

武汉医学院《医学昆虫学》教材

蚊 虫 的 生 态 学

鄢阳地区卫生防疫站 袁惠康



武 汉 医 学 院

一九八二年十一月

3.19054
V 44
(WS)
C-1

目 录

一、研究蚊虫生态的意义.....	1
二、蚊虫的生活史.....	1
三、卵的生态.....	2
四、幼虫的生态.....	2
五、蛹的生态.....	4
六、成蚊的生态.....	4
附录：中华按蚊生态习性与传疟关系	
一、幼虫的生态习性.....	9
二、中华按蚊成蚊的生态习性.....	10
三、中华按蚊的传疟作用.....	13

蚊 虫 的 生 态

一、研究蚊虫生态的意义：

任何有机体都是在一定的外界环境中生存、繁殖，因此“必须从根本上认识到有机体不能与它们的环境分开，而与它们的环境形成一个自然系统（即生态系统 Ecosystem）”（Tausley, 1935）。同样，蚊虫的生态是指蚊虫的生命现象和外界环境条件之间的相互关系，亦即蚊虫对这些外环境条件的适应和反应。

外环境可分为有机环境和无机环境两大类，有机环境即生物环境，亦称生物群落，这些生物群落中的组成成份，有些与蚊虫发生直接关系，构成蚊虫的食物或天敌，有些则无直接关系。无机环境主要指气候（温度、湿度、降雨量、日照等），土壤、水（积水面积、水质、流速等）等。蚊虫长期在一定的外环境条件下，所表现出来的一定的行为或反应方式，称为习性，如产卵习性、嗜血习性、栖血习性等。

在研究蚊虫生态过程中，很少研究每个蚊虫个体和它周围环境的相互关系，而往往以蚊虫的群体作为研究单位。在同一时间（间）空间内，同一种蚊虫的群体称为种群（population）。同一种群中的个体没有形态上的明显差异，不存在生殖隔离现象，种群在一定环境条件下的数量通常称为密度。数量在不同外环境条件下的变动（如密度的季节消长），它的出生率、死亡率、平均存活时间（或称为平均寿命）、性别比、年龄组成、滞育百分率等，以及种群在一定或不同外环境条件下所表现的习性等，都是蚊虫生态学研究的对象。

蚊虫的生态与蚊媒传染病的流行有着非常紧密的关系，如媒介按蚊的种群密度，嗜人血指数和平均寿命构成了疟疾的媒介传播能量（vectorial capacity）的三个基本条件，再加上当地传染源的数量和人群易感程度等二项基本条件，就决定了当地疟疾的流行程度。媒介的种群密度受外界环境条件（如积水面积、温度、天敌种群数量等）所制约；媒介种群平均寿命也受气候、空气中相对湿度和天敌种群数量所制约。由上可见，研究媒介种群生态对弄清蚊媒传染病的流行因素有着非常重要的意义。

在蚊虫防除方面，也必须以蚊虫生态学为基础。只有充分了解蚊虫的生态特点，才能起到有的放矢，取得良好的防除效果。如我国南方山区重要传疟媒介微小按蚊（*A. minimus*）种群为一嗜吸人血的家栖蚊种，从五十年代以来，在海南岛采用了大规模室内滞留喷洒的措施，在灭蚊区内基本上消灭了这种媒介按蚊，疟疾发病率有了大幅度下降。但同一种室内滞留喷洒方法对海南岛山区森林地带的另一疟疾媒介大劣按蚊（*A. dirus* 即过去国内称之为巴巴按蚊 *A. balebacensis*）却效果不佳，因为大劣按蚊为野栖蚊种。同样，室内滞留喷洒对我国广大地区的重要传疟媒介——偏野栖的中华按蚊（*A. sinensis*）效果也不理想，反之，在具家栖性的嗜人按蚊（*A. arthropophagus* = 雷氏按蚊嗜人亚种）作为主要传疟媒介的地区，则效果较好。由此可见，在蚊虫的防除方面，也必须具备蚊虫生态学知识，才能提高效率，收到预期的效果。

二、蚊虫的生活史：

蚊虫属完全变态（complete metamorphosis）昆虫，生活史分为卵、幼虫、蛹及成蚊四个阶段。其成虫前各期和成虫期的生活环境完全不同；成虫前各期包括卵、幼虫、蛹期皆生活

在水中。对蚊虫的生活史，我国早有记载，大医学家李时珍1578年在《本草纲目》中曾提道：“蚊……产卵于水中为孑孓虫，仍变为蚊也”。从卵到成虫蚊羽化所需时间因温度而异，以中华按蚊为例，水温在16℃—17.9℃时，从卵到羽化为成蚊平均需要35.31天；水温18℃—19.9℃平均需要33.55天；水温20℃—21.9℃，平均需要25.50天；水温22℃—23.9℃平均需要22.91天；水温24℃—25.9℃平均需要16.94天；水温26℃—28℃平均需要14.64天（雷心田等，1965年）。由此可见，在夏季，蚊虫从卵发育到成蚊大致需要10~14天左右。

三、卵的生态：

蚊卵小，长不到1毫米，形状因蚊种而异，呈船形、圆柱形或橄榄形。有的蚊种产下的卵互相连在一起形成卵块而浮在水面，有的蚊虫所产的卵因两侧有浮囊而单个浮于水面，有的蚊虫的卵既不结成卵块，亦无浮囊，因而沉于水底。所有的蚊卵必须在水中才能孵化。蚊虫产卵后，卵中的胚胎尚需发育一段时间，直至发育成为一龄幼虫后才孵化。卵在不同外界环境条件下的生活力因蚊虫而异，但大多数种类的按蚊卵在结冰或水温超过40℃的高温条件下都不能生存。但伊蚊卵对冷和热的抵抗力较强，如埃及伊蚊卵在-1.7℃时孵化率仍高达81%，水温39℃时仍有12%的卵可以孵化。以卵越冬的极少数按蚊种类，也可耐低温，如嗜人按蚊越冬卵经数度冰冻，长达20余天，其自然孵化率仍高达76.2%（刘恩溥等，1969），在河南省的对中华按蚊卵的孵化时间进行了观察，发现温度在25℃时需时2.66天，但温度27℃时需时2.21天，温度28℃时只需1.77天（苏寿沅等，1974）。有人对四斑按蚊（*An. quadri-maculatus*）卵进行了观察，发现水温在28℃时，孵化时间需38小时。水温降到12℃时孵化时间延长到358~368小时。

卵的抗旱能力除因蚊种而异外，报导亦颇不一致。一般说来，伊蚊卵抗旱能力较强，其它蚊种抗旱能力较弱。中华按蚊卵在地面平均温度25.1℃，土壤含水率20%~30%的情况下，经过10天仍有约50%可孵化，经15天尚有12%的孵化率，而三带喙库蚊（*C. tritaeniorhynchus*）在上述情况下经4天卵全部死亡（葛凤翔等，1981）。淡色库蚊（*C. pipiens pallens*）卵在25℃时干燥30分钟即死亡（苏寿沅等，1961）。其它如带棒按蚊（*An. claviger*）卵能抗旱24~48小时外，其它按蚊的卵皆无抗旱能力。

四、幼虫生态

1. 孳生习性及孳生地的分类：蚊幼虫的孳生习性因蚊种而异，有的蚊虫幼虫孳生小积水如在树洞积水、竹筒积水及叶腋积水中，有的孳生在人工容器中，有的则孳生在较大面积的水体中，有的蚊种孳生在污水中，更多的蚊种则孳生在清水内，多数蚊种孳生在静水内，也有有的蚊种孳生在缓慢的流水内。蚊幼虫的孳生习性取决于孕娠雌蚊对孳生地的选择，蚊幼虫本身并无选择之余地。

葛素芳、冯兰州两氏（1956）对蚊虫孳生地分为以下15类型：

自然情况的水：

（一）流动的水：1.泉水坑；2.河流；3.灌溉渠。

（二）静止的水：4.稻田；5.沼泽；6.池塘；7.湖泊。

非自然情况的水：

（一）容器中的水：8.一般容器；9.特殊容器。

（二）地面上储存的水：10.清水凹；11.储水池；12.水井。

（三）地上污水：13.污水坑；14.污水明沟；15.污水暗沟。

2. 幼虫的食性：除少数蚊种的幼虫依靠其梳状口刷捕食其他幼虫外，绝大多数蚊种的幼虫都依赖口刷急速摆动使头前方的水形成涡流，水中的微小颗粒随涡流经口时，被幼虫吞食。在四龄幼虫，由于口刷摆动可使头附近20毫米，头前方250°的弧面的水产生涡流，估计约有8平方厘米水面上的微粒可流向口部。除上述方法外，幼虫尚可沉入水底，在水底表面，水中石头表面，或水底沉积的枯枝烂叶表面取食。在水面形成菌膜时，幼虫也可将膜撕拉成小块吞食。幼虫营养来源主要靠水中的细菌及浮游生物，如各种细菌、酵母、单细胞藻类，原生动物等。蚊幼虫取食的一个显著特点是对食物及非食物无选择性，凡流经口的微粒，直径在20微米左右或以下者均可被吞入，过去曾使用过巴黎绿杀灭幼虫，就是利用蚊幼虫对取食无选择性这一特征的实例。

3. 影响幼虫生长发育的外界因素：

(1) 物理因素：

1) 雨量：一般说来，降水量大，可增加地面积水量，扩大积水面积，增加蚊虫孳生地，可以使幼虫大量繁殖，使种群数量剧增，增加了蚊媒传染病发生暴流行的可能性。但短时间的集中降雨可使蚊卵、蚊幼虫及蛹被冲走，反可使幼虫数量出现一时性下降。气候干旱，雨量少，一般说来，可使大量孳生地干涸，使种群数量下降，但在山区的一些地方，由于小溪断流，形成了许多溪床积水，反而增加了幼虫孳生地，种群数量增多。

2) 温度：任何蚊虫的发育都有其一定的温度范围，对蚊幼虫来说，有发育最适宜温度 (development optimum, temperature)，生存最适宜温度 (survival optimum temperature) 和生物最适宜温度 (biotic optimum temperature)。所谓发育最适宜温度是指发育率最高时的温度，生存最适宜温度指死亡率最低时的温度。而提高一个蚊种的生存与扩散最适宜的温度则称为生物最适宜的温度。一般说来水温在28℃左右是蚊虫发育最适宜的温度，从此温度再升高，虽然发育速度尚能有所提高，但由于体内新陈代谢的加速反而使个体变小。从28℃左右降温由于新陈代谢降低，发育减慢，到10℃左右，发育停止。一般说来，在最适宜的温度下，幼虫期约需10天左右。

3) 光线：一般说来，阳光照射有利于水藻生长，增加了幼虫的食物，阳光还可以维持水中溶解氧平衡，加速氧化还原，去除水中一些对幼虫生长不利的化学物质。但光照对蚊幼虫生长发育并无直接关系，实验证明蚊幼虫无论在光照下或在暗中均生长良好。但荫蔽的孳生地和阳光充足而开敞的孳生地中的蚊种则大不相同，这主要取决于雌蚊的产卵，如海南岛的传疟媒介大劣按蚊，就是孳生在浓荫下的水潭中，最近采取在居民区附近开垦的方法除去杂木森林，使孳生地暴露在阳光下，用以防制这种按蚊，取得了一定的效果。

4) 水的流速和表面张力：多数蚊种的幼虫孳生在静水中。一般称为静水型蚊种，也有少数蚊种的幼虫孳生在流动的水中，一般称为流水型蚊种，即是流水型蚊种也不能在流速较高的水中驻留，而只能在缓慢的流水中，藉助于岸边的水草使自己驻留下来。一般说来，流速若大于9 cm/秒 (0.3呎/秒)，则不能驻留而被水流冲走。因此，曾用定期冲刷的方法来防制灌溉渠中的蚊幼虫，也可使用铲除两岸杂草的方法，加快岸边水流速度来防制流水型蚊种。蚊幼虫虽生活在水中，其皮肤可以吸收水中少量的溶解氧，但它需要从空气中直接吸入氧气来生存，所以幼虫绝大多数是漂浮于水面下，利用其呼吸器（除按蚊亚科幼虫用呼吸孔外，其它皆用呼吸管）直接进行呼吸，只有极少数蚊种如曼蚊属，其幼虫呼吸管末端为粗刺状，以插入水生植物茎内吸取氧气。幼虫漂浮水面之下，在按蚊亚科幼虫是籍助于它们的胸、

腹部棕状毛，气孔器，前胸凹形器及头部之下唇上的叶片构造外，其它蚊虫主要依靠呼吸管末端。上述构造表面均有腊质层不能为水浸湿，具驱水作用，一旦幼虫借身体扭动上升到水表面时，这些构造即与空气直接接触，依靠水的表面张力而漂浮于水面之下。自然界中蚊虫孳生地的水其表面张力系数在65~73达因/厘米²，均可使幼虫漂浮。Russell氏发现如果水的表面张力降到27~36达因/厘米²时所有的按蚊幼虫均不能浮起。在防除蚊幼虫时，曾采用过喷洒废机油使之在水面上形成一层油膜，也设想使用表面活性剂以降低水之表面张力，使幼虫窒息而死。

(2) 化学因素：

1) 酸碱度：水的酸碱度对蚊幼虫无直接影响。多数蚊种幼虫能耐受较大范围内的 pH 值，如非洲的冈比亚按蚊种群 (*An. gambiae*) 可在 pH4~8.5 的水中生存。

2) 无机盐类：绝大多数蚊种的幼虫均喜在淡水中孳生，但也有少数种类的幼虫在盐水中孳生，如冈比亚按蚊种群中 6 种按蚊，其中 4 种为淡水种，而其它两种，即 *An. melas* 及 *An. merus* 为盐水产，又如浅色按蚊 (*An. subpictus*) 幼虫亦可在盐水中孳生。

(3) 生物因素：

水生生物中有些与蚊幼虫生长有直接关系，如作为其食的微生物，单细胞藻类及原生动物等；也有的属幼虫的天敌，如鱼类、某些致病性微生物，某些水生昆虫等。在幼虫天敌方面，致病微生物中目前已知的有空腔真菌属 (*Coelomomyces*)，*Lagenidium* 属真菌及苏云金杆菌以色列变种等，某些水生线虫，如罗索虫属 (*Romanomeris*) 厉索虫属 (*Reesimeris*) 及细蚊索虫属 (*Diximeris*) 等亦可寄生在幼虫体内使幼虫死亡。在捕食幼虫的水生昆虫方面种类亦较多，如龙虱、田鳖、红娘华、松藻虫、蜻蜓幼虫等，及水上生活的蜘蛛，其它如腔肠动物中的水螅，扁形动物中的涡虫也都能吞食幼虫成为天敌。鱼类特别是某些小型鱼类，如 *Gambusia*、*Tilapia*、*Poecilia* 属等能吞食大量幼虫，早已应用于防制实践中。

五、蛹的生态

蛹是蚊类幼虫变态到成虫的一个中间虫态，蛹无口不能进食，因此全靠幼虫期，特别是末龄幼虫大量进食所累积的营养进行内部的发育及器官重新塑造。蛹通常依靠呼吸管顶端及第一腹节背面的浮毛悬浮于水面之下。蛹无向光性，但对震动很敏感，受惊扰时，利用腹部末端两个尾鳍摆动下沉，然后再向上浮。成蚊羽化时，先从蛹的头胸背面形成一“丁”字形裂口，首先胸部，然后头部，腹翅及足等依次从裂口脱离蛹皮。整个羽化过程约需时15分钟左右，刚羽化出的成蚊仍只能停留在水面，不能作较远距离的正常飞行。大约一小时后才能飞离孳生地另觅栖息场所。

六、成蚊生态

1. 群舞及交配：蚊虫交配在羽化后不久，主要以群舞的方式进行。雄蚊常在黄昏或黎明，光线较暗的情况下出现，参加群舞的雄蚊数因蚊种而异，可40数只到几百上千只不等。如带棒按蚊 (*An. claviger*) 群舞时只有数只雄蚊，而中华按蚊 (*An. sinensis*) 群舞时，根据何、陆等在重庆及袁、徐等在湖北枣阳所见到的达几百到近二千只之多。群舞开始时，据在枣阳的观察往往只有少数 (几只) 雄蚊，由于雄蚊飞舞时翅振动所发出的声音，吸引雄蚊愈集愈多，此时雌蚊零星地飞入舞群内，因雌蚊振翅频率与雄蚊不同而发出声音有异，使雄蚊能识别雌蚊而完成交配。交配可在空中进行，亦有的相连后飞出舞群在栖息场所完成，在枣阳所见的中华按蚊系在舞群下面的水稻丛中完成的。群舞除与上述声音有关外，与空间、光

线也有密切关系。多数蚊虫需要较大的、开敞的空间才能产生群舞现象。但如上述的中华按蚊经过驯化后,也可在实验室蚊笼内完成群舞及交配。蚊虫群舞皆在较暗的光照下进行,而且喜爱在有绿色植物或有绿色反光的场所群舞。有些蚊种,如溪流按蚊(*Aa. flaviatilis*),白纹伊蚊(*Aa. albopictus*),埃及伊蚊(*Aa. aegypti*)及淡色库蚊(*C. pipiens pallens*)在自然情况下均在室外大空间中群舞。但如在兰光照射下,在实验室内小蚊笼中也可完成群舞及交配。

一般说来,雌蚊一生中只需交配一次。但在实验情况下曾发现斯氏按蚊(*An. stephensi*)有重复交配的现象。

2. 吸血与产卵:蚊虫中仅雌蚊吸血,雄蚊不吸血,而以植物液汁,花蜜等维持生命。一般说来雌蚊是完成交配后开始吸血,但也有先吸血后交配的情况。不同蚊种有明显的吸血对象的选择性,亦即各种蚊虫有其本身的嗜吸对象,有嗜吸人血的,也有嗜动物(包括家畜、家禽及野生动物)血的。有时同一种蚊种在不同地理环境下,其嗜血习性也有不同,如微小按蚊(*An. minimus*)在海南岛为嗜人血蚊种,但我国大陆上的微小按蚊则兼吸人、畜血,而且其分布越向北移,其吸人血的比例越小。在湖北的微小按蚊多在牛房中捕获,在人房中捕获的微小按蚊极少。蚊虫嗜血习性在蚊媒传染病的流行病学方面有着重要意义。因为只有吸人血的蚊种才有可能传播疾病,才具备作为媒介的条件。其吸人血所占的比例愈大,则其作为媒介的重要意义愈突出。在疟疾流行病学中,以嗜人血指数(Haman Blood Index 即 HBI)来判断一个按蚊种在传播疟疾上的作用。同一蚊种亦可根据 HBI 的大小,结合其它的流行因子(如叮咬率、存活机率等)来判断当前疟疾的流行强度,并可作为预测流行的一项重要指标。

一般说来,雌蚊一生中只需交配一次。但在实验情况下曾发现斯氏按蚊(*An. stephensi*)有重复交配的现象。

2. 吸血与产卵:蚊虫中仅雌蚊吸血,雄蚊不吸血,而以植物液汁,花蜜等维持生命。一般说来雌蚊是完成交配后开始吸血,但也有先吸血后交配的情况。不同蚊种有明显的吸血对象的选择性,亦即各种蚊虫有其本身的嗜吸对象,有嗜吸人血的,也有嗜动物(包括家畜、家禽及野生动物)血的。有时同一种蚊种在不同地理环境下,其嗜血习性也有不同,如微小按蚊(*An. minimus*)在海南岛为嗜人血蚊种,但我国大陆上的微小按蚊则兼吸人、畜血,而且其分布越向北移,其吸人血的比例越小。在湖北的微小按蚊多在牛房中捕获,在人房中捕获的微小按蚊极少。蚊虫嗜血习性在蚊媒传染病的流行病学方面有着重要意义。因为只有吸人血的蚊种才有可能传播疾病,才具备作为媒介的条件。其吸人血所占的比例愈大,则其作为媒介的重要意义愈突出。在疟疾流行病学中,以嗜人血指数(Hamann Blood Index 即 HBI)来判断一个按蚊种在传播疟疾上的作用。同一蚊种亦可根据 HBI 的大小,结合其它的流行因子(如叮咬率、存活机率等)来判断当前疟疾的流行强度,并可作为预测流行的一项重要指标。

一般说来,蚊虫在夜间吸血,但伊蚊绝大多数在白天吸血,如白纹伊蚊(*Ae. albopictus*)以下午2—6时吸血很为活跃。夜间吸血的蚊虫,其吸血时间也因蚊种而异,如中华按蚊,淡色库蚊及骚扰阿蚊(*Ar. obturbans*)以日落后一小时及黎明时很为活跃,而微小按蚊,三带喙库蚊(*C. tritaeniorhynchus*)等在午夜前后最为活跃。蚊虫的吸血活动与光线、温度等因素有关,据袁、徐等在湖北阳新观察,中华按蚊在全月夜其夜间活动高峰明显延长,上弦月

夜及下弦月夜其活动高峰亦明显不同,在新月夜则基本不出现活动高峰。由此可见,其吸血活动与光线有着明显的关系。按蚊吸血活动与温度亦有明显关系,其吸血活动临界温度下限因蚊种而异,一般为 10°C 左右,根据我国各地观察,中华按蚊吸血活动临界温度下限在 10°C ,低于此温度则中华按蚊停止吸血。而 40°C 为蚊虫高温致死点,当然也不能继续吸血,蚊虫在70%—80%的相对湿度下最活跃,当相对湿度降至50%时停止吸血活动。

雌蚊吸血后随着血液消化,卵巢开始发育,通常两次吸血间隔时间与其卵巢发育进程相一致,亦即当血液消化完毕时,卵巢亦发育成熟。这种现象称之为生殖营养协调(Gonotrophic association),这样一个血液消化——卵巢发育过程,称为一个生殖营养周期(Gonotrophic cycle)。一个生殖营养周期在适宜的温度下约需时二天。如在郑州的中华按蚊,在 $26^{\circ}\text{C} \pm 1\%$,相对湿度为70%—80%条件下,两次吸血间隔时间为二天,一个月中少数雌蚊产卵可达13次之多。雌蚊吸血次数和卵巢发育也有不一致的现象,特别在老龄雌蚊容易出现。如中国医学科学院寄生虫病研究所在河南商丘县即观察到中华按蚊雌蚊经过几个生殖营养周期之后,在卵巢发育期间重复吸血现象较幼龄雌蚊为多见,指出“约有23.5%中华按蚊雌蚊在产卵5—6次后,要吸2—4次血才能产卵”。

也有少数蚊虫在第一个生殖营养周期就可出现无吸血生殖(autogeny)。Jate等(1934)曾在实验室观察到*C. molestus*几年内在实验条件下仅饲以糖汁也能产卵。这可能与该蚊种部分蚊虫在幼虫阶段已获得产卵所必需的营养有关。

不同蚊种产卵时通过雌蚊的视觉、嗅觉及触觉,对水体进行选择,决定了该种幼虫的孳生类型,不同蚊种的雌蚊产卵方式也有所不同,有的种类雌蚊停留在水边或水面物上(如水草)产卵;有的则在水面飞舞一阵后,停留在水面上产卵;也有的雌蚊一面飞一面产卵。产卵大多在夜间进行,即使在夜里产卵,有的蚊种如微小按蚊仍喜在荫蔽处产卵。污水孳生蚊种的雌蚊为污水发出的气味所吸引,而上述气味对清水孳生的蚊虫则产生驱避作用。对飞午产卵的蚊种,水体中植物生长超过水面可使这些雌蚊无法产卵;在溪流上人工加以复盖造成浓荫,使岸边水草不能生长,从而增加了水的流速,可使流水型的蚊种如微小按蚊、多斑按蚊(*An. maculatus*)等幼虫无法生存。至今在东南亚一些国家中如马来西亚仍然用这种方法防制疟疾媒介按蚊。

雌蚊产卵数每次从数个至数百个不等,如孟氏在云南观察微小按蚊产卵,每次从8个到160多个不等,姚吴两氏在南京观察中华按蚊产卵每次从12个到390个,并观察到随着秋、冬季来临,温度下降,产卵数也随之减少。

3. 栖息场所:雌蚊吸血后就要寻找比较阴暗、潮湿、不通风的地点栖息,以待血液消化及卵巢发育。蚊虫对栖息场所的选择随蚊种和各种环境因素,如房屋结构、气候、地理环境、居民点周围植被、居民夜宿及是否使用杀虫剂等情况而异。

根据Seniov-white氏(1954)主张将蚊虫吸血及栖息场所综合考虑,分为四种类型:即室内吸血室内栖息;室内吸血室外栖息;室外吸血室外栖息;室外吸血室内栖息。但这种分类方法并不能完全说明某些蚊种的吸血及栖息习性。如我国广大平原地区主要传疟媒介——中华按蚊,根据河南、湖北、安徽、江苏等省的报告均认为是一种半家栖型蚊种,雌蚊在吸血时飞入室内,吸血后在室内稍事停留后,大部分飞向室外栖息,进行血液消化。但如在炎热夏季,某些地方的村庄中人、牛等皆在室外露宿的情况下,也同样会在室外吸血,室外栖息。在早春、晚秋季节,当室外温度下降,这时中华按蚊也可在室内吸血并在室内栖息。虽

然如此，但不同蚊种其栖息习性，仍具有其本身的特点，如嗜人按蚊、淡色库蚊及海南岛的微小按蚊等即为家栖性蚊种，而大劣按蚊则为典型的野栖蚊种。

栖性之所以重要，因为它涉及疟疾防治工作中的灭蚊措施。室内滞留喷洒作为一项重要的抗疟手段，在许多国家和地区取得非常显著的效果，但在那些具有半家栖或野栖习性的蚊种作为主要传疟媒介的地区，单纯采取滞留喷洒作为抗疟手段则不能取得成功。可见在媒介防制工作中有针对性地采取灭蚊措施的重要性。

4. 寿命：蚊虫在自然界中的寿命根据其营养、气候、天敌、杀虫剂的使用等情况而异。早年观察蚊虫寿命多采用实验室内饲养的方法来计算其平均存活天数。但实验室内条件较自然界中优越得多，所得的结果并不能代表自然界中的情况。在自然情况下研究蚊虫（主要是雌蚊）寿命，最早由 Christopher 氏提出根据按蚊翅上鳞片脱落情况来大致判断新、老蚊。后来 Mer 氏(1932)用测量雌蚊输卵管壶腹直径大小的改变，来判断雌蚊产卵次数。但此方法只能判断产过 0—3 次卵的雌蚊，超过 3 次以后便难以区分。Detinova 氏(1945)提出根据雌蚊卵巢上所分布的微气管末端的形状（未产过卵的新蚊微气管末端卷曲呈球状，产过卵的雌蚊微气管末端松弛如须根状）来区别是否产过卵，借以区分新、老蚊。Polovodova 氏(1947)首先提出并由 Detinova 氏修改的生理年龄（physiological age）方法，是根据雌蚊每产卵一次，卵小管上便形成一个膨大部，根据其数量多少，便可判断其产卵次数，即为其生理年龄。再根据当时当地雌蚊完成一个生殖营养周期所需的天数，便可判断蚊虫的寿命。中国医学科学院寄生虫病研究所在河南商邱县用实验室内饲养及现场野外捕获的中华按蚊观察其寿命，其结果见表 1、表 2。从表中可见河南商邱中华按蚊 6—10 月份自然情况下平均寿命为 8.15 天，而在实验室内饲养其 7—10 月份平均寿命为 12.1 天，前者显然较后者为短。在疟疾

表 1 河南商邱室内饲养中华按蚊平均寿命

批号	观察蚊数	饲养时间	气温(℃)	平均寿命(天)
1	30	7.27—8.20	23.2—28.4	14.3
2	32	8.3—8.27	21.9—28.4	14.5
3	70	8.13—9.18	17.2—27.9	10.5
4	59	8.15—9.9	21.4—27.9	9.6
5	82	8.19—9.15	17.2—27.9	11.2
6	26	8.19—9.23	17.2—27.9	14.1
7	19	8.20—10.7	13.6—27.0	14.6
8	80	8.29—10.5	13.6—26.9	12.8
9	61	9.1—9.23	17.2—26.9	12.9
Σ	495	7.27—10.7	13.2—28.4	12.2

表 2 河南商邱(1975)畜舍中捕获的中华按蚊寿命

月	观察蚊数	经产卵蚊率	日存活率*(ρ)	平均寿命** (天)
6	310	0.690	0.8837	7.98
7	672	0.628	0.8564	6.41
8	389	0.663	0.8720	7.30
9	345	0.838	0.9428	16.50
10	31	0.936	0.9782	44.52
Σ	1747	0.694	0.8854	8.15

* $\rho = M \frac{1}{n}$ M=经产卵蚊率 n=当完成一个生殖营养周期所需天数

**平均寿命 = $\frac{1}{-\ln \rho}$

流行病学中，媒介按蚊的寿命在疟疾传播中起着很重要的作用。因为疟原虫在蚊体内发育繁殖成孢子需要一定的时间，在媒介按蚊唾液腺中有了子孢子以后，便成为感染性蚊虫，此时按蚊每多存活 1 天便增加了传播给健康人的机会。

4. 活动范围: 蚊虫的飞行范围因血源、栖息场所、风力等而异。虽然有 *An. pulcherrimus* 按蚊飞越 21.7 公里海面到停泊在波斯湾的船上侵袭人的记载, 但如孳生地附近有宿主及栖息场所存在的条件下, 其活动范围大约在半径 500—1000 公尺地区内。世界卫生组织制订的杀虫剂试验和评价程序中, 在现场防治评价阶段, 要求喷洒几千户 (大致 2 万人左右) 的地区, 这样才能保证试验中心地区的效果考核不受邻近未灭蚊地区蚊虫侵入所产生的干扰。当然, 如果在山区进行这类试验, 由于山起着自然屏障的作用, 其范围可根据情况适当缩小一些。

5. 季节消长: 季节消长是指在一年不同季节中, 蚊虫种群数量变动情况。蚊虫季节消长与蚊种、气候及孳生环境有着密切的关系。一般说来, 一年中在正常气候条件下, 不同的蚊种有其本身固有的季节消长特徵, 这是蚊种对环境长期适应的结果。如湖北省的中华按蚊, 一年中有两个季节高峰, 一在六月上、中旬, 第二个在九月上旬, 而鄂西北山区一在六月下旬 (或七月上旬), 二在八月上、中旬。前者与大面积双季稻种植有关, 而后者属麦稻两收区的类型。同一蚊种因纬度不同, 气候不同, 农作物种类和种植季节不同, 其季节消长出现较大的差异, 如海南岛海口市, 中华按蚊密度高峰出现在 4 月份。但在长江中下游, 中华按蚊第二个密度高峰一般都在八月份。如果本年度出现异常气候, 或因雨涝、干旱, 或因高温季节提前到来, 则同一蚊种其季节高峰可提前或推迟出现, 对蚊媒传染病的流行有着十分重要的作用。

6. 越冬: 越冬现象是蚊虫长期形成的适应外界环境的又一个现象, 蚊虫在严寒低温条件下, 以不食、不动, 降低体内新陈代谢活动, 慢慢消耗体内贮存的脂肪以维持最低的生命活动, 渡过严冬。在春季到来之后, 重新开始吸血、产卵以延续其种族生存。蚊虫越冬方式因蚊种不同而异。一般说来, 以成蚊 (雌蚊)、幼虫或卵三种方式越冬。以成蚊越冬的有中华按蚊、淡色库蚊等; 幼虫越冬的有微小按蚊、济南按蚊 (*An. pattoni*)、环股按蚊 (*An. lidesayii*) 及其亚种等; 以卵越冬有嗜人按蚊、白纹伊蚊等。

蚊虫越冬的生理表现: 雌蚊以生殖营养分离 (Gonotrophic dissociation) 为特徵; 幼虫和卵以生长发育停止为特徵, 雌蚊在进入越冬前开始出现生殖营养分离现象, 此时表现为雌蚊吸血后, 卵巢并不发育, 所吸收的营养转化为脂肪体贮存起来。同时体内水分减少, 呼吸减缓。通过反复几次吸血后, 腹部充满脂肪, 此时从外观看, 腹部略有膨胀呈黄白色, 随着气温继续下降, 雌蚊开始寻找温暖, 避风, 阴暗的场所, 蛰伏不动以渡过严冬。

有些蚊种在越冬期间, 当气温回升 (在中华按蚊为 10℃ 以上) 时, 雌蚊又有吸血活动, 当气温下降后又蛰不动。又有些蚊种饲养在实验室中, 在适宜的温度条件下, 给予充足的营养, 在冬季照常可以产卵、繁殖。但是有些蚊种, 如麦塞按蚊 (*An. messae*) 到秋季虽然在适宜的温度条件下仍然不能产卵。前者被认为是对外界环境的一种暂时性的适应, 这种情况不但出现在冬季, 而且在夏季持续高温或干旱情况下也会发生 (在夏季称为夏蛰 (aestivation)), 如冈比亚按蚊 (*An. gambiae*) 在西非旱季中以孕卵蚊进行夏蛰。为了加以区分, 学者们称这两种情况为休眠 (Dormancy)。后一种情况, 虽然也是对外环境的适应, 但表现更为深刻, 已具有本身的规律性, 如上述麦塞按蚊所表现的那样并不完全受环境因素的制约, 这种现象学者们称之为滞育 (diapause), 以示其区别。

蚊虫的越冬场所也因蚊种不同而异, 一般说来家栖蚊种以在室内越冬为主, 如淡色库蚊多在室内、地下室、防空洞、阴沟、化粪池等处越冬。野栖或半家栖蚊种多在室外越冬, 如

桥洞、涵洞、井壁、植物基部、山洞、草堆中。嗜吸牛血的蚊种也在牛栏墙面或草堆中。蚊虫越冬期间,也是蚊虫薄弱环节,摸清不同蚊种越冬场所,开展冬季灭蚊,做到有的放矢,是十分必要的。

附: 中华按蚊生态习性与传疟关系

中华按蚊为赫坎按蚊种团 (*hyrcanus-group*) 中的一种, 在我国赫坎按蚊种团已发现的有9个近缘种, 即: 中华按蚊 (*An. sinensis*)、嗜人按蚊 (即我国过去称为雷氏按蚊嗜人亚种 *An. anthropophagus*)、八代按蚊 (*An. yatsushiroensis*)、贵阳按蚊 (*An. kweiyangensis*)、带足按蚊 (*An. peditaeniatus*)、印度按蚊 (*An. indiensis*)、拟中华按蚊 (*An. sineroides*)、赫坎按蚊 (*An. hyrcanus*) 及江苏按蚊 (*An. kiangsuensis*) 等。湖北迄今只报告过其中的两种, 即中华按蚊及嗜人按蚊。除嗜人按蚊仅于1961年在鄂东南阳新县发现外, 其他各地报告均属中华按蚊。因此, 就目前所知, 中华按蚊仍为湖北省的主要传疟媒介。

一、幼虫的生态习性

幼虫分为四龄, 由蚊卵孵化出来的幼虫为一龄幼虫。一龄幼虫凭藉头部背面的破卵器在卵前端背面割开一个裂隙, 幼虫即经过裂隙孵出, 进入水中, 经第一次蜕皮变为二龄幼虫, 再蜕一次皮为三龄幼虫, 蜕第三次皮为四龄幼虫, 再蜕最后一次皮 (第四次皮) 变为蛹。

1. 中华按蚊的孳生地: 中华按蚊幼虫孳生地主要为水质清亮、水流极缓或静止的水体中, 孳生地水中多生长有水生植物, 因此, 在水稻作物区, 稻田及灌溉沟渠为中华按蚊幼虫的主要孳生地, 其它如小坑塘、藕塘、芦苇塘、洼地积水等, 但也有少数中华按蚊幼虫在积水的废粪坑、积肥坑、未贮尿的大积尿池中孳生。

2. 不同温度下幼虫发育所需的时间: 根据四川省寄研所1963年观察结果, 在水温 16°C ~ 17.9°C , 卵期平均9.83天, 幼虫期平均20.97天, 蛹期平均4.5天, 由卵至成蚊平均须35.31天。水温为 18°C ~ 19.9°C 时, 卵期平均7.95天, 幼虫期平均23.30天, 蛹期平均2.3天, 由卵至成蚊平均需要33.55天。水温为 20°C ~ 21.9°C 时, 卵期平均为5.41天, 幼虫期平均为17.6天, 蛹期平均2.49天, 由卵至成蚊平均需25.5天。水温为 22°C ~ 23.9°C 时, 卵期平均6.62天, 幼虫期平均13.62天, 蛹期平均2.67天, 由卵至成蚊平均需22.91天。当水温为 24°C ~ 25.9°C 时, 卵期平均3.53天, 幼虫期平均11.58天, 蛹期平均1.83天, 由卵至成蚊平均需16.94天。当水温为 26°C ~ 28°C 时, 卵期平均2.86天, 幼虫期平均10.53天, 蛹期平均1.25天, 由卵至成蚊平均需14.64天。中国医学科学院寄生虫病研究所在河南商丘对中华按蚊幼期, 在不同温度下, 完成从卵到成蚊所需的时间见表1。

从四川与寄研所在河南所观察到的情况看, 随着温度增高, 幼虫发育速度相应增快。从河南情况看, 当气温在 16°C ~ 20°C 时, 相当于当地4~5月份, 此时从卵至成蚊发育期需要1个月左右; 当气温为 21°C ~ 25°C 时, 相当于当地5月下旬至6月中旬及当地9月份时的气温, 此时中华按蚊从卵至成蚊发育期需要约20天; 当气温为 26°C ~ 30°C 时, 相当于当地6月下旬至7月上旬及8月中旬至下旬时的气温; 此时中华按蚊从卵至成蚊发育期需要两周; 当气温为 31°C ~ 35°C 时, 相当于当地7月下旬至8月中旬间某一高温旬的气温, 此时从卵至成蚊发育需时最短, 约7~8天。掌握不同气候、不同季节下中华按蚊幼期发育所需的时间, 对防制中华按蚊幼虫时, 每次措施间隔时间, 是必不可少的资料。

表1 河南商邱(1974—1977)中华按蚊幼期在不同水温下发育所需天数

温 度 ℃	观察只数	各 期 发 育 时 间 (天)			卵→成蚊
		卵 期	幼 虫 期	蛹 期	天 数
16—20	127	5.6	22.3	4.4	32.3
		(4.7—7.5)	(20.6—25.6)	(4.2—5.0)	(29.5—38.1)
21—25	389	3.5	12.9	3.0	19.4
		(3.0—4.0)	(12.2—13.9)	(2.9—3.2)	(18.1—21.1)
26—30	514	2.8	8.1	2.3	13.2
		(2.5—3.0)	(7.2—8.9)	(2.0—2.5)	(11.7—14.4)
31—35	180	1.5	4.9	1.3	7.7
		(1.0—1.8)	(4.2—5.3)	(1.2—1.3)	(6.4—8.4)

3. 中华按蚊幼虫孳生与降雨量的关系: 中华按蚊幼虫数量与降雨有较为密切的关系。在平原地区, 降雨量增加, 意味着地面水增多, 孳生地面积扩大, 其结果必然增加了中华按蚊幼虫孳生的数量。但是, 平原地区降水量增多, 要在适当的时机才有利于中华按蚊孳生。一般说来, 在5~7月份有异常大的降水量时, 由于当时气温正适于中华按蚊幼虫孳生季节, 则意味着中华按蚊蚊群数量将出现大幅度增长, 这时必须加强防治工作, 警惕疟疾病猛增, 甚至出现暴发流行。在山区, 则情况截然相反, 过多的降雨量必然加速山区溪、河中水的流速, 起着冲刷作用, 使中华按蚊幼虫不能生存, 造成孳生地面积反而缩小的结果, 山区如遇天旱, 由于溪、河水量少, 流速慢, 甚至引起断流, 形成多处河床、溪床积水, 此时反而增加了中华按蚊孳生地的面积, 造成中华按蚊蚊群数量增多, 引起疟疾发病上升, 甚至出现暴发流行。

二、中华按蚊成蚊的生态习性

1. 成蚊季节消长: 了解当地中华按蚊季节消长, 对进一步掌握疟疾传播高峰季节, 从而在关键时刻集中有限的杀虫剂予以打击, 将收到较为明显的效果。但中华按蚊季节消长, 在不同的纬度, 不同地形, 不同农作物, 或同一农作物地区(如水稻作物区)因不同耕作制度(如单季稻、双季稻), 有着明显的差异, 表2中列举了苏、鲁、豫、皖四省及湖北省鄂东南、鄂中、鄂西北等不同地区中华按蚊季节消长情况, 即可发现其中有着明显的差异。因此, 决不可将外地中华按蚊季节消长情况当作本地的情况机械地加以应用。在调查本地中华按蚊季节消长时, 又必须连续观察几年, 才能找到其规律性。不可将一年的观察情况当作本地中华按蚊季节消长规律, 因为很可能在观察的这一年里由于气候或其它的因素使中华按蚊季节消长出现了异常的情况, 仅仅观察一年就有可能把这种异常情况当作本地中华按蚊季节消长规律, 从而在采取针对性的防制措施时, 往往不能掌握正确的时机, 导致失败。

2. 农作物对中华按蚊数量的影响: 稻田是中华按蚊幼虫主要孳生地之一。因此, 凡是大面积种水稻作物的地区, 中华按蚊的数量都有明显增长, 如江苏沐阳县, 在早改水前室内中华按蚊密度为每人工小时0.07只; 早改水后, 室内中华按蚊密度每人工小时达88.3只, 增长了1260倍。襄樊市在早改水前(1962年)人房通宵观察平均每夜捕到中华按蚊4只, 早改水后, 人房人工捕蚊15分钟即捕到中华按蚊141只, 增长100倍以上。

3. 栖息习性: 根据 R.Senior-White 氏 1954 年所下的定义: 按蚊的家栖习性系指该种按蚊生殖营养周期的全部或大部分时间在室内 (包括畜舍) 渡过; 野栖习性则指该种按蚊生殖营养周期的大部分时间在野外渡过。中华按蚊的栖息习性并不符合上述两种情况, 根据山东济宁调查结果, 白天在牛房中捕获的中华按蚊占总捕获量的 55%, 在野外捕获的中华按蚊占总捕获量的 38%, 在人房内捕获的中华按蚊占总捕获量的 7%。河南商丘观察, 白天在人房捕获中华按蚊数量为 0.04 只/幢次, 畜舍为 1.28 只/幢次, 野外为 0.12 只/处次。在不同栖息场所中捕获的中华按蚊, 从其生理状态情况看, 除人房中未发现未吸血的中华按蚊外, 其它如畜舍及野外栖息场所中处于不同的营养生殖周期的都占有一定的比例 (表 3)。湖北省郧县 1973 年白天在牛房中捕到中华按蚊 214 只, 其中胃血处于半消化及孕卵状态者占捕获总数的 23.40%。以上调查情况说明中华按蚊有一部分蚊虫在野外渡过其生殖营养周期, 而另一部分则在室内 (主要在牛房内) 渡过其生殖营养周期。因而从栖息习性上来说, 应属于半家栖 (或半野栖) 的蚊种。中华按蚊在野外的栖息场所, 除废砖窑、涵洞等外, 农作物中以黄豆地最多, 其次为水稻田, 其它如红薯、棉花、南瓜地中也有发现。

4. 吸血习性:

(1) 嗜血习性: 根据河南商丘观察结果, 在人与牛相隔 100 米的情况下, 日落后同时在人、牛身上捕捉吸血中华按蚊 2 个小时, 在人身上捕到 27 只, 而在牛体上捕到 126 只, 人:牛=1:6。贵州晴隆观察, 当牛在村内时, 在人房中捕获到 34 只中华按蚊, 牛房中捕获到 233 只, 人:牛=1:6.8; 当牛离开村庄后, 在人房内捕获到中华按蚊 244 只, 牛房内捕到 7 只, 人:牛=35:1。由此

可见, 中华按蚊是一种偏嗜畜 (牛、猪) 血并兼吸人血的蚊种。中华按蚊在自然状况下嗜人血指数, 山东济宁为 15.86~17.70%, 江苏邳县为 13.53%, 湖北应山为 13%, 以河南商丘最高达 35%。

(2) 夜间吸血活动: 中华按蚊吸血活动一般在日落后 15 分钟开始, 多数地区的观察上半夜吸血蚊数量大于下半夜。中华按蚊吸血活动与气温有密切关系, 根据四川省花溪地区观察, 当气温达 9.1℃~11℃ 时, 中华按蚊开始吸血, 当气温为 4.9℃~8.6℃ 时, 中华按蚊吸血活动停止。因此, 一般说来, 10℃ 是中华按蚊开始吸血的临界温度。此外, 在河南商丘还观察到部分孕卵中华按蚊再次吸血的现象, 在 7 月份占 48.28%, 8 月份占 48.38%, 9 月份占 35.26%, 10 月份占 24.79%, 除孕卵蚊再次吸血现象外, 还观察到产过 5 次卵以上的衰老蚊虫要吸 2~4 次血才产卵的现象, 这种情况占观察蚊虫数的 27.5%。

5. 蚊群数量: 这里主要是指中华按蚊侵袭人的数量, 一般用平均每人每夜被中华按蚊叮咬的数量——叮人率表示。叮人率因地、因季节不同而异 (表 4)。中华按蚊叮咬人的数量与传播疟疾的强度有密切关系, 数量愈大, 感染疟原虫的蚊数愈多, 将疟疾传播出去的机会也就越多。虽然中华按蚊数量不是显示疟疾传播强度的唯一指标, 但是用同一种方法在同一个月份进行叮人率的观察, 可以粗略地判断几个地区疟疾的流行强度。

6. 中华按蚊的寿命: 中华按蚊的寿命情况可以通过实验室饲养方法和现场采集雌蚊进

表 3 河南商丘不同栖息场所中华按蚊生理状况

胃血消化状况	野 外	畜 舍	人 房
未吸血	2.82%	4.5%	0
新吸血	37.0%	44.1%	38.5%
半消化	8.7 %	24.0%	46.1%
孕 卵	26.1%	27.4%	15.4%

行卵巢解剖后,根据经产卵蚊所占的百分率,通过计算获得。中国医学科学院寄研所在河南商丘用以上两种方法同时对当地中华按蚊进行了观察,其结果见表5、表6。从实验室饲养中华按蚊存活情况看,其平均寿命为12.1天,而从畜舍捕获的中华按蚊经解剖观察计算其平均寿命为8.15天。实验室内饲养者其平均寿命显然较自然界捕获者为长,其主要原因显然由于中华按蚊在自然界受到各种外界因素影响所致。

表4 不同地区各月中华按蚊叮咬人的数量

地 点	叮 人 率				
	六月	七月	八月	九月	十月
江苏沭阳	—	7.0	23.4	6.3	0.2
河南商丘	—	27.5	14.2	7.8	—
湖北应山	82.0	50.0	40.0	15.5	—
湖北均县	—	95.5	150.1	18.7	—

表6 河待商邱(1975)畜舍中捕获的中华按蚊寿命

月	观察蚊数	经产卵蚊率	日存活率*(P)	平均寿命** (天)
6	310	0.690	0.8837	7.98
7	672	0.628	0.8564	6.41
8	389	0.663	0.8720	7.30
9	345	0.838	0.9428	16.50
10	31	0.936	0.9781	44.52
Σ	1747	0.694	0.8854	8.15

* $P = M/n$ M=经产卵蚊率 n=当时完成生殖营养周期所需的天数

**平均寿命即为可预期的寿命 $\frac{1}{-logp}$ 或 $\frac{1}{-lnp}$

$\frac{1}{logcp}$ 即日存活率的自然对数负值的倒数。

三、中华按蚊的传疟作用

1. 子孢子自然感染情况:从表7中可以看到解放后各地把所进行的中华按蚊唾液

腺解剖,子孢子自然感染率在0.01%~0.50%之间。从河南民权县(1974)分月解剖情况看,7月份子孢子自然感染率为0.07%,该月叮人率为27.5只/人·夜;8月份自然感染率为0.08,该月叮人率为14.2只/人·夜;9月份自然感染率为0.10%,该月叮人率为7.8只/人·夜。如果用各月叮人率与该月腺自然感染率的乘积这一最简单、最粗略的方法计算该月疟疾感染情况,则7月份疟疾可能的感染率为1.9%,8月份为1.1%,9月份为0.8%。虽然这种计算方法所得的结果要比实际情况偏高,但也可以从一个侧面看出中华按蚊的传疟作用是

表5 河待商邱室内饲养中华按蚊平均寿命

批号	观察蚊数	饲养时间	气温(℃)	平均寿命(天)
1	30	7.28—8.20	23.2—28.4	14.3
2	32	8.3—8.27	21.9—28.4	14.5
3	70	8.13—9.18	17.2—27.9	10.5
4	59	8.15—9.9	21.4—27.9	9.6
5	82	8.19—9.15	17.2—27.9	11.2
6	26	8.19—9.23	17.2—27.9	14.1
7	19	8.20—10.7	13.6—27.0	14.6
8	80	8.29—10.5	13.6—26.9	12.8
9	61	9.1—9.23	17.2—26.9	12.9
Σ	495	7.27—10.7	13.6—28.4	12.1

表7 解放不同地区中华按蚊腺自然感染率

地 点	年代	解剖蚊数	腺自然感染率(%)
湖南郴县	1955	7808	0.04
贵州凯里	1957	9969	0.01
安徽祁门	1959	206	0.44
江苏滨海	1961	807	0.49
震泽	1962	213	0.50
四川长宁	1957	6422	0.03
河南民权	1974	6983	0.09
山东济宁	1975	3196	0.47

相当强的。

2. 潜在传疟蚊的比率：根据1年中各月份解剖中华按蚊卵巢记录每只雌蚊卵小管膨大的数目，计算各月中华按蚊生理年龄的组成，然后根据各月平均气温饲养观察雌蚊完成生殖营养周期所需的天数，再计算该月完成子孢子发育所需的天数；根据上述计算结果，推算出各月份蚊群中实际有活到能够传播疟疾的蚊虫所占的比率，即所谓潜在传疟蚊的比率。表8与表9为河南商丘及广州市各月中华按蚊生理年龄组成情况。

表8 1975—76年河南商丘地区畜舍中华按蚊生理令期组成

月 份	观察蚊数	生 理 令 期 百 分 组 成									潜在传疟蚊百分比
		0	1	2	3	4	5	6	7	新产卵	
6	310	30.97	43.87	12.90	6.77	1.61	0.65	0	0	3.23	2.26
7	1378	37.89	22.79	25.45	8.13	1.67	0.15	0	0	3.92	9.95
8	1326	34.01	23.83	24.43	7.62	2.49	0.38	0	0	7.24	2.87
9	371	16.17	29.92	22.37	13.48	6.74	3.23	1.35	1.35	5.39	2.70
10	31	6.47	9.68	12.90	25.81	19.35	6.45	3.23	6.45	9.68	—

表9 1963年广州地区牛栏中华按蚊生理令期组成

月 份	观察蚊数	生 理 令 期 百 分 组 成								潜在传疟蚊百分比
		0	1	2	3	4	5	6以上		
1	27	37.04	44.74	7.41	14.81	0	0	0	—	—
2	223	54.26	29.15	8.97	4.93	2.24	0.45	0	—	—
3	522	52.11	39.46	6.51	1.53	0.39	0	0	—	—
4	570	64.91	30.35	4.04	0.70	0	0	0	—	—
5	456	45.62	46.71	5.70	1.75	0.22	0	0	1.97	—
6	187	62.57	24.06	8.02	3.21	1.07	1.07	0	5.35	—
7	300	65.33	25.67	6.67	2.00	0.33	0	0	2.33	—
8	309	80.26	16.50	2.27	0.65	6.32	0	0	0.97	—
9	394	78.93	15.48	4.31	0.76	0.26	0.26	0	19.26	—
10	528	47.35	34.24	4.01	3.79	1.14	1.52	0.95	3.61	—
11	444	27.26	40.54	19.14	7.88	3.60	0.90	0.68	5.18	—
12	287	28.28	36.59	17.42	9.06	4.53	1.39	2.79	—	—

以上情况，说明不同月份潜在传疟蚊的比率不同，河南商丘以7月份最高，占解剖总数的9.95%，而广州则以6月份最高，占解剖总数的5.35%。从两地解剖情况看，我国中部中华按蚊潜在传疟蚊比率显著高于我国南方的中华按蚊。

3. 媒介能量，根据Garrett-Jones (1964) 指出，媒介能量（或称媒介传疟潜能）是，

通过当地媒介条件，一个病人在一天内直接传播出去的病人人数，其计算公式是：

$\frac{ma^2 p^n}{-\log p}$ ，计算方法如下：

ma = 中华按蚊叮人率（只/人·夜）。

a = 中华按蚊每天吸人血指数（吸人血指数 × 每天吸血频率）

p = 中华按蚊每天的存活率

$m^{\frac{1}{n}}$ m = 经产卵蚊比率

n = 完成生殖营养周期所需天数

n = 完成子孢子所需的天数

p^n = 中华按蚊完成子孢子所需的天数后的存活率

$\frac{1}{-\log p}$ 中华按蚊平均生存天数（即中华按蚊可预期的寿命）亦即中华按蚊存活率自然对数负值的倒数

以上各数的乘积就是中华按蚊某月的媒介能量，具体说来就是：

$$ma \times a \times p^n \times \frac{1}{-\log p}$$

中国医学科学院寄研所在河南省商丘观察各月媒介能量与下一个月疟疾发病率的关系见表10。

表10 河待商邱各月份媒介能量与下一个月份疟疾发病率

年 代	各月媒介能量及（下一个月疟疾发病率%）			
	六 月	七 月	八 月	九 月
1 9 7 5	0.44(0.48)	1.69(0.59)	0.43(0.20)	0.71(0.23)
1 9 7 6	0.07(0.12)	2.65(0.70)	0.24(0.12)	0.18(0.01)
1 9 7 7	0.08(0.08)	0.24(0.44)	0.10(0.05)	0.03(0.02)

从上表中可以看出7月份媒介能量增高，引起8月份疟疾发病率的增加。因此，对媒介能量按月进行观察，一般说来，可以大体预测下一个月疟疾发病趋势。