建立临床相关的福利评估方案，特别是对于报告新方案的研究。

即使没有动物达到人道终点，也应该报告这些信息。如果没有为某项研究建立人道终点，则需要明确说明这一点。

**报告示例1：**“研究小组成员和兽医每天都对动物进行2次监测。通过对动物体重（每周2次）、食物和水的摄入量，以及动物的活动、喘气和皮毛状况进行常规评估来监测动物的健康状况。在执行安乐死前，允许肿瘤在小鼠体内生长的最大体积为2 000 mm<sup>3</sup>。”<sup>[234]</sup>

## 2.7 条目17:解析/科学阐释

### 2.7.1 子条目17a:结合本研究目标和假设、现有理论和文献中其他相关研究来解释结果

**解释：**对研究结果的解释应该是在研究目标的背景下（详见条目13:研究目标）进行，这点很重要。对于假设检验研究而言，对结果的解释应集中于主要结果（详见条目6:结果测量），而从其他结果衍生出的探索性结果不应作结论性的描述，因为其统计学效力可能不足或不可靠。

应在当前理论背景下讨论所发现的研究结果，最好参考相关的系统综述，因为单个研究并不能提供一个完整的体系。如果没有系统综述，那么应注意避免选择性地引用支持自己结果的研究或仅引用那些有统计学意义的研究报告<sup>[235]</sup>。

在适当情况下，应详细描述实验方法或研究发现对提高动物福利标准或减少未来研究中使用动物数量的意义（例如，由于使用一种新方法而减少了结果的可变性，从而可以在不失去统计学效力的情况下使用更小样本的动物数量）。虽然这些技术的改进可能不是研究的主要焦点，但将之付诸报告并发布可以使之在科学界得以更广泛地传播和运用。

**报告示例1：**“有文献报道，系统性红斑狼疮小鼠MRL<sup>lpr</sup>中，IL-18表达缺失可选择性地降低CD4<sup>+</sup>和CD8<sup>+</sup>T细胞在肾内的比例，而其他白细胞群，如粒细胞、单核细胞和巨噬细胞不受其影响。这与我们研究中‘肾内IL-18过表达’模型提供的数据相反，提示本研究中IL-18浓度已超过生理范围。”<sup>[236]</sup>

**报告示例2：**“这个新设备显示在多个记忆评估中具有显著减少动物使用数量的潜力，这些记忆评估任务专门用于检测新药是否可能导致失忆。……在过去的5年里，大约有43 000只动物被用于这些检测任务，但

如果用这个连续试验设备, 我们估计动物使用量可能会减少到26 000只。……新的范例显示, 在获得可靠结果并维持任务统计学效力的同时, 所需动物数量可以被大幅减少。”<sup>[237]</sup>

**报告示例3:**“总之, 我们的研究结果显示, 老龄合并症动物大脑再灌注时或3 h后外周给药白细胞介素1受体拮抗剂(interleukin-1 receptor antagonist, IL-1Ra), 可以防止脑损伤并减少神经炎症。这些发现解决了最近的系统综述中有关IL-1Ra用于卒中治疗所担忧的问题, 并为IL-1Ra作为缺血性脑卒中治疗的首选候选药物提供了进一步的支持性证据。”<sup>[238]</sup>

### 2.7.2 子条目17b: 评价研究的局限性, 包括潜在的偏倚来源、动物模型的局限性, 以及与结果相关的不精确性

**解释:** 讨论研究工作的局限性, 对于将研究结果置于一定背景中、解释结果的有效性并赋予其结论可信度水平而言至关重要<sup>[239]</sup>。局限性在科学研究中是不可避免的, 描述它们对于分享经验、指导最佳实践和帮助设计未来实验都是必不可少的<sup>[240]</sup>。

应对研究中所呈现的证据质量进行讨论, 并考虑动物模型对具体研究问题的合适程度。讨论分离因果关系(也称为内部效度<sup>[241]</sup>)的研究设计时应该包括是否考虑了潜在的偏差风险(详见条目2~5: 样本量; 纳入和排除标准; 随机化; 盲法)。

**报告示例1:**“虽然在这项研究中, 我们没有对畜群源进行抽样, 但鉴于中西部地区甲型流感病毒(influenza A virus, IAV)感染的普遍性, 推测这些种群呈IAV阳性的可能性很高。……然而, 我们不能完全排除后备母猪在到达畜群后感染常驻病毒的可能性。虽然新到的后备母猪被安置在指定隔离区域, 并制定了相关方案以尽量减少疾病传播(例如, 隔离并接种疫苗), 但是这些区域或方案可能依旧无法完全防止感染仅局限在指定区域。”<sup>[242]</sup>

**报告示例2:**“尽管本研究数据表明, 在我们建立的基因靶向舒张性心衰模型中, 持续的全身性toll样受体9(Toll-like receptor 9, TLR9)刺激加重了舒张性心衰, 但在因果关系的机制解释以及临床炎症性疾病状态和其他心衰状况的推断中仍存在一些局限性。首先, 我们建立的药理学炎症模型尚无法区分由心脏TLR9刺激引起的直接效应和由全身炎症介导的间接效应。其次, 尽管一些全身性炎症条件具有先天免疫系统紊乱的重要特征, 其中一些又特别包含了TLR9信号

传导失真, 但持续的TLR9刺激并不一定代表临床相关的炎症状况。最后, 心肌细胞肌质网钙离子ATP酶(sarco/endoplasmic reticulum  $Ca^{2+}$  ATPase, SERCA2a)基因敲除模型不能充分代表舒张性心衰的分子基础或临床特征。”<sup>[243]</sup>

### 2.8 条目18: 可推广性/转化

评论这项研究的结果是否具有普适性, 以及如何外推到其他物种或实验条件, 包括任何与人类生物学的关联(适用时)。

**解释:** 研究成果发表的一个重要目的是为未来的研究提供信息。就动物研究而言, 它可以为开展进一步的体内研究或其他研究领域(例如, 人体临床试验)提供参考信息。考虑周全是有必要的, 因为额外的、不必要的动物研究是一种浪费且不道德的行为。同样地, 基于证据不充分或误导性的动物研究而启动的人体临床试验会增加研究浪费, 并对研究参与者的风险-获益平衡产生负面影响<sup>[241, 244]</sup>。

评估研究结果的意义时, 应考虑其研究类型。设计良好的假设检验研究比探索性研究更能提供可靠的证据(详见条目13: 研究目的)。一项新颖的探索性研究的发现可能为未来类似背景下的研究提供信息, 或者文献中可能已经积累了足够的证据以证明在其他物种或人类中进行进一步研究是合理的。应讨论将研究成果推广或转化时需要开展哪些进一步的研究(若有)。还应讨论和阐释与现有证据相关的结果, 特别是其他研究小组是否报告了类似的或其他支持性的发现<sup>[245-246]</sup>。也可以讨论观察到的某种效应所处条件的范围, 以及可能调节这种效应的因素。这些因素可能包括: 种群情况(如年龄、性别、品系、物种), 干预措施(如同类别的不同药物), 测量结果(如评估记忆的不同方法)。

**报告示例1:**“我们的研究结果表明, 海马体脑深部刺激(hippocampal deep brain stimulation, hDBS)可以有效地调节中脑边缘网络。这一发现可能对hDBS用于一些癫痫病例治疗具有临床意义, 因为已有证据表明该神经网络的连通性在内侧颞叶癫痫(mesial temporal lobe epilepsy, MTLE)中受到抑制, 不过还需要进一步研究hDBS恢复MTLE诱导中脑边缘结构功能连接缺失的潜能。”<sup>[247]</sup>

**报告示例2:**“生长停滞特异性基因1(growth arrest specific gene 1, GAS1)的肿瘤抑制作用曾在细胞培养或异种移植模型中被报告过, 但本研究报告小鼠

*Gas1* 基因对体内原发性肿瘤的抑制活性尚属首次。最近有关转基因传送安全载体设计的研究进展可能会将我们的研究结果推广到人类身上，从而在肝脏肿瘤疾病领域显现出一个很有前途的研究方向。”<sup>[248]</sup>

## 2.9 条目 19: 研究方案注册

提供一份声明，说明是否在研究实施前制订了研究方案（包括研究问题、关键设计特征和分析计划），以及该方案是否进行了注册，在何处注册。

**解释：**与临床试验的做法类似，动物研究方案注册已经成为一种可能提高动物研究透明度的机制<sup>[244,249-250]</sup>。在实验开始前注册一份研究方案，不仅使研究人员能够证明其假设、方法和分析都是预先计划好的，而不是由实验中出现的数量决定的；而且这样可以提高科学的严谨性，同时保护研究者免受选择性报告结果的质疑<sup>[251-252]</sup>。研究方案应包括：（1）所要解决的问题和研究的关键特征，例如要验证的假设、主要结果指标（如果适用）和统计分析方法；（2）开展该研究所采用的实验流程。

研究方案可以按照不同的完整度进行注册。例如，在越来越多的期刊提供的注册报告格式中，声明研究方案经过同行评议，无论研究结果如何，一旦被接受，该期刊都承诺发表已完成的研究<sup>[249]</sup>。

其他在线资源包括开放科学框架（Open Science Framework, OSF）<sup>[253]</sup>，适合于存放PHISPS（Population; Hypothesis; Intervention; Statistical Analysis Plan; Primary; Outcome Measure; Sample Size Calculation）方案<sup>[254]</sup>，并为研究人员提供了针对预先注册内容的灵活性浏览权限，在研究发表之前不对公众开放，并有选择地与审稿人及编辑分享信息。还可以使用实验设计辅助系统（Experimental Design Assistant, EDA）生成带时间戳的PDF，其中可列出实验设计的关键要素<sup>[255]</sup>，可用于证明研究的实施、分析和报告都是预先设计的，没有被新出现的数据过度驱动。我们建议注册方案至少应包含所有PHISPS要素：种群、研究假设、干预措施、统计分析计划、主要结局指标和样本量计算。

投稿时应提供一份声明，说明是否在研究之前准备了研究方案；如果适用，还需提供带有时间戳的注册方案或说明注册地点。当研究方案发生了偏离，应在文章中描述这些变化的原因，以便读者在评估研究结果时能够考虑到这一点。

**报告示例 1：**“所有研究方案的详细描述都可以在注册报告（Kandela 等，2015）中找到。其他详细的实

验笔记、数据和分析可在开放科学框架（OSF）[研究资源识别码（research resource identifier, RRID）：SCR\_003238]（<https://osf.io/xu1g2/>）上获得。”<sup>[256]</sup>

**报告示例 2：**“为了最大限度地提高研究的客观性，我们在开始收集数据之前预先注册了包括两种假设、预设方法和数据分析完整计划的研究方案（<https://osf.io/eb8ua/register/565fb3678c5e4a66b5582f67>，可访问日期开始于2017年12月29日）。我们严格执行了该方案，所有的统计分析都严格遵循了我们预先注册的数据分析计划（<https://osf.io/eb8ua/>）。”<sup>[257]</sup>

**报告示例 3：**“我们在开放科学框架（OSF）上预先注册了分析方案（Sheldon 和 Griffith, 2017），这有助于科学研究的可重复性和开放合作。进行预注册是为了限制进行分析的数量，并验证我们对先验假设的有限数量进行测试的承诺。我们使用的方法与预先注册的方法一致。”<sup>[258]</sup>

## 2.10 条目 20: 数据获取

提供一份声明，说明研究数据是否可以共享，以及可以在哪里获取。

**解释：**数据共享声明可以描述其他人如何获取论文所呈现的数据。共享带有充分注释的数据可以使其他人重复这些数据分析，从而独立地测试和验证该研究结果。数据共享也允许对数据进行重新利用，并通过组合来自多个研究的数据，创建新的数据集（例如用于二次分析）。这使得其他研究者可以探索新的主题，并增加该研究的影响力，潜在地防止非必要的动物使用，并提高研究资金的利用价值。另外，获取原始数据也有助于进行文本和自动化数据的挖掘<sup>[259]</sup>。

越来越多的出版商和资助机构要求作者或被资助人公开他们的数据<sup>[260]</sup>。附带有相关数据的期刊文章可能会被更频繁地引用<sup>[261-262]</sup>。数据集本身也可以被独立引用，这为作者提供了额外的学术声望。而这种做法正在被越来越多地认可和接受<sup>[263]</sup>。

在可能的情况下，应分享有助于推导出论文中主要结论的所有数据。数据应遵循FAIR（findability, accessibility, interoperability, and reusability）的指导原则<sup>[264]</sup>，即数据可查询、可获取（不要使用过时的文件类型）、可交互操作（可用于多个平台和多个软件包）、可重复使用（具有足够的描述符）。

数据可以从结构化的、专业的（特定领域的）、开放获取的数据库中公开访问，例如由美国国家生物技术信息中心（NCBI, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>）或欧

洲生物信息学研究所 (EBI, <https://www.ebi.ac.uk/>) 维护的数据库。如果这样的数据库不可用, 则可以将数据存储在非结构化但公开可用的数据库中, 例如 Figshare (<https://figshare.com/>)、Dryad (<https://datadryad.org/>) 和 Zenodo (<https://zenodo.org/>), 或开放科学框架 (OSF, <https://osf.io/>)。还有一些具有严格标准的搜索平台可以用以识别相关的数据库, 例如 FairSharing (<https://fairsharing.org/>) 和 re3data (<https://www.re3data.org/>)。

**报告示例 1:** “数据可用性: 所有数据均可从 Figshare 网站 (<http://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.1288935>) 获得。”<sup>[265]</sup>

**报告示例 2:** “生成这个数据集的一个基本目标是方便外部合作者和研究人员访问非洲刺毛鼠 (spiny mouse) 转录序列信息。序列读取和元数据可从 NCBI (PRJNA342864) 获得, 组装转录组 (Trinity\_v2.3.2 和 tr2aacds\_v2) 可以从 Zenodo 存储库 (<https://doi.org/10.5281/zenodo.808870>) 获得。然而, 对于缺乏生物信息学专业知识的研究人员来说, 访问和使用这些数据可能具有挑战性。为了解决这个问题, 我们托管了一

个 “SequenceServer…BLAST” – 搜索网站 (<http://spiny mouse.erc.monash.edu/sequenceserver/>)。该网站提供了一个对用户友好的界面, 可访问 tr2aacds\_v2 组装的序列信息 (以探索带标记的蛋白质编码转录本) 和/或 Trinity\_v2.3.2 组装的序列信息 (以探索非编码转录本)。”<sup>[266]</sup>

## 2.11 条目 21: 利益冲突声明

### 2.11.1 子条目 21a: 声明任何潜在的利益冲突, 包括经济上的和非经济上的。如果不存在利益冲突, 则应予以说明

**解释:** 利益冲突是指干扰 (或可能被视为干扰) 研究的完整及客观呈现、分析和解释的任何因素。利益冲突可以是经济上的或非经济上的, 专业上的或个人的。它们可以存在于机构中、团队中, 也可以存在于个人。在同行评审、编辑和出版决策中都应考虑潜在的利益冲突, 其目的是确保透明度。在大多数情况下, 利益冲突声明不会妨碍出版或评审过程。

表 4 提供了几种常见的利益冲突相关声明案例。如果不确定, 则需要声明所有潜在的利益冲突, 包括认为可能存在的和真实存在的利益冲突<sup>[267]</sup>。

表 4 有关竞争性或利益冲突的声明案例

Table 4 Examples of competing or conflict of interest declaration

类别 Category	内容 Content
经济利益 Financial	作者因该项研究发表而直接收到或预期收到的经济资助或其他款项, 或从对研究成果感兴趣的组织获得资助或其他款项
非经济利益 Nonfinancial	研究者个人或机构可获得非经济形式的实物或其他利益, 这包括研究者在政府、非政府组织或商业组织中担任无薪顾问职位
从属关系 Affiliations	研究者受雇于顾问委员会, 或是对该研究工作结果感兴趣的组织
知识产权 Intellectual property	该研究涉及某人或其组织拥有的专利或商标, 还包括所报告的科学进展对于该机构、作者或研究资助者的潜在开发价值
个人关系 Personal	朋友、家人、人际关系和其他可能从研究中获得经济或其他方面利益的亲密关系人
意识形态 Ideology	与研究工作相关的信仰 (如政治或宗教), 或是相关宣传或游说组织成员

注: 英文原表请见 <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000411.t002>。

Note: The original table is from <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000411.t002>。

**报告示例 1:** “这项研究是由 Gubra ApS 公司资助的。作者 LSD、PJP、GH、KF 和 HBH 均受雇于 Gubra ApS 公司。作者 JJ 和 NV 是 Gubra ApS 公司的所有者。Gubra ApS 公司为作者 LSD、PJP、GH、KF、HBH、JJ 和 NV 等提供了研究材料和工资。”<sup>[268]</sup>

**报告示例 2:** “作者声明不存在竞争性利益

冲突。”<sup>[269]</sup>

### 2.11.2 子条目 21b: 列出所有的资金来源 (包括课题识别号), 以及资助者在研究设计、分析和报告中所起的作用

**解释:** 标明资助来源可使读者评估所有利益冲突和潜在偏倚来源。例如, 与其他来源资助的研究相比,

由产业资助的临床研究倾向于报告更有利的结果，存在选择性报告的偏向<sup>[270-272]</sup>。临床前研究的证据也表明，资金来源可能影响研究结果的解释<sup>[267,273]</sup>。

还应报告其他资助信息，包括资助机构和基金编号。如果该研究得到了多个来源的资金资助，则需列出所有来源，包括内部基金。明确资助人在设计、分析、报告和/或出版决策中所发挥的作用。如果研究没有获得特定的资助，而是作者工作职责的一部分，则需要列出作者的所在单位。

**报告示例 1:**“意大利卫生部的当前研究基金 PRC 2010/001 (<http://www.salute.gov.it/>) 为作者 MG 提供了资助。资助者在研究设计、数据收集和分析、发表决策或手稿编写方面未担任任何角色。”<sup>[274]</sup>

**报告示例 2:**“这项研究得到了 Tabriz 大学医学院结核病和肺研究中心以及 Tabriz 大学研究委员会的资助。资助者没有参与研究设计、数据收集和分析、出版决定或手稿准备等任何方面。”<sup>[275]</sup>

**报告示例 3:**“这项工作是由支付给作者 AEW 的薪水支持完成。资助单位在研究设计、数据收集和分析、出版决定或手稿准备中无任何作用。”<sup>[276]</sup>

#### [作者贡献 Author Contribution]

马政文负责 ARRIVE 2.0 指南完整版第五部分即“推荐 11 条”中第 6 ~ 11 条内容的编译初稿和修改，为第一作者；李垚负责 ARRIVE 2.0 指南完整版中文编译工作的策划、组织，以及对 ARRIVE 2.0 指南完整版提出关键性修改建议；王剑、卢今参与 ARRIVE 2.0 指南完整版“推荐 11 条”中第 6 ~ 11 条内容的翻译初稿审定；李夏莹、刘晓宇和刘永刚负责对 ARRIVE 2.0 指南完整版“推荐 11 条”中第 6 ~ 11 条编译内容提出关键性修改建议；陈国元、卢晓、白玉和卢选成负责对 ARRIVE 2.0 指南完整版中文编译内容提出关键性修改建议；陶雨风负责对 ARRIVE 2.0 指南完整版“推荐 11 条”中第 6 ~ 11 条编译内容提出关键性修改建议，并提供基金支持；庞万勇负责 ARRIVE 2.0 指南完整版中文编译工作的指导，以及全部内容的审定。

#### [利益声明 Declaration of Interest]

本文所有作者均声明不存在利益冲突

#### [参考文献 References]

- [5] KILKENNY C, BROWNE W J, CUTHILL I C, et al. Improving bioscience research reporting: the ARRIVE guidelines for reporting animal research[J]. *PLoS Biol*, 2010, 8(6): e1000412. DOI: 10.1371/journal.pbio.1000412.
- [13] PERCIE DU SERT N, HURST V, AHLUWALIA A, et al. The ARRIVE guidelines 2.0: updated guidelines for reporting animal research[J]. *PLoS Biol*, 2020, 18(7): e3000410. DOI: 10.1371/journal.pbio.3000410.
- [14] DU SERT N P, AHLUWALIA A, ALAM S, et al. Reporting animal research: explanation and elaboration for the ARRIVE guidelines 2.0[J]. *PLoS Biol*, 2020, 18(7): e3000411. DOI: 10.1371/journal.pbio.3000411.
- [15] 张彦彦, 刘晓宇, 李垚, 等. 动物实验研究报告的国际指南 ARRIVE 2.0 介绍及期刊实施计划[J]. *实验动物与比较医学*, 2023, 43(1): 86-94. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2023.014.
- ZHANG J Y, LIU X Y, LI Y, et al. Introduction to the international guide for animal research reporting ARRIVE 2.0, and its implementation plan in the journal[J]. *Lab Anim Comp Med*, 2023, 43(1): 86-94. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2023.014.
- [103] 王剑, 卢今, 马政文, 等. «动物研究: 体内实验报告»即 ARRIVE 2.0 指南的解释和阐述(一)[J]. *实验动物与比较医学*, 2023, 43(2): 213-224. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2023.043.
- WANG J, LU J, MA Z W, et al. Explanation and elaboration for the ARRIVE guidelines 2.0—reporting animal research and *in vivo* experiments( I ) [J]. *Lab Anim Comp Med*, 2023, 43(2): 213-224. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2023.043.
- [104] 陈国元, 卢晓, 白玉, 等. «动物研究: 体内实验报告»即 ARRIVE 2.0 指南的解释和阐述(二)[J]. *实验动物与比较医学*, 2023, 43(3): 323-331. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2023.042.
- CHEN G Y, LU X, BAI Y, et al. Explanation and elaboration of the ARRIVE guidelines 2.0—reporting animal research and *in vivo* experiments( II ) [J]. *Lab Anim Comp Med*, 2023, 43(3): 323-331. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2023.042.
- [155] 刘晓宇, 卢选成, 师晓萌, 等. «动物研究: 体内实验报告»即 ARRIVE 2.0 指南的解释与阐述(三)[J]. *实验动物与比较医学*, 2023, 43(4): 446-456. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2023.039.
- LIU X Y, LU X C, SHI X M, et al. Explanation and elaboration for the ARRIVE guidelines 2.0—reporting animal research and *in vivo* experiments(III) [J]. *Lab Anim Comp Med*, 2023, 43(4): 446-456. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2023.039.
- [219] 李夏莹, 田永路, 刘晓宇, 等. «动物研究: 体内实验报告»即 ARRIVE 2.0 指南的解释和阐述(四)[J]. *实验动物与比较医学*, 2023, 43(6): 659-668. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2023.142.
- LI X Y, TIAN Y L, LIU X Y, et al. Explanation and elaboration for the ARRIVE Guidelines 2.0—reporting animal research and *in vivo* experiments ( IV ) [J]. *Lab Anim Comp Med*, 2023, 43(6): 659-668. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2023.142.
- [220] JIRKOF P. Side effects of pain and analgesia in animal experimentation[J]. *Lab Anim*, 2017, 46(4): 123-128. DOI: 10.1038/labani.1216.
- [221] CARBONE L, AUSTIN J. Pain and laboratory animals: publication practices for better data reproducibility and better animal welfare[J]. *PLoS One*, 2016, 11(5): e0155001. DOI: 10.1371/journal.pone.0155001.
- [222] GASPANI L, BIANCHI M, LIMIROLI E, et al. The analgesic drug tramadol prevents the effect of surgery on natural killer cell activity and metastatic colonization in rats[J]. *J Neuroimmunol*, 2002, 129(1-2): 18-24. DOI: 10.1016/s0165-5728(02)00165-0.
- [223] GETTY C M, DILGER R N. Moderate perinatal choline deficiency elicits altered physiology and metabolomic profiles in the piglet[J]. *PLoS One*, 2015, 10(7): e0133500. DOI: 10.1371/journal.pone.0133500.
- [224] TEILMANN A C, FALKENBERG M K, HAU J, et al. Comparison of silicone and polyurethane catheters for the catheterization of small vessels in mice[J]. *Lab Anim*, 2014, 43

- (11):397-403. DOI: 10.1038/labani.570.
- [225] BUSTAMANTE R, DAZA M A, CANFRÁN S, et al. Comparison of the postoperative analgesic effects of cimicoxib, buprenorphine and their combination in healthy dogs undergoing ovariohysterectomy[J]. *Vet Anaesth Analg*, 2018, 45(4):545-556. DOI: 10.1016/j.vaa.2018.01.003.
- [226] MUHLHAUSLER B S, BLOOMFIELD F H, GILLMAN M W. Whole animal experiments should be more like human randomized controlled trials[J]. *PLoS Biol*, 2013, 11(2): e1001481. DOI: 10.1371/journal.pbio.1001481.
- [227] BAUER G, DAO M A, CASE S S, et al. *In vivo* biosafety model to assess the risk of adverse events from retroviral and lentiviral vectors[J]. *Mol Ther*, 2008, 16(7):1308-1315. DOI: 10.1038/mt.2008.93.
- [228] BELLANGER S, BENREZZAK O, BATTISTA M C, et al. Experimental dog model for assessment of fasting and postprandial fatty acid metabolism: pitfalls and feasibility[J]. *Lab Anim*, 2015, 49(3): 228-240. DOI: 10.1177/0023677214566021.
- [229] HENDRIKSEN C, MORTON D, CUSSLER K. Use of humane endpoints to minimise suffering[M]//The COST Manual of Laboratory Animal Care and Use. Boca Raton: CRC Press, 2016:333-353. DOI: 10.1201/b13591-14.
- [230] HAWKINS P, MORTON D B, BURMAN O, et al. A guide to defining and implementing protocols for the welfare assessment of laboratory animals: eleventh report of the BVAAWF/FRAME/RSPCA/UFOW Joint Working Group on Refinement[J]. *Lab Anim*, 2011, 45(1): 1-13. DOI: 10.1258/la.2010.010031.
- [231] WORKMAN P, ABOAGYE E O, BALKWILL F, et al. Guidelines for the welfare and use of animals in cancer research[J]. *Br J Cancer*, 2010, 102(11):1555-1577. DOI: 10.1038/sj.bjc.6605642.
- [232] DU SERT N P, ALFIERI A, ALLAN S M, et al. The IMPROVE guidelines (ischaemia models: procedural refinements of *in vivo* experiments)[J]. *J Cereb Blood Flow Metab*, 2017, 37(11): 3488-3517. DOI: 10.1177/0271678X17709185.
- [233] MORTON D B. A systematic approach for establishing humane endpoints[J]. *ILAR J*, 2000, 41(2):80-86. DOI: 10.1093/ilar.41.2.80.
- [234] MUSCELLA A, VETRUGNO C, COSSA L G, et al. *In vitro* and *in vivo* antitumor activity of [Pt(O, O<sup>-</sup>acac)(γ-acac)(DMS)] in malignant pleural mesothelioma[J]. *PLoS One*, 2016, 11(11): e0165154. DOI: 10.1371/journal.pone.0165154.
- [235] GLASZIOU P, ALTMAN D G, BOSSUYT P, et al. Reducing waste from incomplete or unusable reports of biomedical research[J]. *Lancet*, 2014, 383(9913): 267-276. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)62228-X.
- [236] SCHIRMER B, WEDEKIND D, GLAGE S, et al. Deletion of IL-18 expression ameliorates spontaneous kidney failure in MRL<sup>lpr</sup> mice[J]. *PLoS One*, 2015, 10(10): e0140173. DOI: 10.1371/journal.pone.0140173.
- [237] AMEEN-ALI K E, EACOTT M J, EASTON A. A new behavioural apparatus to reduce animal numbers in multiple types of spontaneous object recognition paradigms in rats[J]. *J Neurosci Methods*, 2012, 211(1):66-76. DOI: 10.1016/j.jneumeth.2012.08.006.
- [238] PRADILLO J M, DENES A, GREENHALGH A D, et al. Delayed administration of interleukin-1 receptor antagonist reduces ischemic brain damage and inflammation in comorbid rats[J]. *J Cereb Blood Flow Metab*, 2012, 32(9):1810-1819. DOI: 10.1038/jcbfm.2012.101.
- [239] IOANNIDIS J P A. Limitations are not properly acknowledged in the scientific literature[J]. *J Clin Epidemiol*, 2007, 60(4):324-329. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2006.09.011.
- [240] PUHAN M A, AKL E A, BRYANT D, et al. Discussing study limitations in reports of biomedical studies- the need for more transparency[J]. *Health Qual Life Outcomes*, 2012, 10: 23. DOI: 10.1186/1477-7525-10-23.
- [241] WIESCHOWSKI S, CHIN W W L, FEDERICO C, et al. Preclinical efficacy studies in investigator brochures: do they enable risk-benefit assessment?[J]. *PLoS Biol*, 2018, 16(4): e2004879. DOI: 10.1371/journal.pbio.2004879.
- [242] DIAZ A, PEREZ A, SREEVATSAN S, et al. Association between influenza A virus infection and pigs subpopulations in endemically infected breeding herds[J]. *PLoS One*, 2015, 10(6): e0129213. DOI: 10.1371/journal.pone.0129213.
- [243] DHONDUP Y, SJAASTAD I, SCOTT H, et al. Sustained toll-like receptor 9 activation promotes systemic and cardiac inflammation, and aggravates diastolic heart failure in SERCA2a KO mice[J]. *PLoS One*, 2015, 10(10): e0139715. DOI: 10.1371/journal.pone.0139715.
- [244] CHALMERS I, BRACKEN M B, DJULBEGOVIC B, et al. How to increase value and reduce waste when research priorities are set[J]. *Lancet*, 2014, 383(9912):156-165. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)62229-1.
- [245] VOELKL B, VOGT L, SENA E S, et al. Reproducibility of preclinical animal research improves with heterogeneity of study samples[J]. *PLoS Biol*, 2018, 16(2): e2003693. DOI: 10.1371/journal.pbio.2003693.
- [246] MUNAFÒ M R, DAVEY SMITH G. Robust research needs many lines of evidence[J]. *Nature*, 2018, 553(7689): 399-401. DOI: 10.1038/d41586-018-01023-3.
- [247] VAN DEN BERGE N, VANHOVE C, DESCAMPS B, et al. Functional MRI during hippocampal deep brain stimulation in the healthy rat brain[J]. *PLoS One*, 2015, 10(7): e0133245. DOI: 10.1371/journal.pone.0133245.
- [248] SACILOTTO N, CASTILLO J, RIFFO-CAMPOS Á L, et al. Growth arrest specific 1 (Gas1) gene overexpression in liver reduces the *in vivo* progression of murine hepatocellular carcinoma and partially restores gene expression levels[J]. *PLoS One*, 2015, 10(7): e0132477. DOI: 10.1371/journal.pone.0132477.
- [249] CHAMBERS C D, FEREDOS E, MUTHUKUMARASWAMY S D, et al. Instead of "playing the game" it is time to change the rules: registered Reports at *AIMS Neuroscience* and beyond [J]. *AIMS Neurosci*, 2014, 1(1): 4-17. DOI: 10.3934/neuroscience.2014.1.4.
- [250] NOSEK B, LAKENS D. Registered reports: a method to increase the credibility of published results[J]. *Soc Psychol*, 2014, 45(3):137-141.
- [251] KAPLAN R M, IRVIN V L. Likelihood of null effects of large NHLBI clinical trials has increased over time[J]. *PLoS One*, 2015, 10(8): e0132382. DOI: 10.1371/journal.pone.0132382.
- [252] ALLEN C, MEHLER D M A. Open science challenges, benefits

- and tips in early career and beyond[J]. PLoS Biol, 2019, 17(5): e3000246. DOI: 10.1371/journal.pbio.3000246.
- [253] NOSEK B A, EBERSOLE C R, DEHAVEN A C, et al. The preregistration revolution[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2018, 115(11):2600-2606. DOI: 10.1073/pnas.1708274114.
- [254] MACLEOD M, HOWELLS D. Protocols for laboratory research [J]. Evid Based Preclin Med, 2016, 3(2): e00021. DOI: 10.1002/ebm2.21.
- [255] PERCIE DU SERT N, BAMSEY I, BATE S T, et al. The experimental design assistant[J]. PLoS Biol, 2017, 15(9): e2003779. DOI: 10.1371/journal.pbio.2003779.
- [256] MANTIS C, KANDELA I, AIRD F, et al. Replication Study: Coadministration of a tumor-penetrating peptide enhances the efficacy of cancer drugs[J]. eLife, 2017, 6: e17584. DOI: 10.7554/eLife.17584.
- [257] JERÓNIMO S, KHADRAOUI M, WANG D P, et al. Plumage color manipulation has no effect on social dominance or fitness in zebra finches[J]. Behav Ecol, 2018, 29(2): 459-467. DOI: 10.1093/beheco/arx195.
- [258] SHELDON E L, GRIFFITH S C. Embryonic heart rate predicts prenatal development rate, but is not related to post-natal growth rate or activity level in the zebra finch (*Taeniopygia guttata*) [J]. Ethology, 2018, 124(11): 829-837. DOI: 10.1111/eth.12817.
- [259] KAFKAFI N, MAYO C L, ELMER G I. Mining mouse behavior for patterns predicting psychiatric drug classification[J]. Psychopharmacology, 2014, 231(1): 231-242. DOI: 10.1007/s00213-013-3230-6.
- [260] STODDEN V, GUO P X, MA Z K. Toward reproducible computational research: an empirical analysis of data and code policy adoption by journals[J]. PLoS One, 2013, 8(6): e67111. DOI: 10.1371/journal.pone.0067111.
- [261] PIWOWAR H A, DAY R S, FRIDSMA D B. Sharing detailed research data is associated with increased citation rate[J]. PLoS One, 2007, 2(3): e308. DOI: 10.1371/journal.pone.0000308.
- [262] MCKIERNAN E C, BOURNE P E, BROWN C T, et al. How open science helps researchers succeed[J]. eLife, 2016, 5: e16800. DOI: 10.7554/eLife.16800.
- [263] Data Citation Synthesis Group. Joint declaration of data citation principles[EB/OL]. MARTONE M, ed. San Diego CA: FORCE11, 2014[2023-10-22]. <https://doi.org/10.25490/a97f-egykh>.
- [264] WILKINSON M D, DUMONTIER M, JSBRAND JAN AALBERSBERG I, et al. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship[J]. Sci Data, 2016, 3:160018. DOI: 10.1038/sdata.2016.18.
- [265] FEDERER L M, LU Y L, JOUBERT D J, et al. Biomedical data sharing and reuse: attitudes and practices of clinical and scientific research staff[J]. PLoS One, 2015, 10(6): e0129506. DOI: 10.1371/journal.pone.0129506.
- [266] MAMROT J, LEGAIE R, ELLERY S J, et al. De novo transcriptome assembly for the spiny mouse (*Acomys cahirinus*) [J]. Sci Rep, 2017, 7(1):8996. DOI: 10.1038/s41598-017-09334-7.
- [267] BERO L, ANGLEMYER A, VESTERINEN H, et al. The relationship between study sponsorship, risks of bias, and research outcomes in atrazine exposure studies conducted in non-human animals: systematic review and meta-analysis [J]. Environ Int, 2016, 92-93: 597-604. DOI: 10.1016/j.envint.2015.10.011.
- [268] DALBØGE L S, PEDERSEN P J, HANSEN G, et al. A Hamster model of diet-induced obesity for preclinical evaluation of anti-obesity, anti-diabetic and lipid modulating agents[J]. PLoS One, 2015, 10(8): e0135634. DOI: 10.1371/journal.pone.0135634.
- [269] GARCIA DE LA SERRANA D, VIEIRA V L A, ANDREE K B, et al. Development temperature has persistent effects on muscle growth responses in gilthead sea bream[J]. PLoS One, 2012, 7(12): e51884. DOI: 10.1371/journal.pone.0051884.
- [270] LUNDH A, SISMONDO S, LEXCHIN J, et al. Industry sponsorship and research outcome[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2012, 12: MR000033. DOI: 10.1002/14651858.MR000033.pub2.
- [271] POPELUT A, VALET F, FROMENTIN O, et al. Relationship between sponsorship and failure rate of dental implants: a systematic approach[J]. PLoS One, 2010, 5(4): e10274. DOI: 10.1371/journal.pone.0010274.
- [272] LEXCHIN J, BERO L A, DJULBEGOVIC B, et al. Pharmaceutical industry sponsorship and research outcome and quality: systematic review[J]. BMJ, 2003, 326(7400):1167-1170. DOI: 10.1136/bmj.326.7400.1167.
- [273] KRAUTH D, ANGLEMYER A, PHILIPPS R, et al. Nonindustry-sponsored preclinical studies on statins yield greater efficacy estimates than industry-sponsored studies: a meta-analysis [J]. PLoS Biol, 2014, 12(1): e1001770. DOI: 10.1371/journal.pbio.1001770.
- [274] GENCHI M, PRATI P, VICARI N, et al. Francisella tularensis: No evidence for transovarial transmission in the tularemia tick vectors Dermacentor reticulatus and Ixodes ricinus[J]. PLoS One, 2015, 10(8): e0133593. DOI: 10.1371/journal.pone.0133593.
- [275] KOLAHIAN S, SADRI H, SHAHBAZFAR A A, et al. The effects of leucine, zinc, and chromium supplements on inflammatory events of the respiratory system in type 2 diabetic rats[J]. PLoS One, 2015, 10(7): e0133374. DOI: 10.1371/journal.pone.0133374.
- [276] EYRE-WALKER A, STOLETZKI N. The assessment of science: the relative merits of post-publication review, the impact factor, and the number of citations[J]. PLoS Biol, 2013, 11(10): e1001675. DOI: 10.1371/journal.pbio.1001675.

(收稿日期: 2023-10-23 修回日期: 2023-12-23)

(本文编辑: 张俊彦, 富群华, 丁宇菁, 崔占鼎)

#### 【引用本文】

马政文, 李夏莹, 刘晓宇, 等. 《动物研究: 体内实验报告》即 ARRIVE 2.0 指南的解释和阐述(五)[J]. 实验动物与比较医学, 2024, 44(1): 105-114. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2023.146.

MA Z W, LI X Y, LIU X Y, et al. Interpretation and elaboration for the ARRIVE Guidelines 2.0—Animal Research: Reporting *In Vivo* Experiments (V)[J]. Lab Anim Comp Med, 2024, 44(1): 105-114. DOI: 10.12300/j.issn.1674-5817.2023.146.