

三种蚤生殖系统的细微结构: 雄性生殖腺的发育

漆 一 鸣

(贵阳医学院)

摘要 本文研究了缓慢细蚤 *Leptopsylla segnis* (Schönherr), 不等单蚤 *Monopsyllus anisus* (Rothschild) 和猫栉首蚤指名亚种 *Ctenocephalides felis felis* (Bouché) 雄性生殖腺的结构, 观察了从3龄幼虫至成虫成熟各发育时期雄性生殖腺的内部结构变化。依据睾丸芽的发育、精子细胞的生成、变形、精子束的发育和雄性生殖腺的成熟等, 把雄性生殖腺的发育分为五期10个阶段。本文对睾丸的结构、精囊数目与精子束数目的关系、精子束的发育及精子束在睾丸内的运动、雄蚤羽化晚于雌蚤的原因、睾丸塞的发育与雄蚤的成熟等问题进行了分析和探讨。

关键词 缓慢细蚤 不等单蚤 猫栉首蚤

关于蚤生殖腺在变态发育中内部结构变化的研究, 在国内迄今尚未开展。在国外, 近三十年来, 对蚤内部结构的研究进展很快(Rothschild, 1965a, b, 1975b, 1976; Куницкая, 1970 等); 但有关生殖腺发育的论文报告所见不多, 且重点多放在成熟方面(Rothschild 等, 1970, 1973; Ващенко, 1966; Куницкая, 1960 等)。而且, 迄今为止, 尚未见对缓慢细蚤、不等单蚤和猫栉首蚤指名亚种在这方面的详细研究报道。为此, 本研究的目的在于以连续切片的方法, 系统地观察、比较上述三种蚤从3龄幼虫到成虫成熟整个阶段生殖系统发育的内部结构变化。本文旨在报告这一研究的第一部分。

材 料 和 方 法

一、蚤种来源 从1981年1—5月, 在贵阳市区用鼠笼捕捉了褐家鼠、黄胸鼠、小家鼠和黑线姬鼠, 从这4种鼠上采得缓慢细蚤, 从前2种鼠上采得不等单蚤, 猫栉首蚤指名亚种系从贵阳市家猫体上采集。

二、饲养方法 参考Smith等(1954)的方法, 在实验室对采到的活蚤进行饲养、繁殖。

缓慢细蚤和不等单蚤以小白鼠为宿主, 猫栉首蚤指名亚种以小猫为宿主。幼虫培养基采用: 过20目筛的锯末100克、过20目筛的鼠粪粉20克、大白鼠干血粉40克(饲养猫栉首蚤指名亚种用狗干血粉40克)、干酵母粉5克、混匀使用。

三、制片和观察方法 将新羽化的缓慢细蚤100—200只放入一有宿主的饲养缸内, 2天左右蚤即开始产卵, 5—6天孵化出幼虫, 14天开始结茧, 然后每隔24小时, 用筛茧一次, 把茧放入小玻璃瓶内, 保持在实验室条件下, 以计算茧龄。

本文于1982年6月收到。

本研究得到本院李贵真、金大雄教授, 潘承彬副教授、杜卓民教授的指导; 上海昆虫研究所范滋德副研究员、沈立美副主任; 兰州医学院刘德山副教授; 云南流行病研究所解宝琦主任, 贵州农学院郭振中副教授评阅本文并提出宝贵意见, 一并致谢。

组织学制片时间是从早期 3 龄幼虫开始到成虫羽化、成熟,有规律地分别进行,每一发育时间切片 15—30 张。具体制片时间如下:

1. 结茧前 2.5—3 天,消化道内有红黑色内容物的早期 3 龄幼虫和 1—1.5 天后排净消化道内容物的晚期 3 龄幼虫,分别取标本固定制片。

2. 缓慢细蚤从结茧到成虫羽化需 15—18 天,每天从茧中解剖出一定数量的前蛹或蛹固定制片。

3. 新羽化未吸血的雌雄蚤,饥饿 1—1.5 天后,放在雄小白鼠体上吸血,从半小时、1 小时……至 40 小时(雌蚤开始产卵),依次取出吸血后的雌雄蚤固定制片。

另两种蚤亦同法制片。

制片主要是仿照 Rothschild (1975a) 的方法。但没有使用 ‘paraplast’ 包埋剂和真空包埋,而是根据幼虫、前蛹、蛹和成虫几丁质硬度的不同,使用 50—58℃ 不同熔点的石蜡在 50—58℃ 的温箱内包埋 1—1.5 小时。在技术操作上,标本脱水前增加了先经 1% 酒精伊红染色,在切片脱蜡后增加了经过 1% 火棉胶乙醚酒精的操作。

固定剂使用 Duboscq-Brasil 氏液,新鲜标本在 30—35℃ 条件下固定 12—24 小时后,移入室温保存。使用改良的 Mallory 氏三色法染色(Rothschild 1975a)、HE 染色和 PAS 反应。

连续切片厚度为 6—8 μ ,以 8 μ 为主,切面以纵切面为主,横切和额切面为辅。

观 察 结 果

缓慢细蚤、不等单蚤和猫栉首蚤指名亚种的雄性生殖腺从早期 3 龄幼虫生殖腺发育到生殖腺成熟的整个过程,除了某些形态结构如精囊的数目,精子束的数目和精子细胞的形成时间,精子束和睾丸塞的发育程度等不同外,其发育过程基本是相一致的。本文以缓慢细蚤的发育为主进行描述同时又与不等单蚤,猫栉首蚤指名亚种的某些不同结构特征和不同发育程度进行比较。

一、雄性生殖腺结构

缓慢细蚤 3 龄幼虫的睾丸芽是成对的,呈卵圆形,包于脂肪体中,位于中肠背方两侧第 4—6 腹节内。两侧睾丸芽不在同一位置上,一般左侧在前,右侧在后。

三种蚤的每个睾丸都由 4 个睾丸管集合而成,4 个睾丸管斜列两排,呈棱形(图版 I: 3),被包于很薄的有稀疏核的固有膜内。睾丸管的管壁由一层上皮细胞组成,核扁平,分布稀疏。管腔被分成很多横断的小室,称为精囊,精囊壁的上皮细胞与睾丸管壁的上皮细胞是连续的,并有相同的结构。三种蚤睾丸管内的精囊数目不相等,缓慢细蚤 2—3 个,不等单蚤 7—9 个,而猫栉首蚤指名亚种多达 13—15 个。精囊内挤满了生殖细胞,随着睾丸的发育可有不同的发育情况。在前蛹或早期蛹可见每个睾丸管的基部有一群上皮细胞阻塞了睾丸管与附睾之间的通道,即为睾丸塞。在蚤羽化时,睾丸塞可发育为很厚的细胞塞,也可仅为一薄层结缔组织膜,甚至完全吸收

从每个睾丸导出一条细长的输精管,其前段曲折盘桓形成帽状的附睾位于睾丸基部,输精管的后段直,有两对附腺通入,左右两管在中央相遇而不相合,并行分别通入贮精囊,贮精囊后方为射精管,被包在宽大袋状的内阳茎内,其后连于阳茎,阳茎末端终于一很小

的生殖孔。

二、雄性生殖腺发育的阶段划分和内部结构变化

(一) 发育各期和阶段的划分

从 3 龄幼虫睾丸芽的发育至雄性生殖腺的成熟, 据观察可分为五期 10 个阶段。划分的主要依据是: 睾丸芽的发育、精母细胞的分化、精子细胞的生成和变形、精子束的发育及生殖腺的成熟等。

(二) 发育各阶段的内部结构

第一期 睾丸芽发育期:

第 1 阶段 早期 3 龄幼虫的睾丸芽呈长卵圆形, 大小为 $63.72\mu \times 105.77\mu$, 精囊内挤满成团的精原细胞, 精原细胞直径为: $6.48\mu \pm 0.47\mu$, 核大, 染色稍淡, 可见旺盛的有丝分裂相。未见端细胞或威氏细胞。睾丸芽基部可见附睾和线形的输精管芽发育, 没有可见的腔道(图版 I:1)。

第 2 阶段 晚期 3 龄幼虫至 1—2 天的前蛹。睾丸芽呈卵圆形, 体积较第一阶段大大增加, 大小为: $156.67\mu \times 188.33\mu$, 在精囊中所见是间期细胞或精原细胞不同时期的有丝分裂相, 未见成熟分裂相(图版 I:2)。

第二期 精子细胞生成期:

第 3 阶段 随着精原细胞在精囊内的发育, 可以见到初级精母细胞、次级精母细胞及睾丸后部精子细胞的形成, 并可观察到精母细胞成熟分裂的细胞学变化。

三种蚤精子细胞形成时间不一致。不等单蚤与缓慢细蚤相似, 都在化蛹之前, 但猫栉首蚤指名亚种精子细胞的形成时间晚于前二者, 要在化蛹之后第 1.5—2.5 天才形成。

第三期 精子细胞变形期:

第 4 阶段 精子细胞开始变形, 头端逐渐由圆形变为长椭圆形, 长棱形, 同时尾端逐渐变长, 进一步分出颈部, 形成精子。缓慢细蚤的精子长为 $406.65\mu \pm 34.19\mu$ 。精子在成束以前可见头端向一个方向集中, 但松散, 不整齐。睾丸随着精子细胞的变形而逐渐变为长椭圆形。

第四期 精子束发育期:

精子束被两个睾丸内的支持细胞, 即精囊的上皮细胞形成的细胞鞘围成。支持细胞并不形成单一的囊, 一个支持细胞在精子束头部称头帽细胞, 另一个在尾部称尾帽细胞。精子束摆动尾部形成同步波运动。据同步波运动振幅和精子束发育形态的变化, 本期分为第 5、6、7、8、9 五个阶段。

第 5 阶段 精子束尾部同步波振幅很大。精子头部松散地集中在头帽细胞内, 而尾部呈一线, 并不紧密地限制在细胞鞘内, 精子束如长发在强风中不平衡地摆动(图版 I:4)。用改良的 Mallory 氏三色法染色, 精子束头部呈均匀的暗红色, 尾端淡红色。

第 6 阶段 精子束头尾都紧密地被限制在细胞帽内, 精子束的整个尾区有振幅很大的同步波运动, 近尾帽部缩小。头帽细胞核呈鲜红色, 位于精子束头部的顶端或侧面, 尾帽细胞核位于尾部的侧面(图版 I:5)。精子束头部黄红色, 尾部红棕色并向尾端渐淡。在精子束尾部近中段聚集大量圆形, 卵圆形, 大小不一的颗粒(图版 I:6), 呈黄棕色或棕红色, PAS 反应阴性, 用苏木素复染呈均匀的深蓝色。这些颗粒是第 6 阶段发育的特点。

开始出现于第 5—6 阶段之间,并逐渐增多至第 6 阶段,在以后的发育阶段未发现在精子束上,但可以出现在精子束两侧,且数量大为减少。

第 7 阶段 精子束与睾丸长轴平行,同步波振幅明显比前阶段缩小。精子头部呈鲜红色,尾部红棕色或棕色,尾端部分特别明显。由于精子被头、尾帽细胞更紧密地限制在一起,所以由第 5、6 阶段的十分拥挤地充满精子束到第 7 阶段睾丸腔内就开始显得空余。

第 8 阶段 已没有平行于睾丸长轴较长的精子束,精子束开始转弯,头部拉得更紧,同步波振幅进一步缩减(图版 I:7)。

第 9 阶段 整个精子束染鲜红色,头部及尾部后 1/5 段鲜红色更深,近尾端部颜色变浅。尾部被紧密地限制和聚集在尾帽细胞内,在尾端部可见三个浅蓝的横向弧形环。在尾区后 1/5 段可见振幅很小的同步波,而前 4/5 段未见同步波。精子束如马尾形或彗星形(图版 I:8),头帽细胞核位于端部,尾帽细胞核位于侧面。精子束在睾丸内呈现转弯,螺旋形扭转等迁移运动。

第五期 成熟期:

第 10 阶段 Rothschild 等(1970)认为雄蚤的成熟是把可见的精子转移到雌蚤的受精囊内。作者也以此作为雄性生殖腺成熟的标志。缓慢细蚤新羽化时,附睾腔已经形成并很快扩大以致睾丸塞被拉长、变薄,其纵切面仅余为一层细胞厚甚至一层膜(图版 I:9),但仍阻塞着睾丸至附睾间的通道,新羽化的雄蚤需在宿主体上吸血一段时期的准备期以后,睾丸塞才被吸收,交配后雌蚤才能受精。缓慢细蚤这个准备期较短,在雄小白鼠体上吸血 1—4 小时,睾丸塞即被吸收,4—12 小时雌蚤即可受精(图版 I:10)。

讨 论 与 总 结

一、关于睾丸的结构

Wigglesworth (1972) 指出昆虫的睾丸是由睾丸管组成且在不同的昆虫中睾丸管的数目和排列是不同的。但对蚤类这方面的研究极少,仅见栉头细蚤 *Leptopsylla pectiniceps* (Wagner)、具带病蚤 *Nosopsyllus fasciatus* (Bosc.) 的睾丸有 4 个睾丸管的报道 (Sharif 1937),但未见绘图及位置排列的描述。本文观察了这三种蚤的睾丸并附有显微照片,每种蚤的每个睾丸都是由 4 个睾丸管组成,排为两排,斜列呈棱形。这三种蚤以及早年报道的两种分别属于蚤目的蚤科、细蚤科和角叶蚤科,虽具有一定代表性,但蚤目中雄蚤的睾丸是否都是由 4 个睾丸管组成,还有待于进一步的研究。

每个睾丸管由很多横隔的小室——精囊组成。Sharif (1937) 曾报道具带病蚤晚期 3 龄幼虫每个睾丸管的精囊数为 4 个。作者观察缓慢细蚤晚期 3 龄幼虫每个睾丸管的精囊数为 2—3 个,不等单蚤的为 7—9 个而猫栉首蚤指名亚种的为 13—15 个,并追踪观察了生殖细胞在精囊内发育为精子束的过程,发现在同一精囊内生殖细胞的发育程度基本是同步的,最后每个精囊内的精子发育为一个精子束,同时还观察计数了 15 个缓慢细蚤每个睾丸内的精子束为 8—10 束,这是与其 4 个睾丸管内的精囊数 8—12 相符合的。Rothschild (1976) 曾指出在蚤目中精子束的数目在种与种之间是不相同的。结合上述作者的观察,似乎可以认为:晚期 3 龄幼虫睾丸管内的精囊数目可以反映精子束的数目,也可以反映种间的区别。当然,此观察种类少,样本不多,仅为初步,还有待进一步的研究证实。

二、关于蚤精子束的发育

Rothschild 等(1970)以欧洲兔蚤 *Spilopsyllus cuniculi* (Dale) 的精子束形态及尾部同步波运动频率变化为依据,把精子束的发育分为 VII 期,认为 I—V 期是在没有取食的蚤发生,VI—VII 期是已在宿主主体上取食时发生,VII 期是兔蚤所特有。本文研究的这三种蚤精子束的发育过程基本与 Rothschild 等(1970)的相似。本文划分的第5、6、7、8、9五个阶段相当于 Rothschild 的 I—V 期。不同点是:(1)在这三种蚤精子束发育中没有观察到 Rothschild 的 VI 期精子束形态;(2)Rothschild 等(1970)认为聚集在 II 期精子束尾部近中段的棕黄色卵圆形颗粒在以后的期是不存在的,作者观察这种颗粒在以后的阶段仍然有,只不过没有存在于精子束尾部上,而在精子束两侧且数量大为减少。(3)本研究增加了 PAS 反应对第6阶段精子束和棕黄色颗粒的观察。

精子束在睾丸内的迁移运动最早是在蝗虫 *Chortophaga viridifasciata* (Degeer) 中被 Payne (1933) 发现,Rothschild 等(1970)认为兔蚤第 V 期精子束作迁移运动是可能的。通过本研究的观察,作者认为蚤精子束第5—7阶段同步波逐渐减小,频率逐渐加快并一直与睾丸平行是在作迁移运动的准备,第8阶段频率进一步增加,精子束开始转弯是迁移运动的开始,第9阶段精子束进一步被拉紧,频率更快并作转弯,扭曲运动是正在进行迁移。作者又观察了精子束各阶段的发育时间,发现缓慢细蚤精子束第6阶段的发育时间较长,约5天,而第5阶段约3天,第7阶段约1天。在第5—6阶段开始出现棕黄色的圆形或卵圆形颗粒,而整个第6阶段在精子束尾区近中段有大量的这种颗粒聚集,第7阶段这种颗粒在精子束上消失,但仍可见少量存在于精子束两侧。这种颗粒,PAS 反应呈阴性,用苏木素复染呈均匀的深蓝色。Davis (1956) 曾经发现臭虫精子束中也存在这种颗粒,其用铁苏木素染色呈均匀的黑紫色。诚然,睾丸内的营养供应是借助于睾丸外部覆盖的上皮细胞层(施凡维奇,1958),但是,这种颗粒在精子束迁移运动的准备阶段大量出现,随后又突然消失,使人不得不推测它是否与精子束的运动有关,其组成和功用值得进一步的研究和探讨。

三、关于雄蚤羽化晚于雌蚤

一般医学昆虫的雄性羽化较雌性为快,而蚤的情况却相反是雌性的羽化高峰先于雄性(Linardi 等 1972, Margalit 等 1972)。本文对这三种蚤雌雄羽化高峰的观察也是如此:缓慢细蚤雌性比雄性早羽化 2—2.5 天,不等单蚤的早羽化 1—1.5 天,猫栉首蚤指名亚种的早羽化 3—4 天。

据观察三种雄蚤羽化时,精子束的发育阶段为:缓慢细蚤的已达到第9阶段,不等单蚤有第8、9阶段的交错,以第9阶段为主,猫栉首蚤指名亚种有第8、9阶段的交错。Rothschild 等(1970)认为兔蚤,印鼠客蚤等第 V 期精子束是新羽化未吸血蚤的最老精子束。因此,可以说新羽化蚤的精子束发育一般要达到第9阶段或至少为第8、9阶段交错。而在雌蚤羽化时,雄蚤在同期精子束的发育情况为:缓慢细蚤为第8—9阶段,不等单蚤睾丸后 1/3 部分精子束达到第8阶段,而前 2/3 部分的精子束仅为第5—6阶段,猫栉首蚤指名亚种的精子束发育更为缓慢,睾丸后 1/3 部分的精子束才达到第5阶段,前 2/3 部分才处于精子形成阶段。明显可见雌蚤羽化时,雄蚤的精子束还没有发育到羽化时所要达到的阶段,因此可以说雄性生殖腺,精子束的发育需要较长的时间是雄性比雌性晚羽化

的原因之一。

四、关于新羽化蚤睾丸塞的发育

Rothschild 等 (1970) 认为雄蚤成熟的定义是成功地使雌蚤受精。显然, 睾丸塞的吸收和附睾等生殖道的通畅是成熟的前提。在新羽化蚤睾丸塞和附睾的发育程度很不一致, 据 Rothschild 等 (1970, 1973) 的研究, 作者大致归纳为如下三种类型: (1) 以鸟蚤如禽角叶蚤 *Ceratophyllus gallinae* 和燕角叶蚤 *Ceratophyllus hirundinis* 为代表, 在羽化时睾丸塞已吸收, 精子已经进入附睾, 在没有取食前交配的切片证明大量精子已成功地转移到雌蚤受精囊内。(2) 以印鼠客蚤为代表, 羽化时睾丸塞和附睾的腔都阻塞, 必须有一个在宿主体上吸血的准备期以后, 附睾才通畅, 睾丸塞才被吸收。(3) 以 Ashton 株的具带病蚤为代表, 是界于上二种类型之间, 羽化时附睾腔已通畅, 睾丸塞仅余为一层细胞厚的膜阻塞着睾丸和附睾之间的通道。

本文观察的三种蚤羽化时睾丸塞和附睾的发育也很不一致(表 2)。缓慢细蚤羽化时, 附睾腔已通畅, 睾丸塞仅余为一层细胞或某部分狭窄为一层膜, 在雄小白鼠体上取食 1—4 小时睾丸塞被吸收, 4—12 小时雌蚤即受精。可以说睾丸塞是处于吸收的边缘, 与第 3 种类型相似。猫栉首蚤指名亚种羽化时有大部分标本附睾与睾丸塞都阻塞, 部分标本睾丸塞阻塞, 附睾腔已通畅, 可以说比第 2 种类型发育稍快。不等单蚤羽化时, 25% 的标本睾丸塞已吸收, 精子已进入附睾, 而 75% 的标本附睾的腔已通畅, 睾丸塞仅余为一薄层膜或一层厚细胞, 可以说是处于第 1 和第 3 两种类型之间。Rothschild 等 (1973) 曾发现具带病蚤同种不同株在羽化时睾丸塞有不同的发育程度: Ashton 株处于吸收边缘, Birmingham 株已经吸收。而本文观察的不等单蚤同种同株而不同个体之间却存在着类似差异。Wigglesworth (1972) 指出在大多数昆虫羽化时成熟的精子已经离开了睾丸进入生殖道。而蚤由于睾丸塞的发育程度在种与种之间、同种不同株之间甚至同种同株的不同个体之间都存在一定差异, 所以精子进入生殖道以及雄蚤的成熟时间都受一定影响。其原因为何, 还有待进一步的研究。

参 考 文 献

- 施凡维奇, Б. Н. 著 方三阳译 1958 普通昆虫学教程。第五册。高等教育出版社。984—6页。
 Ващенко, В. С. 1966 Гистологическая характеристика оогенеза у блох *Echidnophaga oshanini* Wagn. (Pulicidae, Aphaniptera) Зоол Журн. 45(12): 1815—25.
 Куницкая, Н. Т. 1960 К изучению органов размножения самок блох и определению их физиологического возраста. Мед Паразитол. 29(6): 688—701.
 Куницкая, Н. Т. 1970 О строении яичников блох. Паразитология 4 (5): 444—50.
 Linardi, P. M. & Nagem, R. L. 1972 Observation on the development cycle of *Ctenocephalides felis* (Bouche) (Siphonaptera, Pulicidae) and on its survival away from the host. IAE/B (1973) 61, 363.
 Margalit, J. & Shulov, A. S. 1972 Effect of temperature on the development of prepupa and pupa of the rat flea, *Xenopsylla cheopis* Rothschild. J. Med. Ent. 19(2): 117—25.
 Rothschild, M. 1965a The rabbit fleas and hormones. Endeavour. Vol. XXIV, 93: 162—8.
 Rothschild, M. 1965b Fleas. Sci. Am. 213(6): 44—53.
 Rothschild, M. 1975a Fleas News. No. 6.
 Rothschild, M. 1975b Recent advance in our knowledge of the Order Siphonaptera Ann. Rev. Ent. 20: 241—59.

- Rothschild, M. 1976 Notes on fleas (Part 2): The internal organs: can they throw any light on relationships with the order? *Proc. Brit. Ent. Hist. Soc.* 97—110.
- Rothschild, M. & Ford, B. 1973 Differences in the mating behaviour of the rat flea *Nosopsyllus fasciatus* (Bosc.). *J. Entomol. (A)*, 47(2): 157—9.
- Rothschild, M., Ford, B. & Hughes, M. 1970 Maturation of the male rabbit flea (*Spilopsyllus cuniculi*) and the oriental rat flea (*Xenopsylla cheopis*): some effects of mammalian hormones on development and impregnation. *Trans. Zool. Soc. London*, 32: 105—88.
- Sharif, M. 1937 On the internal anatomy of the larva of the rat-flea, *Nosopsyllus fasciatus* (Bosc.) *Phil. Trans. Roy. Soc. ser. (B)* 227(547): 465—538.
- Smith, C. N. & Eddy, G. W. 1954 Techniques for rearing and handling body lice, oriental rat fleas and cat fleas. *Bull. WHO.* 10: 123—37.
- Wigglesworth, V. B. 1972 *The Principles of Insect Physiology*. Seventh Edition. pp: 707—9.

FINE STRUCTURES OF THE REPRODUCTIVE SYSTEM OF THREE FLEA SPECIES: DEVELOPMENT OF MALE GONADS

QI YI-MING

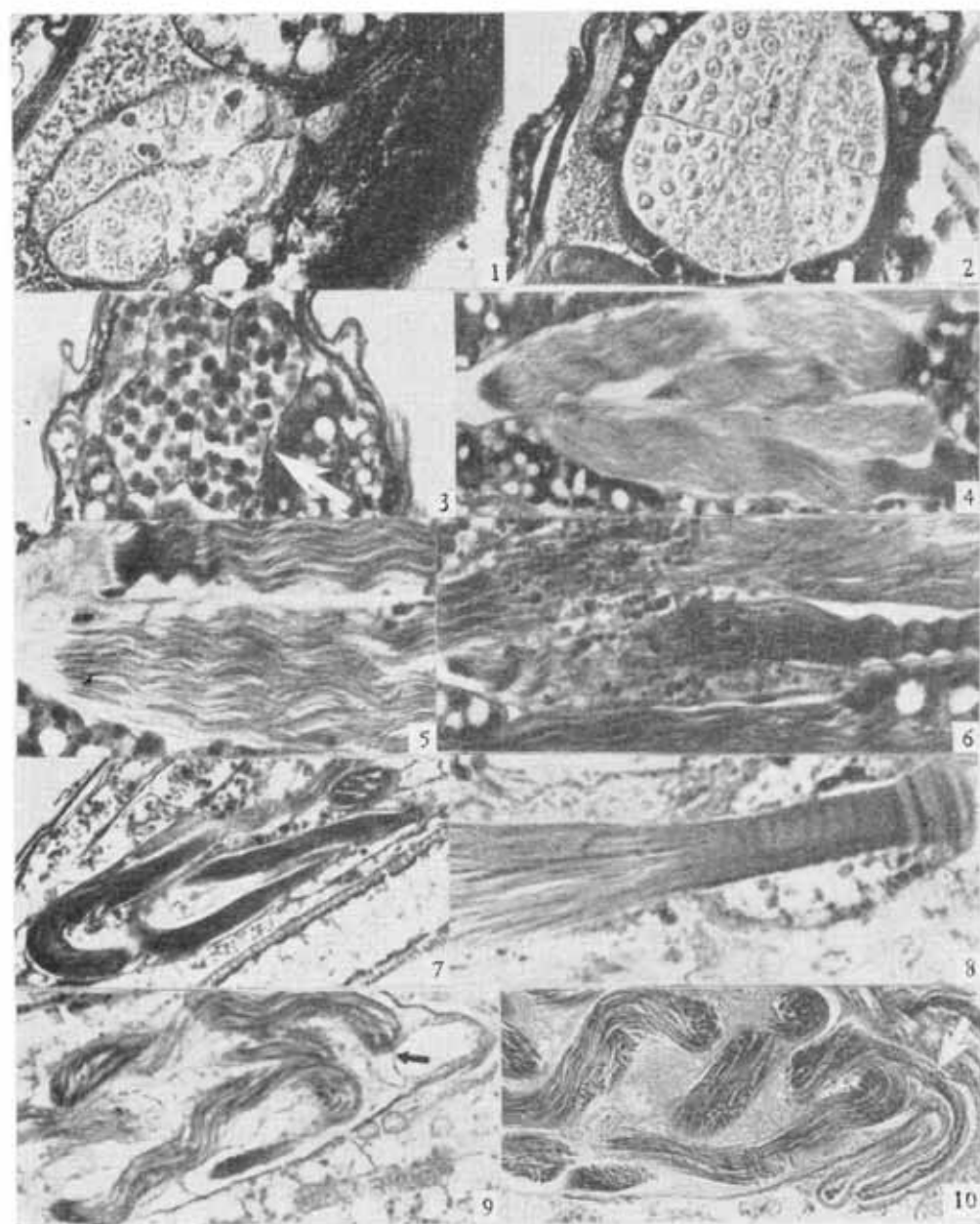
(Department of Biology, Guiyang Medical College)

A study on the fine structures during the development and maturation of the male gonads from the third larval instar up to mature adult of *Leptopsylla segnis*, *Monopsylla anisus* and *Ctenocephalides felis felis* has been carried out and the results are summarized as follows:

1. The development of the male gonads of the three flea species is essentially the same. However, there are differences in the number of sperm cysts, the sperm bundles or spermatodesms, the time required for the development and the degree in the formation of the spermatids, sperm bundles and testicular plug.

2. According to the development of the rudiments of the testes, formation and change of the spermatides and spermatodesms, the development and maturation of the male gonads from the third instar larva up to mature adult can be divided into 5 phases with 10. stages.

Key words: mouse flea—cat flea—male gonads—*Leptopsylla segnis*—*Monopsylla anisus*—*Ctenocephalides felis felis*.



1. *L. segnis*, 早期三龄幼虫纵切面, 第1阶段睾丸芽; Mallory, $\times 134$
2. *L. segnis*, 晚期三龄幼虫纵切面, 第2阶段睾丸芽; Mallory, $\times 67$
3. *L. segnis*, 2天蚤前期蛹横切面, 每个睾丸由4个睾丸管组成, 排为两排, 斜列呈棱形($\uparrow$); Mallory, $\times 67$
4. *L. segnis*, 8天蚤期蛹睾丸纵切面, 第5阶段精子束; Mallory, $\times 100$
5. *L. segnis*, 10天蚤期蛹睾丸纵切面, 第6阶段精子束头尾部及位于侧面的头尾粗细胞核; Mallory, $\times 134$
6. *L. segnis*, 11天蚤期蛹睾丸纵切面, 第6阶段精子束整体; Mallory, $\times 100$
7. *L. segnis*, 15天蚤期蛹睾丸纵切面, 第8阶段精子束; Mallory, $\times 67$
8. *L. segnis*, 16.5天蚤期蛹睾丸纵切面, 第9阶段精子束尾部; HE, $\times 268$.
9. *L. segnis*, 新羽化未吸血蚤睾丸纵切面, 附睾腔通畅, 睾丸塞仅余为一层膜($\uparrow$); Mallory, $\times 67$
10. *L. segnis*, 新羽化饥饿1—1.5天, 吸雄小白鼠血1小时后, 睾丸纵切面, 睾丸塞已被吸收, 精子进入附睾($\uparrow$); Mallory, $\times 100$