



中国热带医学  
China Tropical Medicine  
ISSN 1009-9727,CN 46-1064/R

## 《中国热带医学》网络首发论文

题目： 医学节肢动物野外现场与实验室生物安全规范专家共识  
作者： 何昌华，罗欢乐，尹飞飞，韩谦，梁磊，师永霞，于学东，孙毅，刘起勇，王环宇，王荣，单超，邓菲，袁志明，夏菡  
收稿日期： 2023-12-05  
网络首发日期： 2023-12-19  
引用格式： 何昌华，罗欢乐，尹飞飞，韩谦，梁磊，师永霞，于学东，孙毅，刘起勇，王环宇，王荣，单超，邓菲，袁志明，夏菡. 医学节肢动物野外现场与实验室生物安全规范专家共识[J/OL]. 中国热带医学. <https://link.cnki.net/urlid/46.1064.R.20231218.1336.004>



**网络首发：**在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

**出版确认：**纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

# 医学节肢动物野外现场与实验室生物安全规范专家共识

何昌华<sup>1,2</sup>, 罗欢乐<sup>3</sup>, 尹飞飞<sup>4</sup>, 韩谦<sup>5</sup>, 梁磊<sup>6</sup>, 师永霞<sup>7</sup>, 于学东<sup>8</sup>, 孙毅<sup>9</sup>, 刘起勇<sup>10</sup>,  
王环宇<sup>11</sup>, 王荣<sup>12</sup>, 单超<sup>13</sup>, 邓菲<sup>13</sup>, 袁志明<sup>13\*</sup>, 夏菡<sup>13\*</sup>

1. 海南省疾病预防控制中心, 海南 海口 570203; 2. 海南省预防医学科学院, 海南 海口 570203; 3. 中山大学公共卫生学院(深圳), 广东 深圳 510006; 4. 海南医学院, 海南 海口 571199; 5. 海南大学生命健康学院, 海南 海口 570228; 6. 中国建筑科学研究院有限公司, 北京 100013; 7. 广东海关技术中心, 广东 广州 510423; 8. 广州实验室, 广东 广州 510005; 9. 军事科学院军事医学研究院, 北京 100850; 10. 中国疾病预防控制中心传染病预防控制所, 北京 102206; 11. 中国疾病预防控制中心病毒病预防控制所, 北京 102206; 12. 中国合格评定国家认可委员会, 北京 100062; 13. 中国科学院武汉病毒研究所, 湖北 武汉 430071

**摘要：**新发再发虫媒传染病不断涌现，给全球公共卫生安全带来严重威胁。医学节肢动物相关的野外现场和实验室研究对虫媒传染病的预防和控制至关重要。国内一直有不同单位在开展相关研究工作，但是截止目前，我国仍缺少对医学节肢动物相关工作具有指导意义的生物安全规范或操作指南细则。为积极应对医学节肢动物相关活动中可能涉及到的生物安全问题，提高节肢动物生物安全分级标准化、相关操作和生物安全防护规范化，保障从业人员安全，制定本医学节肢动物野外和实验室生物安全规范专家共识，旨在指导我国节肢动物相关工作，保障国家生物安全。

**关键词：**医学节肢动物；野外现场生物安全；实验室生物安全；专家共识

## Expert consensus on the biosafety recommendation of arthropods of medical importance in field and laboratory

HE Changhua<sup>1,2</sup>, LUO Huanle<sup>3</sup>, YIN Feifei<sup>4</sup>, HAN Qian<sup>5</sup>, LIANG Lei<sup>6</sup>, SHI Yongxia<sup>7</sup>,  
YU Xuedong<sup>8</sup>, SUN Yi<sup>9</sup>, LIU Qiyong<sup>10</sup>, WANG Huanyu<sup>11</sup>, WANG Rong<sup>12</sup>, SHAN Chao<sup>13</sup>,  
DENG Fei<sup>13</sup>, YUAN Zhiming<sup>13\*</sup>, XIA Han<sup>13\*</sup>

1. Hainan Center for Disease Control & Prevention, Haikou, Hainan 570203, China; 2. Hainan Academy of Preventive Medicine, Haikou, Hainan 570203, China; 3. School of Public Health (Shenzhen Campus), Sun Yat-sen University, Guangzhou, Guangdong 510006; 4. Hainan Medical University, Haikou, Hainan 571199; 5. School of Life and Health Sciences, Hainan University, Haikou, Hainan 570228; 6. China Academy of Building Research, Beijing, 100013; 7. Guangzhou Customs District Technology Center, Guangzhou, Guangdong 510423; 8. Guangzhou Laboratory, Guangzhou, Guangdong 510005; 9. Academy of Military Medical Sciences, Academy of Military

**基金项目：**国家重点研发计划(No. 2022YFC2302700)；国家自然科学基金区域创新发展联合基金(No. U22A20363)；海南省重大科技计划项目(No. ZDKJ2021035)

**作者简介：**何昌华(1982—)，男，博士，副主任医师，研究方向：病媒生物防制，环境与健康。

**\*通信作者：**袁志明, E-mail: hanxia@wh.iov.cn; 夏菡, E-mail: hanxia@wh.iov.cn

Sciences of the Chinese PLA, Beijing, 100850; 10. National Institute for Communicable Disease Control and Prevention, China CDC, Beijing, 102206; 11. National Institute for Viral Disease Control and Prevention, China CDC, Beijing, 102206; 12. China National Accreditation Service for Conformity Assessment, Beijing 100062; 13. Wuhan Institute of Virology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan, Hubei 430071

Corresponding authors: YUAN Zhiming, E-mail: hanxia@wh.iov.cn; XIA Han, E-mail: hanxia@wh.iov.cn

**Abstract:** The emerging and re-emerging arthropod-borne infectious diseases poses a serious threat to global public health security. The study of arthropods of medical importance is essential and critical for the prevention and control of arthropod-borne infectious diseases. At present, there are many institutions or universities in China are carrying out the field or laboratory study of arthropods of medical importance. But until now, it is still lacking detailed biosafety guideline or recommendation which can guide the related work for the arthropods. In order to better respond to the biosafety issues that may be involved in the field or laboratory activities of these arthropods, improve the standardization of arthropods biosafety classification, operations and protection, an expert consensus on the biosafety recommendation of arthropods of medical importance in field and laboratory has been developed, aiming to guide the future work of arthropods and ensure the national biosecurity of China.

**Keyword:** Arthropods of medical importance; field biosafety; laboratory biosafety; expert consensus

在全球化、气候变化、城市化背景下，新发再发虫媒传染病不断涌现，每年导致超过70万人死亡，给全球公共卫生和生物安全带来严重威胁<sup>[1]</sup>。2022年3月，世界卫生组织（WHO）指出下一次传染病大流行极有可能由虫媒传播的病原体引发，需要被重点关注<sup>[2]</sup>。作为虫媒传染病传播的重要载体，节肢动物媒介是虫媒传染病与虫媒病原体研究中的关键环节，主要分为两类：野外现场（field）研究和实验室（laboratory）研究，均对虫媒传染病的预防和控制至关重要。

近年来生物安全受到各国高度重视，中国、美国和英国等为代表的国家已经把生物安全纳入国家战略。节肢动物体型大小、生活习性和移动能力具有其特殊性，因此与常规动物相比而言对生物安全有更多个性化的需求。为保障相关研究活动的生物安全，许多国家已经不同程度开展了节肢动物生物安全规范或标准的研究工作<sup>[3]</sup>。在野外现场研究方面，欧美为代表的发达国家已经意识到相关生物安全的重要性<sup>[4-5]</sup>，但是目前还未见节肢动物野外现场相关的生物安全规范或指南的报道；而在实验室研究方面，美国、英国和欧盟均初步建立和完善了节肢动物实验室生物安全相关的规范和标准体系<sup>[6-10]</sup>。

我国地域广阔，吸血节肢动物媒介种类繁多，且外来节肢动物和虫媒病原体的输入风险日益增大。随着未来全球化不断加强，不同区域和国家间人流、交通流、物流往来也将更加频繁和自由便利化，我国将不可避免面临本土和外来节肢动物及其传播的传染病（跨

境或本地扩散)等带来的生物威胁和相关公共卫生风险防控问题。因此在我国开展医学节肢动物及其传播病原体的研究具有十分重要的意义,同时也是需要形成长效机制的工作。虽然国内一直有不同单位在从事医学节肢动物野外现场或实验室相关研究工作,但是截止目前,我国仍缺少对医学节肢动物相关工作具有指导意义的细分领域生物安全规范或操作指南<sup>[9, 11-12]</sup>。

为应对医学节肢动物野外现场和实验室活动中可能涉及到的生物安全问题,提高节肢动物生物安全分级标准化、相关操作和生物安全防护规范化,保障从业人员安全,海南省疾病预防控制中心牵头开展节肢动物生物安全有关的中国疾病预防控制中心卫生健康标准化、海南省地方标准制定工作,并联合中国科学院武汉病毒研究所等 10 余家国内权威机构,成立了涵盖节肢动物媒介、虫媒传染病与生物安全领域专家的节肢动物生物安全专家组,制定并达成“医学节肢动物野外现场与实验室生物安全规范专家共识”。本共识内容包括适用范围、医学节肢动物野外现场生物安全风险评估原则,医学节肢动物野外现场生物安全分级,医学节肢动物野外现场个人防护、装备和材料、废弃物处置、样本包装运输和意外应急,医学节肢动物实验室生物安全风险评估原则,医学节肢动物实验室生物安全分级,医学节肢动物实验室设施设备、个人防护、废弃物处置和意外应急等与等方面的内容,旨在推进我国节肢动物领域的生物安全能力建设,促进相关研究工作安全、健康开展,保障国家生物安全。

## **1. 适用范围**

本共识适用于涉及吸血性医学节肢动物相关的野外现场或实验室活动开展过程中的生物安全风险评估、生物安全分级、操作规范和生物安全防护措施等。吸血性医学节肢动物指能通过吸血叮咬将病原体生物性传播(非机械传播)给人类或动物的节肢动物,如蚊、蜚、白蛉、蠓、蚤、螨、虱等。医学节肢动物野外现场活动指在实验室以外的环境,开展医学节肢动物有关的野外调查、野外监测、野外实验、现场勘查、现场调查、现场监测和现场实验等活动。医学节肢动物实验室活动指在实验室环境下,开展的节肢动物有关的检测、虫媒传染病和病原相关的致病机制、传播机理研究等,包括节肢动物感染、节肢动物人工修饰、节肢动物-病原体-宿主动物传播循环、节肢动物饲养、观察、解剖和检测等活动。

## **2. 节肢动物野外现场生物安全**

节肢动物野外现场生物安全是指在野外现场活动中为避免医学节肢动物、其宿主动物和自然环境中人员暴露、生物危害因子的扩散并导致危害而采取的综合防控措施。

### **2.1 节肢动物野外现场生物安全风险评估原则**

当开展医学节肢动物野外现场活动时,应综合考虑节肢动物及其宿主动物和自然环境来源的生物因子带来的风险。野外现场工作具有复杂性、可变性,应对风险进行充分识别和综合评估。可能存在的生物安全风险包括但不限于以下方面:

(1) 节肢动物直接叮咬的风险。

(2) 人员直接或被动接触环境中节肢动物关联物种(宿主动物等),如抓伤、咬伤、体液或排泄物接触等风险。

- (3) 环境相关的人兽共患病病原体、生物毒素暴露的风险。
- (4) 活动开展的季节、时间段、持续时间相关的风险。
- (5) 仪器装备以及废弃物处置相关的风险。
- (6) 样本采集、处理和运输相关的风险。
- (7) 人员相关的风险。
- (8) 其他潜在或未知的生物性风险。

## 2.2 节肢动物野外现场生物安全分级

节肢动物野外现场生物安全防护水平可分为三级：一级、二级和三级，其中一级防护水平最低，三级防护水平最高。

(1) 节肢动物野外现场生物安全一级（arthropods field biosafety level-1, AFBSL-1）：适用于节肢动物、其动物宿主及自然环境来源的生物因子，通常不会对野外现场工作人员构成危害（低风险）。

(2) 节肢动物野外现场生物安全二级（arthropods field biosafety level-2, AFBSL-2）：适用于节肢动物、其动物宿主及自然环境来源的生物因子，通常不会对野外现场工作人员构成严重危害或风险有限（中风险）。包括但不限于：活动区域正在流行或检出过危害程度为第三类或第二类病原体<sup>[13]</sup>、或其他危害程度相当的生物因子。

(3) 节肢动物野外现场生物安全三级（arthropods field biosafety level-3, FBSL-3）：适用于节肢动物、其动物宿主及自然环境来源的生物因子，会对野外现场工作人员构成严重或重大危害（高风险）。包括但不限于：活动区域正在流行或检出过危害程度为第一类病原体<sup>[13]</sup>、或其他危害程度相当的生物因子；或活动区域存在携带未知病原体的入侵节肢动物。

## 2.3 节肢动物野外现场生物安全操作、人员防护和其他

### 2.3.1 节肢动物野外现场操作规范

(1) 应依据活动目标制定明确的实施计划和方案，并经所在机构的生物安全委员会审批；必要时，向当地卫生健康主管部门备案。

(2) 每次活动开展应不少于 2 名工作人员参加。

(3) 工作人员应身体健康状态良好，并依据可能存在的生物因子暴露风险接种相应疫苗。

(4) 工作人员需系统接受节肢动物采样、生物安全和野外现场其他工作方面的规范培训，并具备一定的野外现场环境适应和自救能力。

(5) 尽量使用仪器设备诱捕节肢动物，减少直接接触节肢动物的风险。

(6) 如需直接接触节肢动物的宿主动物，应采取合适的防护措施。

(7) 如在野外现场开展节肢动物分类鉴定，应采用防节肢动物逃逸的装置或措施。

(8) 应使用专用的交通工具、笼具和容器装载和运输节肢动物，人和节肢动物之间应有物理隔离。

(9) 活动结束后，应仔细检查身体和衣物表面是否附着或藏匿节肢动物，并及时做好手卫生。

(10) 活动结束后，应密切关注身体状况，如出现发热、乏力、关节疼痛等症状，应及时报告，就医时应告知可能的节肢动物叮咬或接触史。

### 2.3.2 节肢动物野外现场人员生物安全防护

(1) 节肢动物野外现场生物安全一级防护 工作人员应穿浅色长袖衣服、长裤、一次性外科手套、一次性外科帽子；身体裸露部位和衣物上应涂抹蚊、蜱等驱避剂。

(2) 节肢动物野外现场生物安全二级防护 工作人员应穿戴医用防护服，扎紧衣袖口，领口以及裤腿口，身体裸露部位和衣物上应涂抹蚊、蜱等驱避剂，配套选用防蚊头罩、防蚤、防蜱袜等。当存在可经气溶胶传播的生物危害因子时，还应使用呼吸防护装备，如医用防护口罩或动力送风过滤式呼吸器<sup>[14]</sup>。

(3) 节肢动物野外现场生物安全三级防护 除满足节肢动物野外现场生物安全防护二级基本要求外，应着全身型防护服，并使用呼吸防护装备，如医用防护口罩或动力送风过滤式呼吸器<sup>[14]</sup>。

### 2.3.3 节肢动物野外现场设备与材料

(1) 应选用合适的笼具、容器装载不同种类（蚊、蜱、跳蚤、蠓等）、不同发育阶段（幼虫和成虫）和不同状态（死、活体）的节肢动物。

(2) 应配备消毒剂、杀虫剂、驱避剂等。

(3) 应配备合适的节肢动物诱捕装置或仪器，如捕蚊灯、粘蚤纸、麻油纸等。

(4) 应配备污染物收集及无害化处理器材如，高温高压灭菌袋、密封条、标志带和储运箱等。

(5) 如需接触节肢动物的宿主动物时，应根据宿主动物种类和现场环境特点配备防抓咬伤器具、动物保定器具或便携式手套箱等。

### 2.3.4 节肢动物野外现场废弃物处置

(1) 一次性的材料、器具、防护用品使用完毕后，应使用杀虫剂和消毒剂进行除虫和消毒后，装入高温高压灭菌袋，转运回实验室高温高压后再做后续处理。

(2) 重复性使用的器具、仪器或防护用品使用完毕后，应使用杀虫剂和消毒剂进行除虫和消毒去污染后，转运回实验室，经彻底消毒处理后，清洗并检验合格后方可回收利用。

(3) 现场剩余节肢动物及废弃样本应先用杀虫剂彻底杀死后，然后用盛有消毒液的专用容器收集，转运回实验室高温高压后再做后续处理。

(4) 工作结束后，交通工具也应及时进行杀虫和消毒灭菌。

### 2.3.5 节肢动物野外现场样本包装与运输

(1) 运输时应依据节肢动物种类和发育阶段选用合适的容器，做好标识、并配合使用次级容器（如笼、盒）运送至实验室，运输过程中应有防节肢动物逃逸的措施。

(2) 适用时可选用常温或低温（冰排、干冰或液氮等）运输。

### 2.3.6 节肢动物野外现场意外与应急处置

(1) 发生自然灾害时，应及时通过自毁或其他无害化处置方式处理现场样本。

(2) 运输途中如发生节肢动物意外逃逸，应及时捕获或杀灭逃逸的节肢动物。

(3) 被节肢动物叮咬或其宿主动物抓咬伤的人员应依据暴露情况进行风险评估后, 采取观察、医学隔离、预防药物使用或应急疫苗接种等措施。

### 3 节肢动物实验室生物安全

节肢动物实验室生物安全是指为避免节肢动物及其携带的病原体等生物危害因子造成的实验室人员暴露、向实验室外环境扩散并导致危害而采取的综合措施, 包括实验室物理防护、操作规范和实验室管理等方面。

#### 3.1 节肢动物实验室生物安全风险评估原则

除常规(细胞和脊椎动物)生物安全实验室的生物安全风险因素外, 应重点考虑节肢动物携带/传播的病原体带来的影响, 包括自然感染或实验室人工感染的病原体, 或是节肢动物意外逃逸后可能传播的病原体, 因此节肢动物实验室生物安全水平与其相关的病原体所适用的生物安全水平直接相关。

节肢动物实验室生物安全风险识别和评估时应综合考虑如下因素, 包括但不限于:

(1) 节肢动物的种类和来源, 如飞行或爬行类、本地或外来物种、自然种群或人工修饰种群等。

(2) 节肢动物的发育阶段和生存繁殖能力。

(3) 节肢动物对病原体的媒介效能和其他影响媒介效能的因素。

(4) 节肢动物的感染状态, 如已知未感染特定病原体的节肢动物、已知感染特定病原体的节肢动物、感染未知病原体或感染状态不明的节肢动物。

(5) 节肢动物感染的病原体的种类及其生物危害等级。

(6) 是否使用节肢动物宿主动物及使用的宿主动物种类。

#### 3.2 节肢动物实验室生物安全分级

依据实验对象和活动的风险, 节肢动物实验室的生物安全防护水平分与国际接轨, 可分为一级、二级、三级和四级, 一级防护水平最低, 四级防护水平最高。

(1) 节肢动物实验室生物安全一级 (arthropods containment level-1, ACL-1): 适用于操作对公众、环境和工作人员影响小的节肢动物及其相关生物因子(低风险), 实验室对象通常不会引起人或动物危害, 包括未感染病原体的本地节肢动物物种; 或未感染病原体且不能在本地引发虫媒传染病流行的外来节肢动物物种。

(2) 节肢动物实验室生物安全二级 (arthropods containment level-1, ACL-2): 适用于操作对公众、环境和工作人员有中度危险的节肢动物及其相关生物因子(中风险), 实验室对象通常不会对人或动物构成严重危害, 或传播风险有限, 并且具备有效预防和控制措施, 包括已感染第三类病原体或危害程度相当的病原体的本地或外来节肢动物; 或未感染病原体的人工修饰的节肢动物。

(3) 节肢动物实验室生物安全三级 (arthropods containment level-1, ACL-3): 适用于操作对公众、环境和工作人员有高度危险的节肢动物及其相关生物因子(高风险), 实验室对象对人或动物构成严重危害, 并可通过媒介生物或气溶胶传播, 包括已感染第二类病原体或危害程度相当的病原体的本地、外地或人工修饰的节肢动物。

(4) 节肢动物实验室生物安全四级 (arthropods containment level-1, ACL-4): 适用于操作对公众、环境和工作人员有极高危险的节肢动物及其相关生物因子 (极高风险), 实验室对象对人或动物构成重大危害, 包括已感染第一类病原体或危害程度相当的病原体的本地、外地或人工修饰的节肢动物。

### 3.3 节肢动物生物安全一级 (ACL-1) 实验室

#### 3.3.1 ACL-1 实验室设施与设备

(1) 实验室门窗等需加装纱网等防虫装置, 避免饲养的节肢动物逃逸和野生节肢动物进入实验室。实验室地板、墙壁、天花板材料应耐受常用清洁剂和杀虫剂, 需高温、高湿度的房间还应耐湿防霉。

(2) 天花板不应过高, 以便于发现和捕获逃逸的节肢动物。

(3) 实验室内壁、地面和家具等应无缝处理、颜色应为浅色, 以便于发现和识别逃逸的节肢动物。

(4) 实验室内家具和仪器设备等应易于移动, 以便于清洁和发现逃逸的节肢动物。

(5) 应配备与饲养的节肢动物种类和发育阶段相适应的笼具、容器等, 防止其逃逸。

(6) 实验室环境温度、湿度及光照应具备大范围调节性 (适用大规模饲养); 也可采取替代方案, 如在房间内使用人工气候箱等。

(7) 应在实验室入口处张贴 ACL-1 生物危害标识, 标识信息包括节肢动物种属等。

(8) 实验室与外界连通处, 如上下水、电线管道穿墙处等均应使用合适的网筛或其他密封措施, 防止节肢动物逃逸。

#### 3.3.2 ACL-1 实验室操作规范

(1) 装有节肢动物的笼具或容器一般不应放置在主干道或走廊等, 以避免被意外接触和开启。

(2) 实验室内应尽量减少与节肢动物饲养和实验无关的物品存放, 以便及时发现逃逸的节肢动物, 并降低其逃逸后存活和繁殖的机会。

(3) 装有节肢动物的笼具或容器应有清晰且牢固的标识, 标识信息包括物种、来源、发育阶段 (卵, 幼虫, 成虫等)、日期和研究负责人等。

(4) 尽量选择使用体外薄膜饲血系统, 如需使用活体动物饲血, 应经所在机构生物安全委员会和动物福利伦理委员会审批并制定合适的饲血规程。

(5) 如在实验室内饲养宿主动物, 应确保其不会接触到其他节肢动物, 并定期仔细检查宿主动物身体部位 (皮毛、耳朵等) 是否藏匿有节肢动物。

(6) 应使用已知不含病原体的血液饲喂节肢动物, 避免使用感染状态不明的动物或人来源的血液制品。

#### 3.3.3 ACL-1 实验室个人防护

(1) 如接触节肢动物、使用宿主动物或血液时应佩戴一次性手套, 适用时应着浅色棉质常规实验服。

(2) 如对节肢动物过敏, 可选用防节肢动物过敏原的口罩、面罩、头套等。



### 3.3.4 ACL-1 实验室废弃物处置

(1) 丢弃节肢动物前，应确保其已经被处死，可使用加热或低温冷冻方式处死后，再放入垃圾袋中。

(2) 应对饲养节肢动物的笼具和容器进行适当清洁。

(3) 应及时清理操作台面和地面。饲养蚊虫的实验室内如有积水应及时清除，以防止蚊虫滋生。

### 3.3.5 ACL-1 实验室意外与应急处置

(1) 应制定预防措施防止节肢动物逃逸。

(2) 应制定有害生物预防措施，防止野生节肢动物和宿主动物进入实验室造成感染或交叉污染。

## 3.4 节肢动物生物安全二级 (ACL-2) 实验室

适用时，应符合 ACL-1 实验室基本要求，以及 GB 19489《实验室 生物安全通用要求》中 BSL-2/ABSL-2 实验室的相关要求<sup>[5]</sup>。除此之外还应：

### 3.4.1 ACL-2 实验室设施与设备

(1) 实验室应设在相对独立的区域，与其他开放式区域（无人员限制）分隔开来。

(2) 实验室应设置缓冲间，且当房间内有节肢动物时，门应保持关闭；应依据节肢动物种类和风险评估确定是否需要增加额外的防逃逸屏障（如纱门，风幕等）。

(3) 实验室不宜设置窗户。如有窗户，则应保证窗户密封良好，且不易破损。

(4) 实验室如设置机械通风系统，应适合节肢动物的饲养，送、排风口处应设置便于维护和消毒灭菌的防逃逸屏障（如纱网、过滤器等）。

(5) 实验室内排水管道应有防止节肢动物和病原体意外释放的措施，可用适当的化学药剂填充排水水封，以防止不同发育阶段的节肢动物存活。

(6) 实验室内部照明装饰等设计时应考虑减少节肢动物的藏匿空间。墙壁、地板和天花板应进行无缝化处置或用密封剂填充。灯具应从顶板上方安装，与天花板齐平且密封完整。

(7) 照明应照度和色温合适、光源均匀，不影响节肢动物生长发育，不能对设施内部的操作安全有不利影响。

(8) 实验室所在的建筑物内应配备高温高压灭菌装置。

(9) 应在设施入口处张贴 ACL-2 实验室生物危害标识，标识信息包括感染的或可能感染的病原体、节肢动物种属等。

(10) 应配备用于节肢动物分选、解剖操作的手套箱。

(11) 适用时应配备节肢动物麻醉专用设备，如二氧化碳麻醉板、冷冻台等。

(12) 应配备节肢动物监测、捕获和杀灭装置，如诱蚊灯、电蚊拍等。

(13) 应每年对实验室进行内部评估及检查，以确保相关的维护工作或改造未影响设施的安全性。同时还应考虑研究方案、试剂或节肢动物种类的变化是否适用于现有的实验室。

### 3.4.2 ACL-2 实验室操作规范

(1) 工作人员在离开实验室前应做好手卫生，并检查实验服、身体上是否携带或藏匿节肢动物。

(2) 感染性材料和节肢动物均不得通过下水道直接排放。

(3) 工作人员应经过培训并考核合格，掌握节肢动物相关的实验技能且具备 BSL-2 实验室操作资质才能进入 ACL-2 实验室工作；如需同时操作脊椎动物，还应具备 ABSL-2 实验室操作资质。

(4) 节肢动物在操作区和饲养区之间的转运必须使用坚固安全的容器防止其逃逸。

(5) 可将未感染的节肢动物饲养在 ACL-1 实验室，实验前转运至 ACL-2 实验室，再进行感染或感染后的饲养。未经风险评估，禁止将节肢动物从 ACL-2 实验室转移到 ACL-1 实验室。

(6) 为防止交叉污染，感染性血餐应放置在 ACL-2 实验室内指定区域，不宜与非感染性血餐存放在同一区域。

(7) 逃逸的节肢动物必须进行重新捕获或直接处死，重新捕获的节肢动物经风险评估后方可放回饲养容器中。禁止徒手处死感染性节肢动物，可在防护条件下使用工具（如镊子）操作。

(8) 应避免在生物安全柜内操作节肢动物个体（如分选、解剖等）。

(9) 节肢动物的容器标识信息还应有感染病原的名称、数量、感染日期等。

(10) 如在 ACL-2 实验室内饲养宿主动物，应采取物理隔离措施，避免其与节肢动物不必要的接触。

### 3.4.3 ACL-2 实验室个人防护

(1) 应佩戴医用防护手套，并穿着浅色实验服。

(2) 应依据风险评估结果，选用面部、眼部或呼吸防护装备。

### 3.4.4 ACL-2 实验室废弃物处置

(1) 应尽量使用一次性容器、器具饲养或操作节肢动物，使用完毕后经高温高压灭菌再做后续处理；对于重复性使用，且无法高温高压灭菌的容器、器具，可以先进行表面消毒后再净化处理。

(2) 所有含节肢动物的废弃物均需经高温高压灭菌再做后续处理。高温高压灭菌处理前，应使用冷冻或其他适当的方法对处死节肢动物。

(3) 实验结束后，实验设备和工作台表面应使用消毒剂进行消毒。

### 3.4.5 ACL-2 实验室意外与应急处置

(1) 应设置有效的节肢动物监测和处置方案，如设置诱蚊灯，产卵器等监测评估是否发生逃逸。

(2) 如发生节肢动物逃逸应及时寻找捕获，并使用工具（如点蚊拍等）杀灭逃逸的节肢动物。

## 3.5 节肢动物生物安全三级（ACL-3）实验室

适用时，应符合 ACL-2 实验室基本要求，以及 GB 19489《实验室 生物安全通用要求》中 BSL-3/ABSL-3 实验室的相关要求<sup>[15]</sup>。除此之外还应：

### 3.5.1 ACL-3 实验室设施与设备

(1) 实验室应设在独立的区域，并设置气锁、门禁，仅限授权人员进入。适用时可在入口处设置淋浴间。

(2) 实验室防护区内应配备高温高压灭菌设备，以便实验材料和废弃物进出。

(3) 实验室门、送排风口周围的空间应密封完整和便于消毒灭菌。可在围绕门框、送排风口周围安装并填充粘性或油脂材料等屏障，防止节肢动物逃逸。

(4) 实验室不宜设置水槽和排水管道，如有水槽和排水管道须用适当的方法填充（化学消毒剂）以防止不同发育阶段节肢动物的藏匿和生存。

(5) 感染的节肢动物与感染的宿主动物可安置在同一实验室房间内，但应有物理隔离。

(6) 应配备节肢动物专用的（解剖、分选等）带 HEPA 过滤器的手套箱式隔离器。

(7) 实验室内家具的柜门或抽屉应密闭性能良好，不使用时应保持关闭状态，以避免节肢动物进入和藏匿。

### 3.5.2 ACL-3 实验室操作规范

(1) 所有操作程序均应设计合理且有效执行，以防止节肢动物逃逸及气溶胶产生。可在低等级实验室中使用未感染的节肢动物/宿主动物进行模拟操作，以便对操作程序进行修订和论证。

(2) 工作人员应具备 ACL-2 和 BSL-3 实验室操作资质才能进入 ACL-3 实验室工作，如需同时操作脊椎动物，还应具备 ABSL-3 实验室操作资质。

(3) 所有节肢动物的操作应在一级屏障中完成。应依据节肢动物种类、生活史、行为特征以及病原体的特征来设计合适的操作程序。

(4) 还应有节肢动物记录清单，并对节肢动物进行精确计数。主要饲养笼盒、容器的标识必须包括节肢动物的数量；从转入 ACL-3 实验室至实验结束时所有关键环节的节肢动物数量都应有记录，且记录保存良好。

(5) 除主容器外，适用时应在主容器的基础上使用次级容器，增加节肢动物逃逸的难度。

### 3.5.3 ACL-3 实验室个人防护

(1) 应佩戴双层医用防护手套，外层手套应为浅色，并经常进行表面消毒或更换。

(2) 应使用呼吸防护装备，如医用防护口罩或动力送风过滤式呼吸器。

(3) 应着浅色全身型个人防护服。

(4) 应依据风险评估合理使用其他个人防护。

### 3.5.4 ACL-3 实验室废弃物处置

应选用一次性容器、器具饲养或操作感染的节肢动物，使用完毕后应先经高温高压灭菌再做后续处理。

### 3.5.5 ACL-3 实验室意外与应急处置

(1) 若高度怀疑有节肢动物逃逸，应首先寻找和捕获，或保证实验室内其他节肢动物安全的前提下，用杀虫剂对发现的逃逸节肢动物进行杀灭；如未寻找到逃逸的节肢动物则需要对实验室进行全面消毒。

(2) 节肢动物逃逸发生后, 工作人员应及时向实验室生物安全负责人等管理人员汇报, 根据相关部门的反馈采取进一步的措施。

### 3.6 节肢动物生物安全四级 (ACL-4) 实验室

适用时, 应符合 ACL-3 实验室基本要求, 以及 GB 19489 《实验室 生物安全通用要求》中 BSL-3/ABSL-3 实验室的相关要求<sup>[15]</sup>。除此之外还应:

#### (1) ACL-4 实验室设施与设备

ACL-4 实验室一般是指 BSL-4 实验室中开展节肢动物相关活动的区域, 应采用浅色装饰, 且设施内仅存放节肢动物实验活动所需的物品。

#### (2) ACL-4 实验室操作规范

①节肢动物与宿主动物需分别安置在实验室内不同的房间。

②工作人员需接受严格的专业培训并考核合格, 具备 ACL-3 和 BSL-4 实验室操作资质才能进入 ACL-4 实验室工作; 如需同时操作脊椎动物, 还应具备 ABSL-4 实验室操作资质。由于节肢动物操作通常需要使用小型器具, 因此, 对操作灵活性要求很高, 应对工作人员开展着正压防护服时操作节肢动物的特殊培训。

③所有节肢动物相关操作都应在手套箱式隔离器中进行。

④应对节肢动物精确计数并在整个实验过程中确保每只节肢动物的存在。

⑤除主容器外还应同时使用次级容器盛放节肢动物, 确保节肢动物处于双重安全容器中。

⑥节肢动物应先被充分灭活, 再进行后续处理。

#### (3) ACL-4 实验室个人防护

①着浅色正压防护服, 佩戴浅色的防护服手套。

②适用时, 可选配其它特殊防护装备。

#### (4) ACL-4 实验室废弃物处置

应符合 ACL-3 实验室废弃物处置要求。

#### (5) ACL-4 实验室意外与应急处置

如果发生节肢动物逃逸并且未被找到, 应关闭整个节肢动物实验区域, 并使用消毒剂和杀虫剂对区域进行全面消杀。

## 4 《中华人民共和国生物安全法》实施背景下节肢动物生物安全的机遇和挑战

2021 年 4 月 15 日《中华人民共和国生物安全法》正式施行, 为节肢动物生物安全的规范化、标准化的研究和实践提供了法律支持; 随着《中华人民共和国生物安全法》的实施, 节肢动物生物安全将得到更多的关注和支持, 有利于提升相关人员对节肢动物生物安全的认识和重视程度, 促进虫媒传染病相关研究工作安全健康地开展; 通过《中华人民共和国生物安全法》的宣传和普及, 公众对生物安全的认识和重视程度将不断提高, 这将有助于提升节肢动物生物安全的整体认知水平。

同时, 在推进节肢动物生物安全规范化和标准化过程中还面临着诸多挑战。节肢动物生物安全涉及到多个领域和部门, 具体实施和监管难度较大, 需要加强协调和配合; 节肢动物相关研究和活动需要具备多学科知识储备、专业的技术、设备或设施, 对于一些基层单位和技术人员来说, 可能存在一定的门槛; 保障节肢动物野外现场和实验室生物安全需要投入大量的经费和人力, 一些单位可能存在经费和人才储备不足的问题。

总之, 推进节肢动物生物安全的规范化和标准化具有重要意义, 有助于提升我国生物安全治理体系和治理能力的现代化水平。

**伦理审查与知情同意** 本研究不涉及伦理批准和知情同意

**利益冲突** 所有作者声明不存在利益冲突

## 参考文献

- [1] World Health Organization. Global vector control response 2017-2030[EB/OL]. (2017-10-02)[2023-11-25]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241512978>.
- [2] World Health Organization. Launch of the WHO Global Arbovirus Initiative[EB/OL]. (2022-03-21)[2023-11-25]. [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/world-health-data-platform/technical-advisory-groups/arbovirus/glai-launch-meeting-summary\\_webinar\\_31-march-2022.pdf?sfvrsn=91734bcf\\_3](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/world-health-data-platform/technical-advisory-groups/arbovirus/glai-launch-meeting-summary_webinar_31-march-2022.pdf?sfvrsn=91734bcf_3).
- [3] Centers for Disease Control and Prevention, National Institute of Health. U.S. Biosafety in Microbiology and Biomedical Laboratories. 6th ed[M]. Washington: Government Printing Office, 2019.
- [4] National Wildlife Health Center. Safe work practices for working with wildlife[EB/OL]. (2020-06-03)[2023-11-25]. <https://www.usgs.gov/publications/safe-work-practices-working-wildlife>.
- [5] AGUILAR-SETIÉN A, ARÉCHIGA-CEBALLOS N, BALSAMO G A, et al. Biosafety practices when working with bats: a guide to field research considerations[J]. Appl Biosaf, 2022, 27(3): 169-190.
- [6] AMERICAN COMMITTEE OF MEDICAL ENTOMOLOGY AMERICAN SOCIETY OF TROPICAL MEDICINE AND HYGIENE. Arthropod containment guidelines, version 3.2[J]. Vector Borne Zoonotic Dis, 2019, 19(3): 152-173.
- [7] Institute of Safety in Technology and Research. Safe Working with Arthropods' covers containment and control for work with uninfected, infected and transgenic animals in research [EB/OL]. [2023-11-25]. [https://istr.org.uk/resources/Documents/ISTR\\_Guidance\\_on\\_the\\_Containment\\_of\\_Infected\\_Arthropods\\_V1\\_2017.pdf](https://istr.org.uk/resources/Documents/ISTR_Guidance_on_the_Containment_of_Infected_Arthropods_V1_2017.pdf)
- [8] PONDEVILLE E, FAILLOUX A B, SIMARD F, et al. Infravec2 guidelines for the design and operation of containment level 2 and 3 insectaries in Europe[J]. Pathog Glob Health, 2023, 117(3): 293-307.
- [9] 夏菡, 韩谦, 袁志明. 国内外节肢动物实验室生物安全概况及其启示[J]. 中国热带医学, 2021, 21(8): 804-808.
- [10] 梁磊, 夏菡, 赵四清, 等. 美国节肢动物生物安全实验室建设标准的分级与分类[J]. 暖通空调, 2023, 53(6): 12-16.
- [11] 海南大学全健康研究院虫媒传染病防控专家组, 张磊, 廖承红, 等. “全健康”理念下海南省虫媒传染病研究与防控专家建议[J]. 中国热带医学, 2022, 22(6): 493-494.
- [12] 杨辞寒, 吴群, 王飞, 等. 节肢动物生物安全二级实验室蚊虫感染相关的生物安全风险及控制[J]. 中国热带医学, 2023, 23(4): 420-425.
- [13] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 人间传染的病原微生物目录[EB/OL]. (2023-08-28) [2023-11-25]. <http://www.nhc.gov.cn/cms-search/xxgk/getManuscriptXxgk.htm?id=b6b51d792d394fbea175e4c8094dc87e>
- [14] 国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 呼吸防护 动力送风过滤式呼吸器: GB 30864—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.

[15] 国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 实验室 生物安全通用要求: GB 19489—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.

收稿日期: 2023-12-05 编辑: 王佳燕

