

武汉医学院《医学昆虫学》教材

医学昆虫学概论

武汉医学院寄生虫学教研室

姚永政 许先典



3-19054
144
YK1
C.1

武汉医学院

一九八二年

目 录

第一节 节肢动物的特征与分类.....	2
第二节 动物的区系.....	3
第三节 节肢动物对人体的危害.....	4
第四节 虫媒病的流行病学特点.....	5
第五节 病媒节肢动物的判断.....	7
第六节 节肢动物与自然疫源性疾​​病.....	7
第七节 节肢动物的防制.....	8
1. 环境防制.....	9
2. 生物防制.....	9
3. 物理防制.....	9
4. 化学防制.....	9
5. 遗传防制.....	17
6. 驱避剂.....	18
〔附表〕重要虫媒与传播疾病的关系.....	19

医学昆虫学

概 述

医学昆虫学 (Medical entmology) 是研究危害人体健康的节肢动物 (Arthropod) 的生物学。研究的内容是有关这些节肢动物的形态、分类、生活史、生态、与疾病的关系及防制措施。研究的目的是消灭危害人体健康的节肢动物及其所传播的疾病, 以保障人民健康, 促进社会主义革命和社会主义建设, 顺利实现四个现代化。由节肢动物传播的疾病称虫媒病。传播疾病的节肢动物称病媒节肢动物或病媒昆虫。蚊、蝇、白蛉、蚤、虱、虻、蚋、蠓、锥蝱以及蜱和螨等都是能传播疾病的节肢动物。由节肢动物传播的疾病, 包括由病毒、立克次体、细菌、螺旋体、原虫及蠕虫等生物病原所引起的疾病。这些虫媒病, 当外界条件 (如地理环境、气候等) 适宜时, 由于病媒节肢动物在人群中继续不断地传播, 因而形成疾病的流行, 使许多人得病, 危害人们的身体健康, 甚至夺去人的生命, 严重地影响社会主义革命和社会主义建设的顺利进行。

我国劳动人民在长期与自然界和疾病作斗争的过程中, 积累了丰富的经验, 作出了许多有益于人类的卓越的贡献。在医学昆虫方面, 我国古代书籍中, 对蚊、蝇、蚤、虱、螨等多种病媒节肢动物的形态、生活史、生态、媒病关系及防制措施等都有许多记载, 在世界医学史上留下了灿烂的篇章。

自然科学就其本身来说, 是没有阶级性的, 但是研究和利用自然科学的人, 是有阶级性的。在阶级社会里, 科学技术总是为一定的阶级政治服务的。医学昆虫的研究也不例外, 无产阶级研究这门科学, 是为了除害灭病, 保障人民健康, 促进社会主义革命和社会主义建设, 增进人类的幸福生活; 而帝国主义者竟利用医学昆虫作为杀人武器, 进行生物战争 (通常称为细菌战), 残害人类, 为其侵略战争服务。在我国抗日战争时期, 日本帝国主义者在我国东北设立细菌工厂, 以人进行实验, 残害我国劳动人民, 并在宁波、常德等地从飞机上投下大量感染了鼠疫杆菌的蚤, 引起鼠疫的流行。1952年初, 美帝国主义者在侵朝战争期间, 为了挽救战场上的失败, 以生物为武器, 进行大规模的细菌战。利用种种办法, 将带有多种致病菌的节肢动物用飞机投掷在朝鲜及我国东北各地, 其中包括蚊子、苍蝇、跳蚤、蜘蛛等节肢动物, 妄图残害我国和朝鲜人民。这时, 毛主席发出了: “动员起来, 讲究卫生, 减少疾病, 提高健康水平, 粉碎敌人的细菌战争。”的伟大号召, 并在全国范围内开展了规模空前的群众性爱国卫生运动, 粉碎了美帝国主义的细菌战。1954年, 这一运动转为经常性的卫生工作。1956年, 在毛主席亲自主持制订的《全国农业发展纲要》(草案) 中, 明确规定了除害灭病的内容: “除四害: 在一切可能的地方, 基本上消灭老鼠、麻雀①、苍蝇和蚊子”和“在一切可能的地方, 基本消灭危害人民最严重的疾病, 例如: 血吸虫病、天花、鼠疫、疟疾、黑热病、钩虫病、血丝虫病、新生儿破伤风和性病。”毛主席很重视除四害, 指出:

①1960年三月, 毛泽东同志为中共中央起草的关于卫生工作的指示中说: “再有一事, 麻雀不要打了, 代之以臭虫, 口号是‘除掉老鼠、臭虫、苍蝇、蚊子。’”毛选五卷263页注释①

“除四害是一个大的清洁卫生运动，是一个破除迷信的运动。”又指出：“这是文化，要把这个文化大为提高。要来个竞赛，硬是要把这些东西灭掉，人人清洁卫生。”

以除害灭病为中心的爱国卫生运动，是毛主席和周总理领导我国人民建设社会主义的一个伟大的创举，是移风易俗、改造国家的一场深刻的革命。解放后三十多年来，尽管受到林彪、“四人帮”的严重干扰和破坏，但是，广大干部和群众遵循毛泽东思想和党的革命路线，贯彻预防为主、卫生工作与群众运动相结合的方针，坚持爱国卫生运动，取得了显著成绩。就虫媒病来说，1958年已在江苏、山东、河北、河南、陕西等五省基本消灭了黑热病，人间鼠疫受到控制，未再发生流行。有些地区的疟疾、丝虫病发病率大为降低；粉碎“四人帮”后，在党中央抓纲治国战略决策的指引下，各地爱国卫生运动又有了新的发展，取得了新的成绩。有的地区紧密结合生产开展卫生运动，取得了良好的成绩。唐山地区在严重地震灾害之后，大力开展爱国卫生运动，使各种疾病发病率比常年大大下降，创造了大灾之后没有大疫的经验。山东烟台地区开展了“卫生工作上《纲要》”为目标的爱国卫生运动，全地区十七个县市中，有十一个成为卫生先进县市。广东佛山市和浙江杭州市，全党全民动员，领导亲自动手，坚持每年大搞卫生突击运动，结合市政建设大抓卫生基本建设，成为整齐清洁的城市，虫媒病逐年减少。

第一节 节肢动物的特征与分类

世界上的有生命的物质可分为植物和动物，分别称为植物界 (Plant Kingdom) 和动物界 (Animal kingdom)。动物界又可分为若干门 (Phylum)。节肢动物是其中的一个门，称为节肢动物门 (Phylum Arthropoda)。属于这个门的动物种类最多，分布广泛生活多样化，无论是水中、陆地上或土壤中都有，还有在空中飞行的和营寄生生活的。

节肢动物的外形特征是：虫体的构造左右对称，分节。体节的数目以及分节是否明显，随种类而不同。每一体节或一部分体节上具有分节的附肢 (Appendage)，例如须 (Palp)、触角 (Antenna)、足等就是附肢，均左右对称。体壁硬化，俗称外骨骼 (Exoskeleton)，由类似皮革的一种鞣制蛋白质组成，在这上面常常堆积着不同量的几丁质 (Chitin)。这种外骨骼通常坚硬，为虫体的主要支架，除保护内部的柔软组织外，还有支撑虫的体躯的作用。外骨骼包被在虫体的外面，所以实际上就是虫体的一张外壳。这张外壳，每当虫体发育长大时，必需脱弃一次，而代以新的较大的外壳。这种脱弃外壳的现象，称为蜕皮 (Moult)。蜕皮之前，由于旧壳里层被溶解，新老外壳之间彼此分离，然后老外壳发生破裂，虫体就遗弃老外壳而逸出。有些节肢动物，例如各种昆虫，这样的发育和蜕皮到了成虫时期就停止进行；但有一些节肢动物，例如龙虾和蟹，到了成虫时期，发育和蜕皮仍定期进行。

与医学有关的节肢动物，在分类上分别隶属于门内的四个纲 (Class)，即多足纲 (Class Myriapoda)、甲壳纲 (Class Crustacea)、昆虫纲 (Class Insecta) 和蜘蛛纲 (Class Arachnida)。这四个纲内的节肢动物在成虫时期形态上的特征和危害人体的种类如下：

1. 多足纲：为陆栖动物，具有一个头部以及由若干形态相似的体节所组成。头部有触角一对，每个体节附有一或二对足。例如：蜈蚣。

2. 甲壳纲：多生活在水中，也有陆生或寄生的。高等种类的头部与胸部融合成为头胸部，故虫体分为头胸与腹两部。有触角两对，步足五对。例如：蟹、虾和水蚤。

3. 昆虫纲：生活于水中、陆上及空中，也有营寄生生活的。虫体明显地分为头、胸、腹三部。有触角一对，足三对。昆虫纲是危害人类最大的一个纲，能传播人体疾病的主要有蚊、蝇、白蛉、蚤、虱等。

4. 蜘蛛纲：大多为陆栖动物，也有水生及寄生的。头胸腹有的融合成为一个整体，有的头胸融合成为一个头胸部及一个腹部。无触角，有足四对。从危害人体的观点讲，蜘蛛纲仅次于昆虫纲。能传播疾病或起疾病的有蜱和螨，能伤害人体的节肢动物有蜘蛛和蝎子。

以上分类说明医学昆虫学不仅限于昆虫纲，而且还包括有昆虫纲以外的其它节肢动物。

我们认识生物世界的目的，是为了改造生物世界，消灭有害的生物，繁殖有利的生物，以增进人类的幸福生活。为了达到这一目的，首先就必须认识生物世界。自然界存在着多种多样千状万态的生物。人们为了认识生物世界，首先需要把已知的各种生物进行分门别类。分类是认识生物世界的基础。有了这个基础，才能进一步研究生物的生态，掌握其发生发展的规律，从而达到改造生物世界的目的。例如当我们进行除害灭病工作时，首先需要调查研究，搞清楚某一地区存在着那些疾病，那些疾病由那些节肢动物传播。对有关的节肢动物进行分类，找出传播媒介，进而查明其活动规律，掌握敌情，制订防制措施。这样，对除害灭病工作，才能做到心中有数，有的放矢，取得预期的效果。所有的生物分别隶属于动物界或植物界。在每一界之下，主要地又依次分为若干门、纲、目 (Order)、科 (Family)、属 (Genus)、种 (Species)。从这样的分类，可以看出“种”是生物分类学上的基本单位。例如，一种传播疟疾的蚊子“微小按蚊”，在生物分类学上，是属于动物界，节肢动物门，昆虫纲、双翅目 (Order Diptera)，蚊科 (Family Culicidae)，按蚊属 (Genus Anopheles)，微小种 (Species minimus)。在国际上种的学名，均采用双名法，即属和种的名称连缀在一起，便成为某种生物的学名，并通用拉丁文统一学名，以便于国际学术交流。用拉丁文书写种名时，属名在前，种名在后。例如，微小按蚊的拉丁文学名是 *Anopheles minimus*，按蚊 (*Anopheles*) 是属的名，微小 (*minimus*) 是种的名，连缀起来就成为这种蚊子分类学上的学名。在讲到各种节肢动物之前，对生物的分类，必须有这样的基本认识。

物种是代表一群在形态上和生理上非常相似的个体，在地理学上要求有相似的自然环境条件；种内的个体可以相互交配，并能产生下一代个体而继续繁殖。物种是分类的基本单元，又是生物的繁殖单元。生物以通过物种的不断演变而不断进化，故物种又是生物进化的基本环节。世界上存在着的生物，种类繁多，就动物来说，有一百多万种，其中昆虫约75万种。这样多的生物种类，如果不进行分类，就无法认识生物世界和进行生物学的研究，达到改造世界的目的。以除害灭病来说，对虫媒的正确分类达到种的要求是很重要的，例如，某地区的某种节肢动物是该地区某种虫媒病的重要传播媒介，但和它近缘的另一品种可能对这种疾病的传播关系不大。在这种情况下，如果分类是错误的话，对除害灭病工作必将导致错误的判断，采用错误的方法，执行错误的措施。不但不能达到除害灭病的目的，而且在时间上、人力上和物质上都会造成很大的浪费和损失。

第二节 动物的区系

辽阔的海洋，浩瀚的沙漠和高峻的山脉，对陆地上的动物尤其是节肢动物来说，几乎是不可超越的障碍。这些因素加上气候及其它自然条件所造成的结果，使动物的分布，形成一

定的地区性。在不同的地区，各自拥有本地区的动物种类。依据上述情况，动物学工作者将全世界划分为六个动物相区域 (Faunistic region或Zoogeographical region)，即旧北区 (Palearctic region)，埃塞俄比亚区 (Ethiopian region)，东方区 (Oriental region)，澳洲区 (Australian region)，新北区 (Nearctic region) 及新热带区 (Neotropical region)。从非洲撒哈拉大沙漠经中东大沙漠沿喜马拉雅山脉和长江直到其入海口划成一线，线以北的全部旧大陆包括日本各岛为旧北区；线以南的亚洲大陆包括斯里兰卡、印度尼西亚、菲律宾一带的群岛为东方区。撒哈拉大沙漠以南的非洲大陆和附近岛屿为埃塞俄比亚区。新几内亚、澳大利亚、新西兰及太平洋各群岛为澳洲区。墨西哥北部及北美洲为新北区。墨西哥南部及中南美洲为新热带区。我国地处旧北区和东方区，其分界是长江，大致相当于北纬30°一线。该线以北为旧北区，以南为东方区。两个区域的邻近地带，动物种类可以互相渗入。例如，我国北纬30°附近的蚊类，旧北区和东方区的某些蚊种可能在这一地带查见，淡色库蚊 (*Culex pipiens pallens*) 和致倦库蚊 (*Culex pipiens fatigans*) 就是其中的一个例子。

第三节 节肢动物对人体的危害

与医学有关的节肢动物对人体的危害，可概括为两大类。一类是由节肢动物本身对人体所引起的直接危害，另一类是以节肢动物为媒介而引起的间接危害。

1. 直接危害：直接危害是由于节肢动物本身对人体所引起的危害，主要有以下几种情况。

(1) 骚扰：由于某些节肢动物的吸血习性频繁侵袭人体而使人受害。例如，在自然状态下，尚未证实臭虫能传播疾病，但由于它嗜吸人血并在屋里大量繁殖，夜晚频繁侵袭人体，刺咬吸血，妨碍睡眠，影响身体健康，造成一种严重的骚扰。还有一些昆虫，如蚊、蝇、蠓、蚋等，常喜飞绕于人的身旁，有的还刺吸人血，引起人们精神上的烦恼和不安，影响工作和休息，也是一种骚扰。

(2) 毒害：由于某些节肢动物具有毒腺，其分泌的毒液注入人体而使人受害。例如，蜈蚣、蝎子、蜘蛛等刺咬人时，所注入的毒液不仅使人体局部产生红、肿、疼痛，甚至可引起头晕、发热、恶心等全身症状。有些节肢动物的体毛对人有毒害作用，如有的蛾类幼虫体上的毒毛，刺入人体皮肤可引起皮炎。

(3) 寄生：由于节肢动物的成虫期或幼虫期侵入人体而受害。例如，疥螨侵入皮内引起疥疮；蝇的幼虫侵入皮肤、眼或肠内引起蝇蛆症。

2. 间接危害：间接危害是节肢动物对于人体最大的危害，因为通过这种方式能使人发生多种疾病，而且有的疾病甚为严重，能形成流行，使许多人得病。节肢动物传播疾病的方式有两种，即机械式传播 (Mechanical transmission) 和生物式传播 (Biological transmission)。

(1) 机械式传播：这种方式可使多种疾病的病原体如细菌、螺旋体，病毒、原虫和蠕虫卵由节肢动物传递至食物而使人得病。例如，粪便内的伤寒杆菌或溶组织内阿米巴包囊可附着于苍蝇的体外或通过其消化道带到食物上，使人吃了污染有这些病原体的食物而得伤寒或阿米巴痢疾。但是，这些病原体在节肢动物的体外或体内并不发育变态，一般也不繁殖。因此，节肢动物在这种场合中，只是将病原从一处携带至另一处，起机械式传播的作用。节肢动物以机械式传播的疾病，不过是其传播方式的一种，因为这些病原体除了由节肢动物传播以

外，还可通过其它的传播方式而使人感染疾病。例如，含伤寒杆菌或溶组织内阿米巴包裹的粪便直接污染了水源、食物、食具或手时，人喝了被污染的水，吃了被污染的食物或通过被污染的食具和手也都能使人得病。因此，在预防机械式传播的疾病时，除了消灭传播疾病的节肢动物外，也要杜绝其它的传播途径，如防止痢疾或伤寒的感染，除了消灭传播媒介如苍蝇外，同时也要注意饮食卫生和个人卫生，即通常所称的“管口”和“管手”。

(2) 生物式传播：这是节肢动物传播疾病最重要的方式。有些病原体必须先在一一定的节肢动物体内，经过繁殖或发育变态或发育变态以外还须要进行繁殖后才能使人得病。例如，森林脑炎病毒或卜氏立克次体，必须分别先在蜱或虱体内经过繁殖，使数量增多以后，通过蜱或虱叮咬，才能使人发生森林脑炎或流行性斑疹伤寒的感染。又如，班氏丝虫和马来丝虫的微丝蚴，必须先在某些蚊种体内经过发育变态，发育至感染性幼虫后才能通过它的叮咬而使人感染丝虫病。微丝蚴在蚊体内只有发育变态，但不增殖。又如，疟原虫的配子体在某些蚊体内不仅须经过发育变态，而且还须繁殖后才能通过蚊子叮咬使人感染疟疾。这就是说，疟原虫的雌配子体，在蚊体内受精后不仅须经过一系列的发育变态，以至最终变为孢子体，而且一个受精的雌配子在发育的终局，可产生大量的孢子体。所以疟原虫在蚊体内除发育变态以外还要进行繁殖，才能形成疟疾的传播。

此外，有的病原体在节肢动物体内经过繁殖后，侵入雌虫的卵巢，并经卵传递至下一代个体，使新的子代个体，即使没有重新从人或动物获得病原，也能传播疾病。例如，蚊体内的流行性乙型脑炎病毒，硬蜱体内的森林脑炎病毒，软蜱体内的回归热螺旋体，恙螨体内的恙虫立克次体等，均能通过卵传递至下一代。有的甚至可以传递至数代。

总之，由生物式传播的疾病，如果没有一定种类的节肢动物的存在，则这些疾病也就因缺乏病媒而不能形成疾病的流行。因此，由生物式传播的疾病，消灭其传播媒介，是消灭这类疾病的根本措施。例如，我国于1958年，在江苏、山东、河北、河南、陕西等省，基本消灭黑热病，所采取的有效措施之一，是在这些地区用杀虫剂杀灭了本病的传播媒介：中华白蛉。

将以上所列举的节肢动物危害人体的情况作一比较，就不难理解，节肢动物的直接危害通常多在身体的局部，一般无生命危险，因而危害性较小。但是节肢动物的间接危害就不是这样了，其所携带的病原进入人体后，能使人产生全身症状，甚至夺人生命，且能引起疾病广泛地流行。因此，节肢动物对人的间接危害，就较直接危害严重得多。

第四节 虫媒病的流行病学特点

虫媒病的流行，一般具有季节性和地域性的特点。

1. 季节性：虫媒病只有在节肢动物活动的季节里才能得到传播和流行。节肢动物的活动有一定的季节，因此，虫媒病的传播和流行也具有一定的季节性。节肢动物的活动除受自然环境因素的影响外，受气候因素的影响很大，其中以受温度的影响最为显著。例如，大多数蚊类发育和活动的温度范围为 $10\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，其适宜的温度为 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，若低于 10°C 时，就要滞育而进入越冬状态。在温带地区，蚊的活动是在气候温暖的夏秋两季，故蚊媒疾病，也是在这个季节里传播和流行。温度除直接影响节肢动物的活动外，也间接影响节肢动物体内病原体的繁殖和发育。例如，流行性乙型脑炎病毒虽然可在蚊体内长期保存，但在 20°C 以下时，病毒在

蚊体内的量较少, 25~30℃时, 病毒在蚊体内迅速增多。随着温度的增高, 病毒的毒力也随着增高。在实验室感染了病毒的致倦库蚊如置于15.5~22.5℃下叮咬小白鼠作人工感染试验时, 所得的结果皆为阴性。用同批感染病毒的蚊子如置于22.5~26℃下作小白鼠人工感染试验就可使可得到阳性结果。由此可见, 流行性乙型脑炎的流行, 除了温度影响于蚊的活动外, 温度对病毒的影响, 显然也是一个重要因素。又如, 在14.5℃及16℃下, 间原日疟虫和恶性疟原虫虽能在按蚊体内发育, 但其缓慢, 需要时100天以上, 且很难发育至孢子体。但间日疟原虫在25℃时经11天, 恶性疟原虫在30℃时经10~11天就可完成其在蚊体内的全部发育。在温带地区, 疟疾之所以在夏秋两季流行, 也是与蚊的活动及疟原虫在蚊体内发育所需的温度有关。以上的例子说明虫媒病的传播与流行, 具有一定的季节性。但在热带和亚热带地区, 因为那里终年温暖, 病媒节肢动物及其体内的病原可以不断发育或繁殖, 因此有的虫媒病如流行性乙型脑炎和疟疾, 也就终年传播。

虫媒病只有在病媒节肢动物的活动季节里才会得到传播和流行, 因而虫媒病的流行季节及患病人数的增减, 与病媒节肢动物的繁殖季节及其数量的变动有着密切的关系, 尤其是作为该疾病的主要病媒节肢动物起着主导作用。虫媒病的发生, 一定是在病媒节肢动物出现之后。随着病媒节肢动物数量的增加, 患病人数也随着增多。虫媒病的发生及其患病人数的增减曲线要晚于病媒节肢动物的出现及其消长曲线。这种现象的产生, 一方面是由于病原体在节肢动物体内需要一定时间的繁殖或发育, 才具有传播的能力, 另一方面是病原体进入人体后也需要一定时间的发育或繁殖, 才能出现临床症状。这段时间即构成所谓的潜伏期(Incubation period)。流行病学上称病原体在节肢动物体内的繁殖或发育阶段为外潜伏期, 而在人体内的繁殖或发育阶段为内潜伏期。这两个潜伏期所需的时间就是节肢动物消长曲线与虫媒病的流行曲线所间隔的时间。例如, 疟疾的流行曲线约晚于主要传播疟疾的按蚊的消长曲线一个月左右, 即疟原虫的外潜伏期和内潜伏期各约需十多天。由于生物式传播的疾病有外潜伏期和內潜伏期, 因此疾病的流行曲线与病媒节肢动物的消长曲线之间的间隔时间一般要长些; 而机械式传播的虫媒病, 由于病原体在节肢动物体内或体外不进行发育或不需要繁殖的过程就可感染人类, 无外潜伏期而只有內潜伏期, 因此疾病的流行曲线与节肢动物的消长曲线之间的间隔时间一般就要短些。

节肢动物的季节消长, 因种类而异。因此, 虫媒病的出现时间与流行的盛衰, 随着各自的病媒节肢动物的季节消长而定。例如蚊、蝇在夏秋季出现, 因而由蚊传播的疾病如疟疾、流行性乙型脑炎在夏秋两季流行, 而由蝇传播的疾病如伤寒、痢疾等以在夏秋两季最盛。人虱在冬春两季最多, 较易扩散, 因此由虱传播的疾病如回归热、流行性斑疹伤寒就在冬春两季盛行。由节肢动物传播的急性传染病如疟疾、流行性乙型脑炎、伤寒、痢疾、恙虫病、森林脑炎等, 其流行季节很明显; 但一些慢性传染病如黑热病、丝虫病等, 虽然感染疾病的时间有明显的季节, 但发病的季节却不似急性传染病那样明显。

2. 地方性: 节肢动物的寄生除受气候的影响外, 又受到地理环境的影响, 故不同种类的节肢动物各有其一定的地理分布。因此, 虫媒病的发生和流行, 有其一定的地区, 而形成地方性的疾病。例如, 我国的黑热病流行于长江以北地区, 恙虫病流行于我国南方如广东、福建、台湾等省, 森林脑炎流行于森林地带如东北、新疆的林区。这些虫媒病的流行地区恰恰和其病媒节肢动物即中华白蛉, 地里纤恙螨、森林硬蜱的分布地区相一致。应该注意的是同一种虫媒病在不同的地区可由不同种的同类节肢动物传播, 尤其是作为其主要传播

媒介更是如此。例如，人类疟疾是由按蚊传播的，但是在自然界中真正能传播疟疾的按蚊，仅是自然界中许多种按蚊的少数种类，而且因地区的不同，传播疟疾的按蚊也可以不同。就我国来说，在南部的山区和丘陵地带的主要传疟蚊种是微小按蚊，而在平原地区则以中华按蚊为主。当一地区发生虫媒病流行时，通过调查研究，查明当地区的传播媒介，并对其生活习性有了清楚的了解后，才能正确地制订出防除措施，取得除害灭病的效果。

第五节 病媒节肢动物的判断

一种节肢动物能作为传播疾病的媒介时，常具备以下的条件。

(1) 这种节肢动物是当地当时的优势种，或存在着一定的数量，而不是罕见的种类。

(2) 这种节肢动物与人的关系密切，如舐食人们的食物，刺吸人血或组织液，尤以刺吸人血的节肢动物为最重要。

(3) 这种节肢动物的地理分布和季节分布与疾病的流行地区和流行季节相一致。

(4) 用实验方法对这种节肢动物进行人工感染时，病原体能在其体内繁殖并能完成其传播环节；或在其体内完成感染期的发育。

(5) 从自然界捕获的这种节肢动物，能从其体内分离到病原或查见病原的感染期。

(6) 在虫媒病的流行季节进行杀虫措施，当这种节肢动物被控制后，疾病的发病率也相应地下降。

在一个地区，一种虫媒病的病媒节肢动物，可能只有一种，也可能有数种。如果一个地区的某种虫媒病存在着数种病媒节肢动物时，其中必有一种是起主导作用，其它的则处于次要的地位。因此，找出其主要病媒节肢动物，首先加以消灭，在除害灭病中，甚为重要。例如，我国海南岛某地，传播疟疾的按蚊有数种，其中以微小按蚊为主要传播媒介。在1959年7月间，该地区居民的疟原虫率为80%，当该地基本消灭了微小按蚊以后，疟原虫的感染率下降至10%以下。

第六节 节肢动物与自然疫源性疾病

自然疫源性疾病（或称动物源性疾病）是流行于自然界中动物间的疾病，其流行过程不取决于人类而存在，并且经常地潜伏在一定的地区内。当人们进入这种地区时，也能感染此种疾病。这样的地区便称为自然疫源地。在自然疫源性疾病的传播中，由节肢动物传播的疾病为虫媒自然疫源性疾病的疫源地，这样的疫源地，就是虫媒自然疫源性疾病的疫源地。在自然疫源性疾病的传播中，虫媒自然疫源性疾病的疫源地占有极为重要的地位。

虫媒自然疫源性疾病的疫源地是由于能引起疾病流行的各种有关生物，在适应当地的自然环境条件中相互存在而形成的。这些生物组成为自然疫源地的生物群落，包括以下方面：

(1) 病原：包括病毒、立克次体、细菌、螺旋体、原虫、蠕虫等。

(2) 病媒节肢动物：一般是吸血的节肢动物。

(3) 对病原有感受性的脊椎动物。

病原以节肢动物为媒介，传播给有感染性的脊椎动物，病原就这样地在节肢动物与脊椎动物间反复地循环着，形成自然疫源地。人们如果不明情况，未采取妥善的预防措施，一旦

进入虫媒自然疫源性疾病的疫源地，就会受到病媒节肢动物的侵袭，将其所染的病原传播。这种地区就成为人类的虫媒自然疫源性疾病的自然疫源地。有的还能在人群中继续传播，形成流行。例如，在自然界中，野生啮齿动物感染着一种能使人发生鼠疫的鼠疫杆菌，寄生在鼠体上的蚤类叮咬病鼠而感染鼠疫杆菌，成为能传播鼠疫的疫蚤。通过疫蚤的叮咬，使健康的鼠也感染了鼠疫。这样，病鼠供给蚤以病原，蚤再转而传播病原于鼠类，于是鼠疫杆菌的感染，在鼠类中保持不断。这样的地点，便成为鼠疫的自然疫源地。人如进入这种地区，就可通过疫蚤的叮咬而发生腺鼠疫。或者家栖鼠类至野外与野鼠相混杂活动时，疫源地野鼠体上的疫蚤，转移到家鼠体上而使家鼠感染鼠疫，然后通过家鼠体上的疫蚤而使人感染腺鼠疫，并能在人群中形成鼠疫的流行。又如，蚊传播的流行性乙型脑炎，白蛉传播的黑热病，蚤类传播的地方性斑疹伤寒，硬蜱传播的森林脑炎，软蜱传播的回归热，恙螨传播的恙虫病，都有自然疫源地的存在。自然疫源地的研究，不仅阐明了某些疾病流行的原因和规律，且对疾病的防制，也具有重要意义。

第七节 节肢动物的防制

医学节肢动物的防制，是消灭虫媒病的重要措施。近代医学节肢动物防制工作，是从二十世纪初期在证明疟疾由按蚊传播以后发展起来的。从四十年代起，由于二二三、六六六等一些高效杀虫剂的推广应用，节肢动物的防制，有了很大的发展，对虫媒病的防制，起了重大作用，在我国有些地区，有的虫媒病如疟疾、黑热病等得到基本消灭。但是，由于一些杀虫剂长期和广泛地使用，有的节肢动物产生了抗药性，以及有的杀虫剂对自然环境的污染，影响了某些杀虫剂的继续使用，这就促使人们寻求新的杀虫剂和新的防制方法。70年代以来，人们又重新着重于环境防制以及寻求生物防制和遗传防制的途径，并按照昆虫的生物学特性和环境因子的特点，把这些防制方法有机地结合起来，即所谓“综合防制”将成为今后节肢动物防制的方向。

我国解放后，在党的领导下，全国开展了群众性的以除害灭病为中心的爱国卫生运动，在消灭医学节肢动物方面，取得了巨大的成绩，有效地基本消灭了或控制了由节肢动物传播的疾病。在除害灭病工作中，对医学节肢动物的防制，积累了丰富的经验，为今后除害灭病工作打下了良好的基础。

节肢动物的防制，必须遵循下述原则：

1. 在党的领导下，坚持毛主席、周总理所制订的：“面向工农兵，预防为主，团结中西医，卫生工作与群众运动相结合”的卫生工作四大方针，向害虫和疾病作不懈的斗争。随时牢牢地掌握卫生工作为社会社会主义现代化服务的大方向，这是节肢动物防制的基本原则。

2. 坚持党的群众路线，使科学技术与群众运动相结合。深入实际、深入现场、深入群众，真正相信群众和依靠群众，细心倾听群众的呼声，关心群众的疾苦，一刻也不脱离群众。实行领导、专业技术人员与群众相结合，遵循自然科学规律，大搞科学实验，发扬敢想、敢干、敢创造的革命精神，树立实事求是的作风，扎扎实实，埋头苦干，不断地总结和推广应用群众创造的好经验，也要学习国外的先进经验，不断地提高防制病媒节肢动物的工作水平，使除害灭病工作的群众性运动和科学实践有机地结合起来，这是防制病媒节肢动物的可靠保证。

3. 结合生产, 反复斗争。医学节肢动物的防制工作, 必须从生产出发, 为生产服务。这样, 易于得到广大群众的积极支持, 发挥广大群众的积极性, 既能提高生产, 又能达到消灭病媒节肢动物的目的。节肢动物的地区分布广, 繁殖快, 必要时搞突击运动, 更重要的是坚持经常性的防制工作, 反复斗争, 不能松懈。如果一旦放松工作, 疏于防范, 则“死灰复燃”, 甚至可能前功尽弃。

4. 因时因地制宜, 采取综合措施。我国幅员辽阔, 地形复杂, 气候南北迥异。病媒节肢动物的分布情况, 各地不尽相同; 就是同一种节肢动物, 其生物特性各地可能不一样。因此在防制病媒节肢动物中, 除吸取其它地区的先进经验外, 还须根据本地区的自然环境条件和节肢动物的生物学特性, 因地因时制宜, 采取切合实际的各种防制措施, 可取得预期的效果。

5. 加强调查研究, 掌握各种病媒节肢动物的发生发展规律, 这样就情况明, 决心大, 有的放矢。抓住其薄弱环节, 攻其弱点, 乘胜歼击, 可以多快好省地达到防除病媒节肢动物的目的。

防除病媒节肢动物的方法很多, 归结起来, 有环境防制、生物防制、物理防制、化学防制、遗传防制等几个方面。

1. **环境防治** 即消灭病媒节肢动物的孳生场所或通过改变其孳生地的环境来防止它们的孳生, 是防制病媒节肢动物的治本办法。例如仁川伊蚊原是北京常见蚊种之一, 1952年开始采取堵塞树洞等措施以后, 基本消灭了这种蚊子。上海市的白纹伊蚊本来很多, 由于消灭小型孳生地如填没树洞、翻缸倒罐等工作做得彻底, 市区内基本消灭了这种蚊。有的城镇, 大搞环境卫生, 处理好地面的垃圾和动物粪便, 基本消灭了家蝇; 做好了人类的管理工作, 大头金蝇也趋绝迹。

2. **生物防治** 即利用某些种类的生物来消灭某些有害的生物。能够杀灭生物的生物, 称为天敌。由于天敌能自行繁殖, 如养育繁殖得法, 较为经济简便。生物防制可分为两类, 即捕食性生物及致病性生物。前者如养鱼以捕食蚊的幼虫, 后者如利用病毒、细菌、真菌、原虫、线虫等使病媒节肢动物致病而死亡。近求由于化学防制存在一些问题, 生物防制又受到重视。

3. **物理防制** 利用机械力、热、光、声、放射线等物理学的方法来防制病媒节肢动物。例如, 用热水及蒸气杀死臭虫及体虱, 利用灯光诱杀害虫等。

4. **化学防制** 利用杀虫药剂杀死对人类有害的节肢动物。杀虫剂的应用, 迄今仍为防制病媒节肢动物工作中最主要的手段之一。杀虫剂通常有下述几种分类法:

(1) 化学分类法: 按照杀虫剂的化学类型分类, 如无机杀虫剂及有机杀虫剂。

(2) 药理学分类法: 按照杀虫剂毒杀节肢动物的药理作用分类, 如胃毒剂、接触剂、熏蒸剂、烟雾剂、驱避剂、诱虫剂等。

(3) 药剂学分类法: 按照杀虫剂的剂型分类, 如粉剂、液剂、乳剂、雾剂、烟剂等。

(4) 昆虫学分类法: 按照杀虫剂杀灭的对象即节肢动物的种类来分的, 如灭蚊剂、灭蝇剂、灭虱剂、灭螨剂等等。在这种分类法里还有按照节肢动物的生活史时期来分的, 例如杀灭幼虫的杀虫剂称为灭幼剂。

杀虫剂还没有一个统一的和标准的分类法, 而且也没有统一的必要。各部门科学工作者的观点和要求不同, 所以采用的分类法也就各异。生物工作者习惯于按照杀虫的对象来分类, 而化学工作者则习惯于用化学分类法。在实际工作中, 也有混合分类法的, 例如并用药

理分类法和化学分类法。

杀虫剂的作用如下：

(1) 胃毒剂的作用：将杀虫剂喷洒在节肢动物喜吸食的植物的茎、叶、果实和食饵的表面或混合在食饵中，当害虫吸食这些植物或食饵时，就将药物一同吸进它们的消化道里。药物在消化道内分解吸收，使虫体中毒而死。因此，将这种作用方式的药物称为胃毒杀虫剂。

(2) 接触剂的作用：将杀虫剂直接喷洒在节肢动物经常活动的场所或栖息物面上，使节肢动物接触后接受到致死剂量而死亡。这种作用方式的药物称为接触杀虫剂。

(3) 熏蒸杀虫剂的作用：利用药物发生的蒸气或气体通过呼吸系统进入体内以毒杀节肢动物的杀虫剂称为熏蒸杀虫剂，这种作用方式称为熏蒸法。

(4) 烟雾剂的作用：利用物理化学的原理，使杀虫剂(液体的或固体的)转变为烟雾状态而起的杀虫作用称烟雾杀虫法。发生烟雾的药剂称烟雾杀虫剂。它的装置称烟雾发生器。杀虫剂转变为烟雾状态以后，可通过节肢动物的呼吸系统而渗入虫体产生毒杀作用。

(5) 驱避剂的作用：有些药物的作用能使吸血的节肢动物回避，因此当人或畜体上涂有这种药物或衣裤上浸泡这种药物时，就可避免害虫的侵袭，免受其害。具有这种作用的药物称为驱避剂或忌避剂或辟虫剂。

(6) 诱虫剂的作用：有些药物的作用与驱避剂的作用相反，有引诱节肢动物近前的作用。当节肢动物聚集时，可以捕杀或毒杀之。具有引诱作用的药物称为诱虫剂。诱虫剂与胃毒剂混用，甚为有效。

杀虫剂按照化学分类法，可分为无机杀虫剂及有机杀虫剂。有机杀虫剂又可分为植物性杀虫剂及合成有机杀虫剂。无机杀虫剂目前应用已少，合成有机杀虫剂是目前应用最广和最普遍的杀虫剂。

(1) 无机杀虫剂：砷化物、硫黄及硫化物、氰化物等均为无机杀虫剂。自合成有机杀虫剂出现后，无机杀虫剂就很少应用。

巴黎绿(Paris green)是一种砷化物杀虫剂，其分子式为 $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{Cu} \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$ ，对昆虫有强烈的胃毒作用，以前多用以毒杀按蚊幼虫，因巴黎绿撒布在水面时可在水面漂浮，故易为按蚊幼虫吞食而中毒。巴黎绿的粉粒必须很细。用粉剂直接散布水面时，须先用细土稀释成含1%巴黎绿的混合体。

氰化物如氢氰酸、氰化钠、氰化钾等都有很强的杀虫作用，它们都是剧毒药物，使用时要万分的谨慎小心，因此限制了它们的用途。

(2) 植物性杀虫剂：天然的有机杀虫剂大多是植物性杀虫剂。人类在与疾病作斗争的过程中，发现和应用植物性杀虫剂方面，有极为丰富的经验，且我国由于幅员广大，这类药物的种类很多，资源丰富，在植物性杀虫剂中，如除虫菊、百部等，均具有显著的杀虫效果。

除虫菊属菊科(Compositae)、菊属(Chrysanthemum)、除虫菊亚属(Pyrethrum)。该亚属有多种，其中以白花除虫菊(Pyrethrum cinerarifolium)的品种最好。白花除虫菊或称瓜叶除虫菊，系多年生草本，全株高约二尺，叶形以西瓜叶，花瓣白色，现全世界以非洲产量较高，质量也较好。我国华北、华东、中南及西南各地都能栽培。除虫菊的药用部分是花，有效成分除虫菊素甲(Pyrethrin I)、除虫菊素乙(Pyrethrin II)、瓜叶除虫菊素甲

(Cinerin I) 和瓜叶除虫菊素乙 (Cinerin II)，其中以除虫菊素甲对昆虫的毒杀力最强。花中所含除虫菊素的量以子房部最多，约占全花中含量的92%。花的成熟程度与除虫菊的含量也有关系，完全开放的花比未完全开放的花所含的量较多。除虫菊素系黄色油状物质，含有清香气味，不溶于水，易溶于有机溶剂，遇碱易分解失效。除虫菊素是接触杀虫剂，一般配用煤油或乳剂应用，用作空间喷射以灭蚊、蝇、蚤、虱、臭虫等，效力迅速，击倒力高，但无残效。如有些配方将少量(0.1%)的除虫菊素加入二二三油剂中，以求具有一定残效。除虫菊素对节肢动物有驱避作用，能使某些昆虫特别是蚊驱避，所以除虫菊又作为制作蚊香的重要材料。在一般的剂量时，除虫菊对温血动物无毒害，使用时甚为安全。

百部属百部科 (Stemonaceae)，系多年生草本，药用部分为块根。块根肉质纺锤形，多个簇生。我国市场上常用的为直立面部 (*Stemona sessilifolia*)、对叶百部 (*S. tuberosa*)、卵叶百部 (*S. ovata*)、蔓生百部 (*S. japonica*)。百部分布在我国长江以南各省山地，野生于山坡和竹林中，亦有栽培于园圃中者。我国应用百部的历史悠久，自古以来为灭虱药物及镇咳剂。杀虫有效成分为块根中所含的多种生物碱，用于杀虫时一般制成醇浸液、水浸液及皂液等，其醇浸液灭虱的作用甚强，百部对人、畜的毒性很小，一般无害。

此外，藜芦、鱼藤、闹羊花、打破碗花花、博落回、巴豆、雷公藤、烟草、辣蓼、泽泻等，对节肢动物都有毒杀作用，但除鱼藤和烟草外，其它多数尚缺少科学总结。

(3) 合成有机杀虫剂：目前应用的合成有机杀虫剂主要有三类，即氯化烃类、有机磷类和氨基甲酸酯类。合成类菊酯及昆虫生长调节剂是新近发展起来的杀虫剂，已受到重视。

1) 氯化烃类：在氯化烃类杀虫剂中，应用最多的是二二三、狄氏剂和六六六。这类杀虫剂的杀虫力强，药效持久，杀虫范围广，对人及温血动物的急性毒性低，价格低廉，合成较易便于大量生产。在消灭害虫，促进农业生产、林业保护和保障人体健康几个方面，都起了巨大的作用。但由于持效期长，在自然界不易分解，长期使用加剧了土壤、水域等自然环境的污染。这类杀虫剂在动植物体内容易积蓄，人体内也发现有二二三、六六六等的积蓄，因此已成为一种公害问题。至于二二三、六六六等在人体组织中的积蓄对人体健康有多大影响，例如是否可引起癌症或其它疾病，因而是否能继续使用，看法尚不一致。但考虑到二二三、六六六等的化学结构稳定，能溶性强，易积蓄在人体肝脏、脂肪等部位，随着积蓄量的增加，对人体的危害也增加，甚至可通过母乳而影响婴儿的健康。合理使用二二三、六六六等氯化烃类杀虫剂，尽可能地减少对环境的污染，国内、外具有共同的想法。因此，尽可能地减少或禁止这类杀虫剂在水域中和蔬菜、水果、茶树、烟叶等作物上使用，而采取其它的杀虫剂和方法，实为必要。再则由于长期使用杀虫剂，已有多节肢动物产生抗药性，蚊、蝇尤为显著，因而严重影响杀虫效果。而且施用杀虫剂的结果，一些害虫的天敌也同时遭受杀害，这也是一个值得注意的问题。氯化烃类杀虫剂虽有这样或那样的缺点，但如前所述，它们具有许多优点，目前其它杀虫剂尚难以完全取代，故世界卫生组织(1971)关于二二三使用的结论是：“在疾病防制中，使用二二三作室内滞留喷洒，对人和家畜是无危险的，应该为此目的而继续使用，但应尽量避免在室外使用。”根据这个结论，只要合理使用氯化烃类杀虫剂，注意上述各问题的发生，则可继续发挥其除害灭病的作用。

①二二三：二二三的化学名称是二氯二苯三氯乙烷 (*Dichloro-diphenyl-trichloro-ethane*)，故二二三又称DDT或滴滴涕。工业品二二三为白色或浅灰色或浅黄色固体，对对，一二二三(pp-DDT) 白色针状结晶，熔点108℃，是其最主要的成份，约占70~75%，是杀虫的有效成

分。二二三不溶于水，但溶于多种有机溶剂中。二二三是一种胃毒兼接触剂，但实际应用时主要作接触剂。常用的二二三制剂有5~10%粉剂，5%煤油剂（常加入少量除虫菊以增加其击倒力），25%乳剂，50%可湿性粉剂等。二二三在常温和非直接照射的日光下性质较为稳定，所以常使用水悬剂（由乳剂或可湿性粉剂配成）在室内喷洒，使药液滞留于墙壁、天花板上，当蚊、蝇、白蛉、臭虫或其它的节肢动物与墙面、天花板等处的药物接触时，残留的药物即由节肢动物的跗节表皮侵入其神经系统，使节肢动物中毒，终至死亡。这种喷洒药物的方法称为滞留喷洒。节肢动物接触滞留喷洒的药面而发生中毒的现象称为接触残效。在昆虫学上，所谓接触残效时间，即指某种药剂作滞留喷洒后对某种节肢动物的接触致毒的有效期限。各种节肢动物或同种节肢动物的不同个体，在接触二二三后出现中毒以至死亡的时间并不一致，如臭虫从出现痉挛征象到死亡要经过4~6昼夜，某些按蚊成虫接触二二三后要在二、三天后才能死亡。在滞留喷洒中要注意碱性墙面对二二三有分解作用。又如药液喷洒面曝置日光下，也加速二二三的分解而易失效。我国在除害灭病中，用二二三作室内滞留喷洒以杀灭成蚊、成蛉的效果，成效甚为显著。例如在黑热病流行区以二二三或六六六作室内滞留喷洒以灭中华白蛉，这种白蛉基本消灭，因而黑热病也基本消灭；海南岛地区以二二三作室内滞留喷洒以灭微小按蚊，因而该地区的抗疟工作取得很大的成果。

②六六六：六六六的化学名称是1, 2, 3, 4, 5, 6—六氯环己烷，或称六氯化苯（Benzene hexachloride），分子式为 $C_6H_6Cl_6$ ，故简称六六六。六六六的粗制品中含有多种同素异构体，如 α ， β ， γ ， δ ， ϵ 等体，我国称为甲、乙、丙、丁、戊等体，其中最有效的成分是丙体（ γ ）异构体，故一般在说明六六六的规格时都须注明丙体异构体的含量。一般工业品六六六的丙体含量为12—14%。由于化学工业的进步，可以制造含丙体高达80%以上或化学纯的丙体六六六，即高丙体六六六。含丙体六六六在80%以上者，都通称高丙体六六六，含丙体六六六在99%以上者称作灵丹（Lindane）。六六六是白色结晶体，粗制的工业品是暗灰色粉末，有刺激性臭味，不溶于水，可溶于多种有机溶剂。我国生产的六六六有粉剂（含丙体1~6%）、可湿性粉剂（含丙体6%）、乳剂（含丙体10%）和烟剂（一般含丙体6—7%）等剂型，在医学昆虫的防制上应用都很广。六六六在高温、日光或酸性条件下皆甚稳定，但在碱性物质中易分解失效。由于其在高温条件下稳定，故可制成烟剂使用。六六六是一种广谱杀虫剂，具有触杀、胃毒和熏蒸等作用，对成蚊、成蝇的触杀及空间喷洒毒效均高于二二三，但残效则较短。

③氯丹（Chlordane）：氯丹又名氯化苄，分子式为 $C_{12}H_8Cl_8$ ，所以又称1068，工业品是棕褐色的粘稠状液体，含氯量一般为64~66%，不溶于水，可溶于有机溶剂，遇碱性物质易分解失效。氯丹的剂型有5%粉剂、50%乳剂、5%油剂，对昆虫有触杀和胃毒作用，其毒力略小于丙体六六六而大于二二三，残效长于六六六而短于二二三。

④七氯（Heptachlor）：七氯又称七氯化萘，分子式为 $C_{10}H_6Cl_7$ ，纯品为白色结晶，工业品为白色蜡状固体，微带有樟脑气味，不溶于水，可溶于多种有机溶剂。剂型有5%粉剂，20%乳剂，5%油剂。七氯对害虫有强烈的触杀作用和较高的击倒力，并有强烈的胃毒作用。七氯和氯丹都主要用于防制地下害虫，在消灭医学昆虫方面，应用后也有好效果。

⑤狄氏剂（Dieldrin）：狄氏剂的分子式为 $C_{12}H_8OCl_6$ ，纯品为白色结晶，工业品是浅黄色片状固体，纯度不低于85%，不溶于水，能溶于多种有机溶剂，化学性质很稳定。一般使用的制剂有50%可湿性粉剂，20%乳剂、1%及2.5%粉剂。对昆虫具有强烈的触杀和胃

毒作用，并有很长的残效，主要用在室内滞留喷洒以灭蚊、蝇。

2. 有机磷类 有机磷杀虫剂是继氯化烃类杀虫剂之后发展起来的一类杀虫剂，大都具有广谱性的杀虫作用，有极强的杀虫毒力，它们在动植物体内都容易降解，多数降解为无毒物质排出体外，但也有变为毒性更高的物质，再经过次级降解后排出体外。它们对温血动物的毒性因品种不同而具有很大差异。兹将几种对人、畜毒性较低的品种介绍如下：

①敌百虫 (Dipterex)：化学名称是0,0-二甲基-(2,2,2-三氯-1-羟基乙基)磷酸酯，分子式为 $C_4H_8O_4Cl_3P$ ，对昆虫有强烈的胃毒作用，对温血动物的毒性甚低。敌百虫的纯品为白色结晶体，易溶于水，因此使用方便，我国多用控制蚊虫孳生地，灭蝇、灭蟑螂时多用作毒饵。

②敌敌畏 (Dichlorvos) 简称DDVP，化学名称是0,0-二甲基-0-(2,2-二氯乙烯基)磷酸酯，分子式为 $C_4H_7O_4Cl_2P$ ，是一种速效有机磷杀虫剂。敌敌畏是敌百虫同类型杀虫剂，多数人都认为敌百虫进入动物体内转变为敌敌畏而发生更大毒效或毒性，但也有人持相反意见，认为敌百虫本身具有抑制胆碱酯酶的能力。纯品为微带芬芳气味的无色透明液体，挥发性强，对昆虫的毒性较敌百虫高8~10倍，具有熏蒸、触杀及胃毒等作用，击倒力强，但持效短，多用作熏蒸剂使用。敌敌畏常用作室内防制卫生害虫，使用方法多样，简便易行，计有喷雾、加温蒸发、地面喷洒、制成散发器等。由于敌敌畏的毒性较大，故不宜长期在人的住室内使用。目前我国市售煤油灭虫喷射剂即常含有0.3%敌敌畏，故使用时应注意安全。

③马拉硫磷 (Malathion) 亦译称马拉松或马拉赛昂，化学名称是0,0-二甲基-S-(1,2-二乙氧羰基乙基)-二硫代磷酸酯，分子式为 $C_{10}H_{18}O_6PS_2$ ，纯品为浅黄色油状液体，微溶于水，溶于多种有机溶剂。工业品为深褐色油状液体，具有强烈的大蒜臭味，遇碱性或酸性物质均易分解失效。对人、畜的毒性较低，是较安全的有机磷杀虫剂之一。一般制成50%乳剂使用，对节肢动物有触杀和胃毒作用，杀虫力强，作用迅速，并有较长的残效。室内喷洒剂量一般为1~2克/平方米，残效期约为2~3个月，是世界卫生组织推荐替换二二三作滞留喷洒的品种。

④双硫磷 (Abate) 的化学名称是O,O,O'-四甲基-O,O'-硫联双(对次苯基硫代磷酸酯)，分子式为 $C_{16}H_{20}O_8P_2S_3$ 。纯品为白色结晶，工业品为浅棕色粘稠液体，不溶于水，可溶于多种有机溶剂中，化学性稳定。剂型有47.6%乳剂，1%、2%、5%颗粒剂。双硫磷为持效期较长的有机磷杀虫剂，对蚊幼虫的毒性强，具有高效，实验室观察0.25ppm可杀死全部按蚊幼虫，浅水中的残效期可达1—2个月；对温血动物的毒性纯品的致死中量为8600毫克/公斤，工业品也在1000毫克/公斤以上，故甚为安全。也是对鱼和多种水生生物毒性最小药剂之一，是一种优良的蚊幼虫杀虫剂。

⑤倍硫磷 (Baytex) 的化学名称是O,O-二甲基-O-(3-甲基-4-甲硫基苯基)硫代磷酸酯，分子式为 $C_{10}H_{14}O_3PS_2$ 。纯品为无色液体，工业品纯度95—98%，为带有蒜味的棕色油状液体，微溶于水，能溶于大多数有机溶剂中，化学性能稳定，对热的稳定性强，虽加热至210℃仍不分解，对光及弱碱也较稳定，故具有较长的持效。剂型有2%、5%粉剂，50%乳剂。倍硫磷是一种对人、畜低毒的杀虫剂，对多种害虫有效，主要是触杀和胃毒作用，用作滞留喷洒防制蚊、蝇比使用二二三更安全，且有滞留残效，是世界卫生组织推荐代替二二三的品种之一。

⑥杀螟松 (Sumithion) 的化学名为O,O-二甲基-O-(3-甲基-4-硝基苯基)硫代

磷酸酯，分子式为 $C_9H_{12}O_4NPS$ ，原药是黄褐色的油状体，带有蒜臭味，纯度80~95%，不溶于水，微溶于石油醚和煤油，与甲醇、乙醇、丙酮、乙醚、苯、氯仿等有机溶剂互溶，室温时对光稳定，遇碱水解失效，对人、畜低毒，是一种比较安全的有机磷杀虫剂。剂型有2%粉剂，50%乳剂。杀螟松是一种广谱杀虫剂，有强的触杀和胃毒作用，我国南方用作滞留喷洒灭蚊效果好。其结构近似1605，故二者可能易发生交互抗性。

3. 氨基甲酸酯类：氨基甲酸酯类是近来发展起来的新杀虫剂，其特点是击倒快，残效长，对人、畜的毒性一般较有机磷类杀虫剂低，无氯化烃类杀虫剂的形成体内积蓄，对氯化烃类杀虫剂及有机磷类杀虫剂有抗性的害虫也有效。在这类杀虫剂中，残杀威 (Propoxur) 是用作滞留喷洒灭蚊的优良品种。

残杀威的化学名称为2-异丙氧基 苯基-N-甲基氨基甲酸酯，分子式为 $C_{11}H_{15}NO_3$ 。纯品为无味白色结晶粉末，能溶于多种有机溶剂，水溶性约为0.1%，遇碱易分解。剂型有1%粉剂，5%颗粒剂，20%乳剂，50%可湿性粉剂。残杀威有触杀和胃毒作用，杀虫效果快。作为接触剂使用时，它具有击倒力高，滞留熏蒸，残效长等优点，是当前用作灭蚊时滞留喷洒的最好品种。但据国外报导，对喷洒操作人员应注意保护。

速灭威 (Tsumicide)，化学名称为3-甲苯基-N-甲基氨基甲酸酯，分子式为 $C_9H_{11}NO_2$ ，纯品为无味白色结晶，溶于多种有机溶剂，难溶于水，遇碱易分解。杀虫性能以触杀为主，也有熏蒸和内吸作用。对蚊、蝇毒杀速度快，但残效期短。喷雾灭蚊，每立方米0.2克在5—15分钟内杀死全部淡色库蚊。

巴沙 (Bassa)，化学名称为O-邻丁苯-N-甲基氨基甲酸酯，分子式为 $C_{12}H_{17}O_2N$ ，纯品为白色结晶，稍带芳香味，不溶于水，易溶于有机溶剂。对蚊蝇有良好杀灭作用，杀灭蚊幼虫速度快，且有杀灭蚊蛹的作用。

4. 合成菊酯：合成菊酯是人工合成的除虫菊酯类似物，如丙烯菊酯 (Allethrin)、苄呋菊酯 (Resmethrin)、胺菊酯 (Tetramethrin)、甲基炔菊酯 (Proparthrin)、生物苄呋菊酯 (Bioresmethrin)、二氧苯醚菊酯 (Permethrin) 等等。由于它们对蚊、蝇的毒效远比一般杀虫剂为高，而对人、畜的毒性限小，在生物体内降解也快，使用后不致污染环境，所以除了缺乏滞留效果外，是比较理想的杀虫剂。例如苄呋菊酯对家蝇的毒效点滴法比天然除虫菊素高28.7倍，对库蚊成虫的毒效比天然除虫菊素高1.33倍，制成蚊香（蚊香中含药量为0.6%时）的击倒力比天然除虫菊素约高50%至一倍；生物苄呋菊酯对蚊、蝇的击倒力和毒杀作用都比天然除虫菊素为高，它对家蝇的毒杀力比天然除虫菊素高55倍；二氧苯醚菊酯的击倒力和毒杀作用与生物苄呋菊酯相似而且有滞效。有人认为，合成菊酯是将来氯化烃类、有机磷类和氨基甲酸酯类杀虫剂的良好代替品。

5. 昆虫生长调节剂：昆虫生长调节剂的研究发展很快。它们通过阻碍或干扰昆虫的正常发育生长而使其死亡，具有不污染环境，对人、畜安全以及对天敌和益虫无害或危害不大等优点，因而被认为是第三代杀虫剂。目前进行试验或试用的是其中的两类化合物，即保幼激素类似物和发育抑制剂。

保幼激素类似物有抑制幼虫化蛹和蛹羽化的作用，终于导致死亡，很低的剂量即有效，对高等动物几乎无毒。合成的保幼激素类似物很多，已达千种以上，但具有杀虫剂条件的只是少数，如ZR515，商品名阿尔多息 (Altosid)，为第一个用于灭蚊实践的保幼激素类似物。

发育抑制剂在昆虫蜕皮时有抑制基丁质合成的作用，因此用来防制幼虫时，对各龄幼

虫均有效，敌灭灵（Dmilin, TH6040）是一种发育抑制剂，对昆虫的毒性比阿尔多息高，对非目标生物的毒性很低。

杀虫剂的效果除决定于杀虫剂的毒杀作用和制剂的性质外，还决定于配制方法是否正确，剂量是否足够，浓度是否恰当，喷洒是否均匀，喷洒地点是否合适等。节肢动物对杀虫剂产生抗性的程度，也影响杀虫剂的效果。作滞留喷洒时，药剂的浓度可根据喷洒的对象及吸湿程度而定，吸湿性强的泥土墙可用较低的浓度，吸湿性低的如木板墙可用较高的浓度。通常是将每平方米的用药量溶于40—200毫升的溶液内。为了防止节肢动物产生抗性，必须避免在一处连续多次使用一种杀虫剂，可用不同作用机理的杀虫剂轮替使用。

使用杀虫剂时，一个重要的事项就是要考虑到杀虫剂对温血动物的毒性，因为杀虫剂在人的位宅内或畜舍内作滞留喷洒或室外处理水体都容易引起人或牲畜的中毒。杀虫剂进入温血动物体内而致中毒的有两个途径，即皮肤接触致毒及口服致毒。无论皮肤接触或口服，都有急性中毒致死和慢性的积蓄毒性。下表为一些常用的杀虫剂对温血动物的毒性，皆以大白鼠为标准。

常用杀虫剂对温血动物的毒性（药剂重量/动物重量）

药 剂	急性口服致死中量	皮肤涂擦一次致死中量	皮肤涂擦连续七天致死中量	口服积蓄中毒引起量
二 二 三	250毫克/公斤	—	—	5~10ppm
丙体六六六	125毫克/公斤	—	—	1000ppm
氟 丹	450~900毫克/公斤	780毫克/公斤	20~40毫克/公斤	—
七 氟 化 茛	90毫克/公斤	2000毫克/公斤	<20毫克/公斤	—
狄 氏 剂	87毫克/公斤	<150毫克/公斤	<5毫克/公斤	3 ppm
敌 百 虫	625毫克/公斤	—	—	—
敌 敌 畏	50~70毫克/公斤	—	—	—
马 拉 硫 磷	1400毫克/公斤	>4000毫克/公斤	—	5000ppm
双 硫 磷	8600毫克/公斤	4000毫克/公斤	—	—
1 0 6 5	3~3.5毫克/公斤	40~50毫克/公斤	—	—
1 0 5 9	9.4毫克/公斤	24毫克/公斤	—	—
除 虫 菊 素	1500毫克/公斤	30~400毫克/公斤	—	—
西 维 因	560毫克/公斤	—	—	—
残 杀 威	90~128毫克/公斤	800~1000毫克/公斤	—	—
速 灭 威	268毫克/公斤	—	—	—
扑杀威(巴沙)	410毫克/公斤	—	—	—

从上表中可以看出，有机磷剂中的1065和1059对昆虫的毒力虽然较强，但由于对温血动物的毒性过高，无论室内喷洒或水体处理都不宜采用。二二三常用的畜舍和畜体喷洒剂量对牲畜虽然无害，但要注意喷洒或遗漏过多的药剂于饲料上，以免牲畜食入过多而中毒。同时，如果从粘膜涂擦，毒性要比皮肤涂擦大得多，因此作畜体喷洒时，要注意用布遮住牲畜的眼、鼻，以免发生中毒和死亡事件。

杀虫剂对人体有一定的毒性，故使用时，要注意安全操作。工作时须戴口罩，穿工作