

# 上海常見蚊種對犬絲蟲(*Dirofilaria immitis* (Leidy, 1856) Railliet and Henry, 1911) 的感染試驗\*

傅 廷 榮

## 緒 言

犬絲蟲在我國很為常見，在目前，國內尚無其他絲蟲病的實驗動物，它仍不失為實驗研究的工具之一。關於其蚊蟲媒介，據文獻記載，在國內僅馮蘭洲氏<sup>[1]</sup>在北京曾以人工感染試驗，證明當地的朝鮮伊蚊(*Aedes koricus*)及中華按蚊(*Anopheles hyrcanus* var. *sinensis*) 適宜於此絲蟲完全發育，派氏按蚊(*Anopheles pattoni*) 及淡色庫蚊(*Culex pipiens*)未獲成功，三帶喙庫蚊(*Culex tritaeniorhynchus*)及貪食庫蚊(*Lutzia vorax*)因不易吸血而無結果。

本試驗是在上海地區以幾種普通常見蚊種進行人工感染，以 Kartman 氏<sup>[2]</sup> 1954 所建議的實驗感染指數(Index of experimental infection)比較牠們對此蟲的感受力，論定其為媒介與否。

## 材 料 與 方 法

1. 蚊蟲：根據劉維德氏<sup>[3]</sup>上海蚊類調查，本地有 16 種蚊蟲。其中最常見的有：淡色庫蚊(*Culex pipiens* var. *pallens*)、三帶喙庫蚊(*Culex tritaeniorhynchus*)、白紋伊蚊(*Aedes albopictus*)、中華按蚊(*Anopheles hyrcanus* var. *sinensis*)、騷擾阿蚊(*Armigeres obturbans*)及棕尾庫蚊(*Lutzia fuscans*)等 6 種。本試驗也僅就這幾種常見蚊種進行人工感染。此外，亦曾試過少數魏仙庫蚊(*Culex vishnui*)。

各試驗蚊種，除白紋伊蚊多數來自本院昆蟲室經三年飼養繁殖外，其餘均採自野外自然孳生地。

2. 蚊蟲的餵血方法及飼養：絕大部分是從野外採回蚊蛹，少數採回四齡的幼蟲，在恆溫恆濕(溫度 25°—28°C，相對濕度 75—85%)養蚊室內羽化，之後即喂以蔗糖水棉花 4—5 天。再斷食斷水 1—2 天後喂以犬血。喂血方法有二，一為小紗罩法，即將試驗蚊蟲盛於 45 × 20 × 12 厘米馬鞍形紗布小籠中，綁在犬身上，其身上的毛則在叮刺前一天剃去。喂血時，不論晝夜，籠外均蓋以黑布，如此喂血達 2 小時後，將飽血者取出盛在紗籠

\* 本工作是在人民解放軍醫學科學院進修期間進行，在龔建章教授指導下進行的，特此致謝並敬意。  
1958 年 4 月 24 日收到。

內,仍喂以糖水棉花在養蚊室中飼養至 15 天,並每日記其死亡數量。

另一為大籠法,即將犬置於細銅紗大籠中(45×60×80 厘米),再將蚊蟲放入,不論晝夜,籠外都蓋以黑布,喂血 2 小時後,將飽血的蚊取出,放入紗籠內,照上述方法飼養。因一般蚊蟲在大籠中容易吸血,故幾乎均用此法。

本試驗是以計算每蚊吸入微絲蚴實際數目為標準,故一般在吸血試驗時不再計算病犬之末梢血液微絲蚴的數量。在喂血時間內,記錄其溫濕度。

3. 計算吸入微絲蚴的數量: 喂血後即在 1/2—1 小時內,解剖其中一部分飽血蚊蟲(15—32 個),將胃及馬氏管分置於玻片二端,加 3% 的醋酸於馬氏管上,使其透明,當即在顯微鏡下檢查及計數進入的微絲蚴。另將飽血的胃以解剖針挑破後,將血液擠出,和生理鹽水混和製成血塗片,乾後浸水溶解血色素,在顯微鏡下,計數微絲蚴。

當解剖時如胃血已開始凝結,則以解剖針小心將血塊與胃膜分離,並分割成非常細小的血塊,塗成血片。脫血色素後,如仍有血塊小粒存在,則滴以少許 0.5% 的醋酸,讓其透明,檢查甚為方便,一般不易將微絲蚴遺漏。胃血加馬氏管中的微絲蚴之和,即為該蚊吸入的微絲蚴總數。

4. 解剖: 據 Kartman 氏 1954 認為,喂血後 15 天以內,在一般蚊蟲中微絲蚴均能發育成感染性幼蟲,故在 15 天內,除死亡或特為觀察發育過程外,均不解剖。

喂血後第 8 天以前僅觀察胃及馬氏管,第 8 天以後,則分馬氏管、腹、胸及頭喙等部,檢查幼蟲在各部分佈和發育情況。如經觀察後,在必要時,再以解剖針分離各蟲體,進行仔細檢查。

感染期幼蟲在 5% 福馬林固定 1—2 天後,用顯微鏡投影器(Camera lucida)測量其大小,並描繪其尾部形態。

5. 犬及犬絲蟲: 本試驗用的犬來自上海本地附近土種,選擇了一個中型,雄性犬即 I 號犬,作為各蚊種感染的比較試驗。這樣材料即屬一致。該犬除血液中有犬絲蟲微絲蚴外,糞檢證明有輕度鈎蟲寄生。

6. 有關名詞: 為了便於明瞭文中敘述及表內數字有幾種名詞說明如下: 蚊體內各期發育的絲蟲幼蟲與一般常用的相同,分為臘腸期,感染前期及感染期。

陽性蚊子——凡體內發現有感染期幼蟲的蚊蟲,始作為陽性。

蚊蟲之微絲蚴吸入量——一批蚊蟲喂血後,於 1/2—1 小時內抽樣解剖,計算其胃血及馬氏管內的平均微絲蚴數,即為平均每蚊吸入之微絲蚴數。

$$\text{感染率} = \frac{\text{喂血後第 15 天的陽性蚊數}}{\text{喂血後第 15 天解剖的總蚊數}}$$

$$\text{蚊蟲存活率} = \frac{\text{喂血後第 15 天所存活的蚊數}}{\text{喂血後飼養的總蚊數}}$$

發育率(即 Kartman 氏所稱的 Host efficiency) =  $\frac{\text{喂血後第 15 天解剖蚊蟲中平均每蚊所含的感染期幼蟲數}}{\text{平均每蚊吸入微絲蚴數}}$

第一實驗感染指數(Index of experimental infection) = 感染率 × 發育率 × 存活率(Kartman<sup>[2]</sup>)。

第二實驗感染指數 = 感染率 × 發育率。

## 試 驗 結 果

自 1956 年 5—12 月,先後曾試驗過白紋伊蚊 19 批,中華按蚊 3 批,淡色庫蚊 4 批,三

帶喙庫蚊 2 批，騷擾阿蚊 3 批，棕尾庫蚊 2 批，及魏仙庫蚊 1 批，將其結果分述如下：

1. 各試驗蚊種的實驗感染指數——各蚊種感染微絲蚴後，在相似條件下飼養。經過 13—15 天後解剖，以 Kartman 氏<sup>[2]</sup>所建議的實驗感染指數計算，所得結果如表 1。

根據表 1，在本實驗條件下，以白紋伊蚊的第一感染指數最高，淡色庫蚊及中華按蚊次之，三帶喙庫蚊最差，至於騷擾阿蚊的試驗結果則全屬陰性。由於影響各蚊種死亡的因素甚為複雜，如略去不計，可以得出第二指數 ( $I \times II$ )，則以中華按蚊的感染指數最高，白紋伊蚊及淡色庫蚊次之，三帶喙庫蚊更次之，騷擾阿蚊等於零。但僅以感染率而論，則以淡色庫蚊為最高，中華按蚊和白紋伊蚊次之，三帶喙庫蚊最低。以發育率而論，以中華按蚊為最高，白紋伊蚊次之，淡色庫蚊和三帶喙庫蚊最低，騷擾阿蚊等於零。以蚊蟲存活率論，淡色庫蚊和白紋伊蚊最高，三帶喙庫蚊次之，中華按蚊和騷擾阿蚊最低。

表 1 各蚊種的實驗感染指數

蚊 種	試驗 蚊數	第 15 天 解剖蚊數	平均每蚊 吸進微絲 蚴數	陽性 蚊數	平均每蚊所 含之感染期 幼蟲數	感染率 (%) I	發育率 (%) II	存活率 (%) III	實 驗 感 染 指 數		備 註
									第 一 $I \times II \times III$	第 二 $I \times II$	
中華按蚊	188	42	24.1	8	9.62 (1—17)	19.04	7.57	17.02	0.002453	0.0144	試驗 2 次
白紋伊蚊	531	353	19.2	64	4.23 (1—23)	18.13	4.01	62.88	0.004571	0.0072	試驗 4 次
淡色庫蚊	255	103	163.7	50	7.17 (1—14)	48.54	1.01	72.16	0.003507	0.0049	試驗 4 次
三帶喙庫蚊	187	41	34.0	3	1	7.31	0.21	30.48	0.000047	0.00015	試驗 2 次
騷擾阿蚊	268	64	51.3	0	0	0	0	12.31	0	0	試驗 3 次

2. 犬絲蟲幼蟲在各蚊種內發育情況 (表 2—4)——微絲蚴進入白紋伊蚊的馬氏管後，很快即開始發育，第一天即能見到微絲蚴稍稍變粗短，活動減弱，開始轉變為臘腸期，第 2 天以後，牠變成臘腸期幼蟲，但是在第 3 天起，常可以見到發育不良的矮小型幼蟲，或行將消化的顆粒狀殘軀或角質化的幼蟲。第 7 天即可在馬氏管檢到感染前期幼蟲，第 9 天同馬氏管和頭喙發現感染期幼蟲，但幼蟲發育過程非常不一致，據表 2，絲蟲幼蟲發育至第 15 天，其感染期佔 22.3%，其正常的感染前期幼蟲佔 29.3%，其正常的臘腸期佔 26.8%，而尚有為數不少的臘腸期矮小的幼蟲和極少數的感染前期的矮小型幼蟲，恐係發育不良，另外還有少數死亡角質化了的臘腸期幼蟲，這表示牠發育很不一致。感染期幼蟲大小為  $700—1190 \times 25—40$  微米 ( $1021 \times 32.3$  微米)。

在中華按蚊中，各期幼蟲發育一般均較遲緩，第 4 天始在馬氏管見有臘腸期幼蟲，第 11 天發現有感染前期，第 14 天始見到感染期幼蟲，第 15 天它逸出至胸腹及頭喙部。一般的說，牠在中華按蚊發育，比在白紋伊蚊較晚 4—5 天。據表 2，第 15 天解剖所見，感染前期幼蟲佔 40.3%，而感染期幼蟲僅佔 26.1%。在該蚊中，不少感染前期幼蟲 (14.5%) 屬矮小型變態。尤當幼蟲數量較多時，互相擠擁，矮小型的更為常見，如在第二、三批蚊中，因該批蚊子多數為自野外採回的三、四齡幼蟲在實驗室中羽化的，體型較正常者為小，幼蟲在其中發育不良的更多。矮小型的幼蟲大部器官雖然分化很好，但表皮縐褶，極為矮小，有如昆蟲蛹狀。感染前期幼蟲活動力亦差，僅見能蠕蠕地動而已。該蚊中感染期幼蟲大小為  $670—880 \times 20—40$  微米 ( $775.71 \times 25.7$  微米)，較在其他蚊為小。

在三帶喙庫蚊中，吸血後第 2 天，胃血中的微絲蚴都是死亡及被消化狀態，蟲體變態，

內部發生空胞,含有棕黃色斷續的鏈珠狀顆粒,其身體多為伸直,第6天後,胃中已不復見到其殘軀。凡能進入馬氏管中的幼蟲,有些能繼續發育成長,但亦有部分死亡,蟲體成顆粒狀,為行將被消化的殘軀。吸血後第7天,馬氏管中則見有發育正常的臘腸期幼蟲。第9天在馬氏管中開始見到感染期幼蟲,但於第14天始在頭喙部發現它。冬幼蟲期中未見有角質化或矮小型變態。但在第15天解剖,62.5%的幼蟲仍滯留在臘腸期,同時解剖所得陰性的蚊子佔很大數量,因此,感染率很低(7.3%),幼蟲發育率也非常之低(0.21%)。在該蚊中所檢獲的感染期幼蟲較其他蚊中為大,為1120—1270×30微米(1195×30微米)。

淡色庫蚊的情況與三帶喙庫蚊相似,大部分微絲蚴留於胃血內,先後死去或被消化,但凡能進入馬氏管的,於第6天,均已呈正常發育的幼蟲,亦未見有角質化或矮小變型。在第8、10天先後在馬氏管中發現感染前期及感染期幼蟲,在第13天於頭喙部檢到感染期幼蟲,大小750—1200×20—50微米(1074×32.5微米)。第15天解剖所見,感染前期和感染期幼蟲各佔4.9%和95.0%,可以說犬絲蟲在該蚊中後期發育一般是較順利的。

在騷擾阿蚊中,與上述諸蚊情況大為不同,微絲蚴被吸進胃部後,雖然在很短期內即大批進入馬氏管,但在吸血後第1天,留在胃血中的微絲蚴幾乎均已死亡,體軀伸直或彎曲,內容模糊,呈棕黃色;但凡進入馬氏管中的微絲蚴,於第3天開始發現角質化,第5天後,雖然馬氏管中還偶然可見到少數正常但已死亡微絲蚴及極少數後部稍形脹大的最早期臘腸期幼蟲存在,然而管中多為角質化的微絲蚴,同時往後解剖,結果陰性的蚊子漸見增加。第15天解剖,在蚊子中能發見的微絲蚴已全部成為角質化,毫無發育。

表2 吸血後第15天犬絲蟲幼蟲在各蚊種中發育各期的百分比

蚊 種	解剖 蚊數	檢査 蟲數	微 絲 蚴 (%)			臘腸期幼蟲 (%)			感染前期幼蟲 (%)			感染期幼蟲 (%)		
			正常	矮小	角質化	正常	矮小	角質化	正常	矮小	角質化	正常	矮小	角質化
白蚊伊蚊	353	1219	0	0	0	26.82	19.03	1.80	29.36	0.65	0	22.31	0	0
中華按蚊	35	295	0	0	0	18.64	0	0.33	40.33	14.57	0	26.1	0	0
三帶喙庫蚊	41	8	0	0	0	62.5	0	0	0	0	0	37.5	0	0
淡色庫蚊	103	181	0	0	0	0	0	0	4.97	0	0	95.02	0	0
騷擾阿蚊*	26	303	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0

\* 檢獲極少數的最早期臘腸期幼蟲,實際上仍可認為微絲蚴。

表3 犬絲蟲幼蟲在蚊體內發育各期最早檢獲的日期

蚊 種	各 期 幼 蟲 最 早 檢 出 日 期 ( 吸 血 後 天 數 )					
	臘 腸 期	感 染 前 期	感 染 期			
			馬 氏 管	腹 部	胸 部	頭 喙 部
白 紋 伊 蚊	1	7	9	9	9	9
中 華 按 蚊	4	11	14	15	15	15
三 帶 喙 庫 蚊	3	9	9	12	12	14
淡 色 庫 蚊	6**	8	10	13	13	12
騷 擾 阿 蚊	5***	—	—	—	—	—

\*\* 吸血後第6天始解剖,當時見有臘腸期幼蟲。

\*\*\* 僅尾部稍形擴大,為最早期的臘腸期幼蟲,或仍可認為微絲蚴。

表 4 各蚊種體內之犬絲蟲感染期幼蟲的大小

蚊 種	幼蟲檢出 部 位	測 量 蟲 體 數	長 度 (微 米)			闊 度 (微 米)		
			最 小	最 大	平 均	最 小	最 大	平 均
白紋伊蚊	頭喙部	25	700	1190	1021	25	40	32.3
白紋伊蚊	馬氏管	7	840	1110	990	25	40	30
中華按蚊	頭喙部	7	670	880	775.7	20	40	25.7
三帶喙庫蚊	頭喙部	2	1120	1270	1195	30	30	30
淡色庫蚊	頭喙部	13	750	1200	1074	20	50	32.5
淡色庫蚊	馬氏管	10	880	1030	962	25	30	26

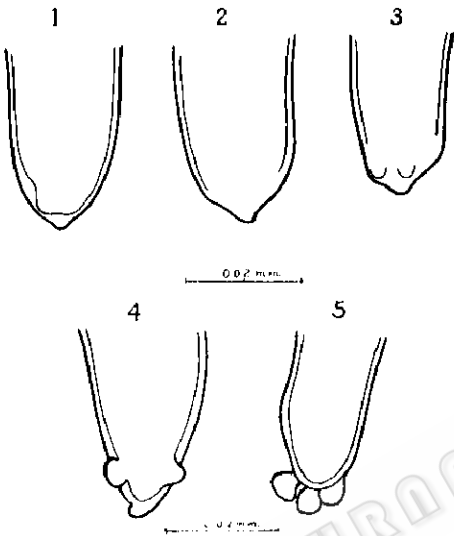


圖 1

- 1. 狗絲蟲傳染期幼蟲的尾端，側面。
- 2. 狗絲蟲傳染期幼蟲的尾端，背面。
- 3. 狗絲蟲傳染期幼蟲的尾端，腹面。
- 4. 馬來絲蟲傳染期幼蟲的尾端，腹面。
- 5. 班氏絲蟲傳染期幼蟲的尾端，腹面。

以白紋伊蚊為最佳，不論在任何方式及時間，在很短時間內即有大批蚊子飽血，經 2 小時後平均 90% 以上的蚊蟲飽血，多次試驗中達到 100% 者亦不罕見。淡色庫蚊吸血率最低，平均僅 16%，有時甚至僅有 1% 飽血，棕尾庫蚊 60 個分二次喂血，並曾讓其過夜，結果全部不吸血。

犬血進入蚊胃後，在淡色及三帶喙庫蚊即開始有凝固現象。但在中華按蚊很為遲緩，只見有血球凝集而已。白紋伊蚊和騷擾阿蚊介乎前述二者之間，有輕度凝固現象，吸血 24 小時後，中華按蚊和白紋伊蚊的胃血中尚有活的微絲蚴，而在庫蚊及阿蚊中所存在的微絲蚴已呈死的狀態，不久被消化了。

4. 蚊子吸進微絲蚴數的差異——以來自同一孳生地，相同蚊齡的蚊蟲，同時在同一犬身上喂血 2 小時，經解剖所見，各蚊種個體所吸取的微絲蚴數相差甚為懸殊(表 6)。試驗各蚊種，情況均如此。例如當犬末梢血液 20 立方毫米中有 59 條微絲蚴時，有部分白紋伊蚊已不能吸到微絲蚴，但另一情況，當 20 立方毫米血中僅有 1.3 條時，仍有部分蚊蟲能吸

表 5 各蚊種在實驗室內吸犬血的比較(大籠喂血法，溫度 = 22—31°C，相對濕度 = 80—95%，吸血 2 小時)

蚊 種	試驗蚊數	吸血蚊數	吸血率(%)
白紋伊蚊	2458	2189	90%
中華按蚊	465	334	72%
三帶喙庫蚊	988	492	50%
騷擾阿蚊	700	321	45%
淡色庫蚊	1830	305	16%
棕尾庫蚊***	60	0	0

\*\*\* 其中一次，用小紗罩法過夜，均不吸血。

棕尾庫蚊因全不吸血，未得結果。

6 個魏仙庫蚊飽血後第 15 天解剖，均未獲陽性，不見有變性或發育的幼蟲。

3. 吸血情況——在氣溫 22—31°C，相對濕度 80—95% 下，讓各蚊種在大籠中任意叮刺 2 小時，同時在叮刺過程中試驗犬一般是在安靜情況下的，各蚊種的吸血率是有顯著不同(表 5)。其中

表 6 各蚊種個體吸進微絲蚴數的比較

蚊 種	試驗日期	解剖蚊數	每 蚊 吸 進 微 絲 蚴 數	平均吸入數	標 準 差
白 紋 伊 蚊	9/X, 56	25	0, 1, 1, 1, 2, 3, 3, 3, 4, 4, 5, 6, 6, 6, 8, 8, 8, 9, 9, 9, 10, 13, 13, 14, 15	6.5	3.46
中 華 按 蚊	29/VIII, 56	25	5, 6, 8, 8, 9, 10, 11, 11, 11, 12, 12, 13, 14, 22, 22, 24, 31, 32, 34, 34, 36, 40, 55, 66, 71	24	18.65
騷 擾 阿 蚊	27/VIII, 56	24	15, 18, 23, 25, 26, 28, 29, 30, 34, 35, 35, 36, 37, 37, 45, 45, 49, 49, 51, 52, 56, 59, 63, 78	39.4	16.37
淡 色 庫 蚊	2/VI, 56	25	11, 18, 26, 27, 27, 28, 34, 36, 47, 49, 50, 52, 55, 65, 71, 82, 86, 87, 89, 92, 116, 120, 144, 145, 154	68.5	41.94
三 帶 喙 庫 蚊	2/VI, 56	32	8, 10, 16, 17, 21, 23, 23, 23, 23, 25, 26, 32, 35, 40, 42, 45, 45, 46, 46, 47, 48, 50, 57, 61, 62, 64, 64, 81, 83, 90, 94, 159	47	30.72

表 7 各批白紋伊蚊個體吸進微絲蚴數的比較

批 號	解剖蚊數	末梢血液中 微絲蚴數/ 20 cmm 血	每 蚊 吸 進 微 絲 蚴 數	平均每蚊吸 進 數	標 準 差
Aed 7.2	31	77	1, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 5, 6, 6, 6, 7, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 19, 20, 20, 21, 22, 22, 51	12.3	9.84
Aed 8.1	25	70	1, 1, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 6, 6, 8, 8, 9, 9, 10, 11, 12, 12, 14, 17, 18, 19, 23, 25, 34	10.5	8.24
Aed 6.3	25	64	1, 1, 2, 4, 4, 5, 7, 7, 7, 8, 8, 9, 9, 10, 10, 10, 11, 11, 12, 12, 13, 18, 18, 35	9.5	6.85
Aed 8.2	32	59	0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 5, 6, 6, 6, 8, 9, 10	2.8	3.00
Aed 10.2	28	2	0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2,	0.4	0.62
Aed 10.1	30	1.3	0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 3, 5	0.7	1.04

到微絲蚴(表 7)。

5. 吸血後 1 小時內微絲蚴在蚊子胃血及馬氏管中分佈情況——每批蚊蟲所吸進的微絲蚴吸血後 1 小時內，在胃血及馬氏管中分佈，在各蚊種中並不一致(表 8)。在騷擾阿蚊中，吸血後 1 小時內即有 29.24% 的微絲蚴進入馬氏管，在白紋伊蚊中亦很順利的到達馬氏管，達 22.43%。但中華按蚊却遠遜於前二者，僅達 2.43%。二種庫蚊中則更差，幾乎全部尚停留在胃中，而且當解剖所見，吸血後 1 小時牠們的胃血已開始凝結，如此情況當更不利於微絲蚴進入該二蚊種的馬氏管。

表 8 吸血後 1 小時內微絲蚴在各蚊胃血及馬氏管中的分佈

蚊 種	試驗蚊數	吸進微絲 蚴 總 數	胃 血		馬 氏 管		每蚊平均吸 入微絲蚴數	備 註
			微絲蚴數	佔總數%	微絲蚴數	佔總數%		
騷擾阿蚊	53	2718	1923	70.75	795	29.24	51.20	共試 3 次
白紋伊蚊	101	1943 <sup>1)</sup>	1498	77.09	436	22.43	19.24	共試 5 次
中華按蚊	57	1354	1321	97.56	33	2.43	23.70	共試 3 次
淡色庫蚊	63	10317	10313	99.96	4	0.04	163.70	共試 4 次
三帶喙庫蚊	94	3133	3131	99.93	2	0.07	33.30	共試 4 次

1) 其中有 9 條微絲蚴在脫血色素水中檢到，未計在胃血或馬氏管中。

影響微絲蚴在蚊體內由胃進入馬氏管的因素很多，在表 9 顯示，同一蚊種(白紋伊蚊)各批所吸進的微絲蚴數雖很相近，但當吸血時氣溫條件不同，亦很明顯的影響微絲蚴進入馬氏管的數量，溫度高時，進入的速度較快；反之，較慢。

表 9 在不同氣溫下，吸血後 1 小時內，微絲蚴在白紋伊蚊的胃血及馬氏管內的分佈

溫 度 (C)	相對濕度 (%)	試驗蚊數	吸進微絲 蚴 總 數	平均每蚊吸 進微絲蚴數	胃 血		馬 氏 管	
					微絲蚴數	佔總數的%	微絲蚴數	佔總數的%
28°	90	23	571	24.8	492	86.16	79	13.84
12°	80	23	582	25.3	579	99.48	3	0.52
26°	75	23	284	12.3	248	89.78	29	10.22
12°	75	31	383	12.3	383	100.00	0	0

6. 不同數量微絲蚴與感染率及發育率的關係——在相似條件下，同種蚊子因吸入微絲蚴數量不同，似可以影響其感染率及發育率，試驗的結果指出(表 10、11)，吸入的蟲數愈多，其感染率和發育率愈高，證明了胡梅基氏<sup>[4]</sup>及不少前人的報告。

7. 感染期幼蟲的尾部形態——在顯微鏡下仔細觀察感染期幼蟲的尾部，其尾部末端

表 10 不同數量微絲蚴感染淡色庫蚊的結果

批 號	試驗蚊數	解剖蚊數	平均每蚊吸 進微絲蚴數	感染率(%) I	發育率(%) II	存活率(%) III	實驗感染指數 (I × II × III)
C. P. 2	142	39	68	23.0	0.56	75.30	0.000968
C. P. 3	77	40	230	60.0	0.83	68.80	0.003426
C. P. 6	16	11	236	72.72	1.84	68.74	0.009197
C. P. 8	20	13	209	69.23	1.77	65.00	0.007964

共具有三個半球狀乳頭，腹側部二個，背部中央一個，不過由於觀察蟲體位置不同，尾部乳頭突起又不甚明顯，故常只能見到一個，而不易全數同時看清（圖 1—5）。

表 11 不同數量微絲蚴感染白紋伊蚊的結果

批 號	試驗蚊數	解剖蚊數	平均每蚊吸入微絲蚴數	感染率*(%) I	發育率(%) II	存活率(%) III	實驗感染指數 (I × II × III)
Aed <sub>4</sub> -	100	97	6.5	19.58	14.74	92.0	0.02655
Aed <sub>5</sub> -	119	102	12.3	27.45	9.16	77.3	0.01944

\* 在統計學上這兩感染率無顯著差異。

## 討 論

白紋伊蚊能感染犬絲蟲曾經國外各地試驗得到證明<sup>[3,5,6]</sup>。在國內，僅馮氏<sup>[1]</sup>曾推想其有傳播犬絲蟲的可能性，但未經試驗證明。這次採用上海地區白紋伊蚊，經多次試驗證明均能得到陽性結果。牠的第一感染指數(0.004571)為諸蚊中最高的，其第二指數(0.0072)居於中華按蚊之後，而且犬絲蟲在該蚊胃中比較順利的通過胃壁而到達馬氏管。其發育較為迅速，在吸血後第 9 天即能發育成感染期幼蟲。但在發育過程中，幼蟲發育不一致，吸血後第 15 天尚能檢獲各期幼蟲，且有發育不良及角質化現象。在試驗室條件下，牠嗜犬血的百分率最高，推想在自然界恐也喜吮犬血。在自然界白紋伊蚊孳生甚為普遍，為常見蚊種之一，同時在實驗室亦易繁殖和飼養。根據以上各點，白紋伊蚊不特可供為實驗的傳染媒介，而且可能也是自然媒介蚊種。但 Galliard<sup>[7]</sup>在安南以犬絲蟲感染當地的白紋伊蚊未獲成功。可能由於各地區的蚊蟲和絲蟲的株(Strain)不同而引起的。

其次，中華按蚊的第一感染指數(0.002453)僅次於白紋伊蚊和淡色庫蚊，而第二指數則是最高的。中華按蚊的感染率與白紋伊蚊相差不大，平均感染率為 19.04%，馮氏<sup>[1]</sup>和 Toumanoff 氏<sup>[5]</sup>亦各獲相似的結果。雖然犬絲蟲幼蟲在該蚊中的發育率是這次試驗各蚊中最高者，但是，從它發育過程來看，各期幼蟲較白紋伊蚊的為遲緩，到第 15 天始在頭喙部檢到感染期幼蟲，而且有相當數量的感染前期的幼蟲不能得到良好發育，而呈矮小蛹狀，這很可能是由於其不利於幼蟲發育的關係。至於其吸血率在本實驗室條件下，似為很高，可達 72% 左右。但據胡梅基氏<sup>[4]</sup>試驗本地中華按蚊對各家畜嗜血習性證明，其嗜犬血率很低，僅達 3.6—8.2%。因此可以說在自然條件下，其吸血率不可能如實驗室之高。此外，該蚊經感染後極易死亡。所以綜以上所見，該蚊在實驗室條件下雖然證明其適宜於犬絲蟲發育，但在自然界中，恐怕不若白紋伊蚊之重要。在實驗室中亦因其不易飼養，感染後死亡過多，恐亦不能成為理想的試驗蚊種。

淡色庫蚊在本試驗中，其對犬絲蟲幼蟲的感染率為各蚊中最高者，平均在 48.5%，最高能達 70%。但絲蟲幼蟲在該蚊中的發育率却是很低，僅達 1%。多數微絲蚴均滯留於胃血中，同時胃血亦很快凝固，因此微絲蚴死亡被消化。此外，該蚊的吸犬血率亦非常之低，有時甚至僅為 1% 左右。馮氏<sup>[1]</sup>在北京所獲結果亦為如此。由是之故，可見該蚊不是很適宜的實驗蚊種，其在自然界對此蟲的傳染重要性遠不若前二蚊種，也許不能構成自然傳染媒介。



犬絲蟲幼蟲在三帶喙庫蚊中，一般情況很似前述庫蚊，其實驗感染指數很低，發育情況亦很不良。井上太郎氏<sup>[6]</sup>在日本所得結果亦很類似，證明其不適宜於此蟲的發育。

在騷擾阿蚊中，微絲蚴雖然很快大量進入馬氏管中，但是不久死亡被角質化，未獲感染陽性結果，證明該蚊不宜於此蟲的發育。

棕尾庫蚊則因完全不吸犬血，無法加以觀察。魏仙庫蚊因試驗蚊數過少，不能作出結論。

從以上所見，各試驗蚊種對犬絲蟲有不同的實驗感染指數，不僅反映在感染率的高低上，而且同時亦反映在發育率的高低上，如僅僅從其感染率或感染強度決定其為傳染媒介的優劣，是不恰當的（胡氏<sup>[8]</sup> Newton, Wright & Pratt<sup>[9]</sup>, 1945 等）。例如本試驗的結果，淡色庫蚊的感染率為諸蚊中最高，但發育率甚低，同時吸犬血率也很低，所以牠對此蟲的傳播重要性大大降低。又如中華按蚊的發育率是諸蚊中最高的，感染率亦不低，然其存活率甚低，更因其在自然界不甚嗜犬血，故其傳播重要性亦大大降低。關於感染後的蚊子存活率，Kartman 氏<sup>[2]</sup>曾強調提出過，當然這也反映出蚊子與絲蟲的傳染關係之一；但是由於影響蚊蟲死亡的因素甚為複雜，因此感染後蚊蟲的死亡很難僅僅歸之於受絲蟲發育之影響，也很難確定其壽命之長短。所以本試驗除第一實驗感染指數外，又從其感染率和發育率得出第二實驗感染指數，以為參考。

犬絲蟲幼蟲在蚊體內發育時間，據馮氏<sup>[10]</sup>，胡氏<sup>[8]</sup>，Galliard 與 Dang Van-Ngu 二氏<sup>[11]</sup>等報告長短不一。其最短為 10 天，最長為 15 天。本試驗中在溫度 25°—28°C，相對濕度 75—85% 的條件下，白紋伊蚊及三帶喙庫蚊中最早在吸血後第 9 天發現感染期幼蟲，淡色庫蚊在第 10 天，中華按蚊則較晚，至第 14 天始於馬氏管中見到，但在第 15 天在其馬氏管中尚有很多的傳染前期幼蟲，如時間延長，也許能發育成感染期幼蟲，亦即可能提高該蚊的感染率及發育率。白紋伊蚊亦有類似現象，因此 Kartman 氏<sup>[2]</sup>以蚊蟲吸血後 15 天為規定時間以比較各蚊種的感染效率，是否恰當，值得考慮。

中華按蚊及淡色庫蚊是我國人體絲蟲（班氏和馬來）的主要媒介，同時在我國各人體絲蟲病流行區內犬絲蟲一般是比較常見，因此區別這二種絲蟲在蚊體內的幼蟲形態是有其實用意義的。Rosen 氏<sup>[12]</sup>認為犬絲蟲的感染期幼蟲尾部僅有一乳突，可與人體絲蟲（班氏）區別。但本試驗中所獲的感染期幼蟲經在顯微鏡下仔細觀察結果，尾部具有三個不很顯著的半球形乳突，腹側二，背部一，與翁嘉器氏<sup>[13]</sup>所見的相似，不過由於其突起較小，有時可能不易全部見到。而人體絲蟲感染期幼蟲的很顯著，極易看到，所以容易區別（圖 1—5）。

## 摘 要

以上海常見蚊種：淡色庫蚊、三帶喙庫蚊、中華按蚊、白紋伊蚊、騷擾阿蚊和棕尾庫蚊等 6 種，在相似條件下進行對犬絲蟲的人工感染試驗。結果證明犬絲蟲能在白紋伊蚊、中華按蚊、淡色庫蚊及三帶喙庫蚊完全發育；騷擾阿蚊吸血後，所有進入馬氏管中的微絲蚴全成角質化，不能發育；棕尾庫蚊不能吸血，無法觀察。

各試驗蚊種中以感染率論，淡色庫蚊最高，中華按蚊和白紋伊蚊次之，三帶喙庫蚊最低。以發育率論，中華按蚊最高，白紋伊蚊次之，淡色庫蚊和三帶喙庫蚊最低。以蚊蟲存

活率論, 淡色庫蚊和白紋伊蚊最高, 三帶喙庫蚊次之, 中華按蚊最低。根據 Kartman 氏 (1954) 所建議的實驗感染指數比較各蚊種的感受力, 試驗蚊種中以白紋伊蚊最高, 淡色庫蚊和中華按蚊次之, 三帶喙庫蚊最低。

各蚊種的吸犬血率, 在實驗室條件下, 以白紋伊蚊為最高, 中華按蚊次之, 三帶喙庫蚊及騷擾阿蚊及淡色庫蚊次之。

上述試驗結果指出四種蚊蟲中, 以白紋伊蚊為最適宜的試驗媒介, 也可能是自然媒介; 中華按蚊次之, 其他二種庫蚊更次之, 似不重要。

### 參 考 文 獻

- [1] Feng, L. C.: *Ann. Trop. Med. Parasit.*, **24**: 347, 1930.
- [2] Kartman, L.: *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **3**: 329, 1954.
- [3] 劉維德: 昆蟲學報, **4**: 433, 1954.
- [4] Hu, S. M. K.: *Lingnan Sc. J.*, **16**: 409, 1937.
- [5] Toumanoff, C.: *Revue Med. Franc. d'Extreme-Orient*, **17**: 1000, 1939.
- [6] 井上太郎: 慶應醫學, **17**: 1097, 1937.
- [7] Galliard, H.: *Compt. rend Soc. Biol.*, **125**: 130, 1937.
- [8] Hu, S. M. K.: *Am. J. Hyg.*, **14**: 614, 1931.
- [9] Newton, W. L.: Wright, W. H. and Pratt, L.: *Am. J. Trop. Med.*, **25**: 253, 1945.
- [10] Feng, L. C.: *Chin. Med. J. Suppl.*, **1**: 345, 1936.
- [11] Galliard, H. et Dang Van-Ngu: *Ann. de Parasit. Humaine et Comparée*, **16**: 210, 1938.
- [12] Rosen, L.: *Ann. Trop. Med. Parasit.*, **48**: 318, 1954.
- [13] 翁嘉器: 台灣醫會誌, **42** 卷附錄 2, 95 頁.

## EXPERIMENTAL INFECTION OF LOCAL COMMON MOSQUITOES WITH *DIROFILARIA IMMITIS* IN SHANGHAI AREA, CHINA

FU TING-RONG

*Culex pipiens* var. *pallens*, *Aedes albopictus*, *C. tritaeniorhynchus*, *Armigeres obturbans*, *Anopheles hyrcanus* var. *sinensis*, and *Lutzia fuscans* are common species of mosquitoes found in Shanghai area. Mosquitoes reared from larvae were fed on dog of dirofilarial infection under identical conditions in laboratory. From the result of dissection of the infected mosquitoes after the incubation period of 13—15 days, it was found that microfilaria normally completed its development to infective stage in *Ae. albopictus*, *A. hyrcanus*, *C. pipiens*, and *C. tritaeniorhynchus*. In *Ar. obturbans*, all the microfilariae, though capable of penetrating into the mosquito's Malpighian tubules, perished and chitinized. *L. fuscans* refused to feed on dog-blood.

Of the four species of mosquitoes in which complete development of filarial larva took place, *C. pipiens* was found to have the highest percentage of infection (48.54%). *A. hyrcanus* and *Ae. albopictus* were next in the infection rate (19.04% and 18.13% respectively), and *C. tritaeniorhynchus* was found

to give the lowest rate (7.3%). The development rate (host efficiency of Kartman) of *A. hyrcanus*, *Ae. albopictus*, *C. pipiens* and *C. tritaeniorhynchus* was 7.57%, 4.01%, 1.01% and 0.21% respectively. From these data it was evident that among these, the highest percentage of the ingested microfilariae developed into infective stage in the anopheline mosquitoes, whereas the two *Culex* species were found to have very low development rate. *Ae. albopictus* was next to the anopheline mosquito in the rate. When kept in the laboratory, 72.4% of *C. pipiens*, 62.88% of *Ae. albopictus*, 30.48% of *C. tritaeniorhynchus*, and 17.02% of *A. hyrcanus* survived the incubation period of 13—15 days.

Under laboratory conditions, *Aedes* mosquitoes fed greedily on dog-blood and 90% of them became engorged after 2-hours' feeding. *A. hyrcanus* and *C. tritaeniorhynchus* did bite the dog but not very readily. Only a small percentage of *C. pipiens* (16.6%), when fed on dog, became engorged.

Taking all the above mentioned factors into consideration, transmission of the canine filariasis by the experimental mosquitoes could be evaluated by the index of experimental infection of Kartman. The index was 0.004571, 0.003507, 0.002453 and 0.000047 for *Ae. albopictus*, *C. pipiens*, *A. hyrcanus*, and *C. tritaeniorhynchus* respectively. Considering in addition the biting habits of the mosquitoes it might be, concluded that *Ae. albopictus* is the most appropriate experimental host for the canine filariasis and probably acts as its natural vector. *C. pipiens* seems to appear as a better host than *A. hyrcanus*, but was in fact inferior to it, because of its low rate of development and its reluctance to feed on the dog.

The number of microfilariae ingested by individual mosquitoes fed simultaneously on the same dog varied quite extremely. In *Armigeres* the microfilariae migrated most rapidly into the Malpighian tubules, but in the *Culex* most of them remained in the midgut where they became entangled in the rapidly clotting blood and finally died the next day after feeding. In the anopheline and *Aedes* mosquitoes there were some microfilariae found still alive in the stomach as long as 24 hours after feeding.

Contrary to the finding of Rosen (1955) of a single terminal papilla in the tail of the infective stage of the filarial parasite, there were seen three papillae, one situated dorsally and two subventrally. As compared with the same stage of human filariae these papillae are inconspicuous and easily missed when not viewed from a proper position.