

三种蝇幼虫在体脑神经节自发放电活动的初步研究

王丽文, 吴丽颖, 薛万琦

(沈阳师范学院生物系, 沈阳 110034)

关键词: 酱亚麻蝇; 家蝇; 丝光绿蝇; 神经细胞; 自发放电活动

中图分类号: Q965

文献标识码: A

文章编号: 0454-6296 (2001) 04-0590-04

神经电生理学实验是研究神经系统活动规律的重要方法之一, 昆虫神经电生理学的研究在国内外起步较晚, 且多限于部分大型昆虫, 如: 蜚蠊、家蚕等^[1-4], 除果蝇外, 有关其它蝇类特别是蝇幼虫的神经电生理研究国内外报道很少。为此, 我们以常见的三种蝇幼虫为材料, 观察并记录其在体脑神经节的自发放电活动, 初步探讨蝇类幼虫神经细胞的放电特性, 为进一步的研究工作奠定基础, 并为比较神经电生理学提供有价值的资料。

1 材料和方法

1.1 实验昆虫

实验材料为酱亚麻蝇 *Parasarcophaga dux*, 家蝇 *Musca domestica* 和丝光绿蝇 *Lucilia sericata* 的幼虫, 均经单独饲养繁殖, 选用标准 3 龄幼虫供试。

家蝇幼虫培养基: (麦麸 90% + 奶粉 10%) : 水 = 1.6:1; 丝光绿蝇 (以下简称绿蝇) 幼虫培养基: 鲜鱼内脏; 酱亚麻蝇 (以下简称麻蝇) 幼虫培养基: 家用大酱。

实验昆虫在自然光下培养, 最高气温 35℃, 平均气温 26℃。

1.2 神经电生理测定

1.2.1 试剂: 生理溶液采用双翅目昆虫生理溶液, 其组成为: NaCl 0.15 mol/L, KCl 4.83×10^{-3} mol/L, CaCl₂ 3.5×10^{-3} mol/L, MgCl₂ 1.05×10^{-3} mol/L, KH₂PO₄ 5.11×10^{-3} mol/L; G 3.89×10^{-3} mol/L。

1.2.2 测定方法: 本实验应用微电极生理技术记录蝇幼虫脑神经节电活动^[5]。在双目解剖镜下解剖出脑神经节, 以尖端直径小于 1 μm, 内充 3 mol/L KCl, 阻抗 20~50 MΩ 的玻璃微电极记录各种蝇幼虫在体脑神经节周边神经元的自发放电活动。信号经由 WF-1 型微电极放大器后输入 SBR-1 型示波器进行观察, 并由示波器照相机拍照记录。最后将结果输入计算机进行数理统计分析。

2 结果与讨论

本实验共记录了 85 只蝇幼虫脑神经节 421 个单位的自发放电, 其中麻蝇幼虫 45 只, 自发放电单位 214 个; 家蝇幼虫 20 只, 自发放电单位 112 个; 绿蝇幼虫 20 只, 自发放电单位 95 个。三种蝇幼虫脑神经节的自发放电有二种形式, 单个式自发放电和爆发式自发放电。此外还存在不放电的静息状态。

2.1 三种蝇幼虫的自发放电形式

2.1.1 单个式自发放电：单个式自发放电，也称连续自发放电。胞外记录的单个式自发放电特征为，放电不规则，放电幅度小，放电持续时间较长（图1）。

实验以胞外记录方法共记录了三种蝇幼虫单个式自发放电29个单位，其中麻蝇幼虫163个放电单位，占其总自发放电的76.17%；家蝇幼虫64个放电单位，占其总自发放电的57.14%；绿蝇幼虫72个放电单位，占其总自发放电的75.79%。

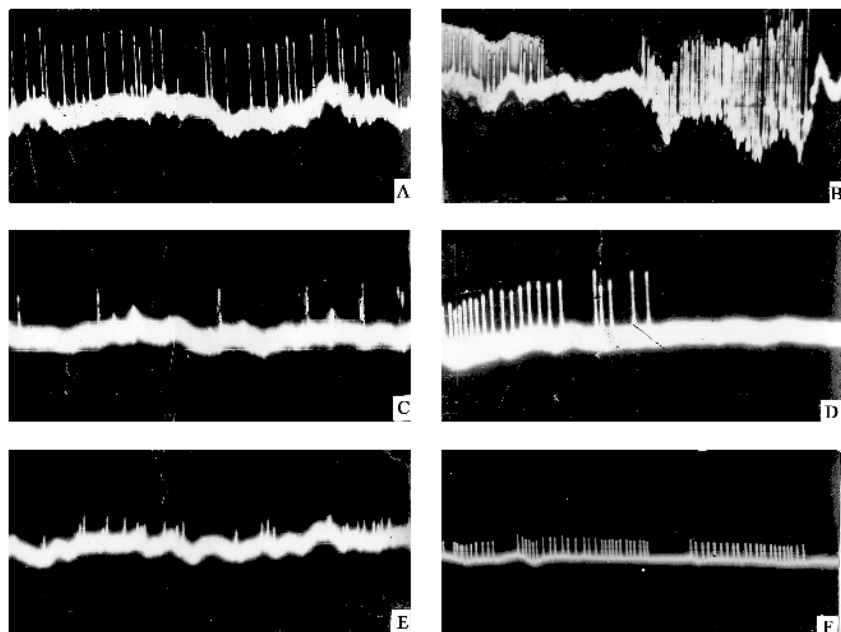


图1 三种蝇幼虫的自发放电

Fig. 1 Spontaneous firing of 3 species fly larvae

A、B. 麻蝇幼虫的单个式自发放电和爆发式自发放电 single spontaneous firing and burst spontaneous firing of larvae of *P. dux*; C、D. 家蝇幼虫的单个式自发放电和爆发式自发放电 single spontaneous firing and burst spontaneous firing of larvae of *M. domestica*; E、F. 绿蝇幼虫的单个式自发放电和爆发式自发放电 single spontaneous firing and burst spontaneous firing of larvae of *L. sericata*

2.1.2 爆发式自发放电：三种蝇幼虫的另一种自发放电形式为爆发式放电。胞外记录表明，爆发式放电由几个串放电组成，串内放电的间隔较短，即放电频率较高，串与串之间放电间隔较长，且逐渐加长（图1）。

实验共记录三种蝇幼虫爆发式自发放电单位122个，其中麻蝇幼虫51个放电单位，占其总自发放电单位的23.83%；家蝇幼虫48个放电单位，占其总自发放电单位的42.86%；绿蝇幼虫23个放电单位，占其总自发放电单位的24.21%。

一般来说，自发放电的发生由慢去极化和后超极化所调控，所有自发放电的动作电位都是以自发的慢去极化为先导，这种慢去极化电位具有内源性起搏点的特性。对自发放电显著影响的另一组分是后超极化，后超极化是峰电位结束后，膜电位的负向波动。自发放电的产生是由这两种电位交替而引起的^[6-8]。三种蝇幼虫脑神经节的自发放电活动的产生可能也是基于上述机制。但爆发式放电时动作电位之间的后超极化减少，使放电再次很快地去极化，得到一串间隔较短的放电。

2.1.3 不放电的静止状态：在三种蝇幼虫的脑神经节上都记录到了这种相对静止没有放电的状态。麻蝇幼虫8个不放电单位，家蝇幼虫3个不放电单位，绿蝇幼虫5个不放电单位。这种静止状态形成的原因可能是

记录电极周围所有细胞都处于静息状态，即一个或多个细胞长时间连续快速放电后引起的超极化静止状态，或蝇幼虫已进入前蛹期，生理上相对不活跃^[6-8]。

2.2 三种蝇幼虫自发放电的比较

对 45 只麻蝇幼虫，20 只家蝇幼虫，20 只绿蝇幼虫所作的自发放电和静息状态进行统计，结果见图 2。图 2 表明，麻蝇幼虫和绿蝇幼虫脑神经节以单个式自发放电为主，而家蝇幼虫脑神经节单个式自发放电和爆发式自发放电二种形式差异较小，但三种蝇幼虫的放电单位基本相等。45 只麻蝇幼虫自发放电单位 214 个，平均每只放电 4.76 个单位；20 只家蝇幼虫自发放电单位 112 个，平均每只放电 5.56 个单位；20 只绿蝇幼虫自发放电单位 95 个，平均每只放电 4.75 个单位，经统计分析无显著差异 ($P>0.05$)，表明三种蝇幼虫脑神经节可能处于同一状态。

2.3 三种蝇幼虫自发放电的电生理学特性

对三种蝇幼虫脑神经节自发放电的电生理学特性进行统计分析，结果见表 1。由表 1 可知，三种蝇幼虫单个式自发放电的频率存在着较大差异 ($P<0.01$)。麻蝇幼虫最高，家蝇幼虫最低，三种蝇幼虫单个式自发放电的持续时间没有显著差异 ($P>0.05$)。三种蝇幼虫的单个式自发放电幅度也存在着差异 ($P<0.01$)，麻蝇幼虫放电幅度最高，而绿蝇幼虫放电幅度最低。三种蝇幼虫爆发式放电的频率也存在显著差异 ($P<0.01$)，麻蝇幼虫放电频率最高，家蝇幼虫放电最低。从放电幅度看，麻蝇幼虫和家蝇幼虫相似，都与绿蝇幼虫存在显著差异 ($P<0.01$)。从串间隔时间看，麻蝇幼虫最长，与家蝇幼虫和绿蝇幼虫均存在着显著差异 ($P<0.01$)，麻蝇幼虫不论单个式自发放电，还是爆发式自发放电都是一种高频率，高幅度的放电，表明麻蝇幼虫脑神经节的兴奋性可能高于其它两种幼虫。而绿蝇幼虫的二种放电形式和幅度均最小。

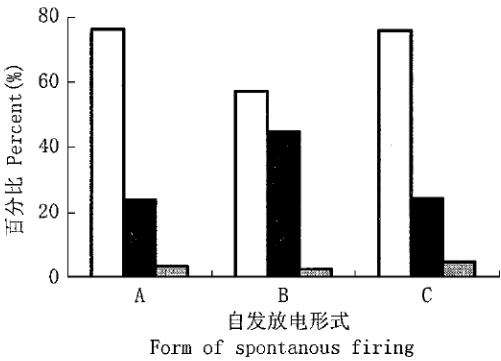


图 2 三种蝇幼虫自发放电的比较
Fig. 2 Comparison of spontaneous firing of 3 species fly larvae
□单个放电 single firing; ■爆发式放电 burst firing; ▨静止状态 static state;
A. 麻蝇 *Parascaphophaga dux*; B. 家蝇 *Musca domestica*; C. 绿蝇 *Lucilia sericata*

表 1 三种蝇幼虫自发放电的电生理学特性

Table 1 Electrophysiological characteristics of spontaneous firing of three species of fly larvae							
幼虫种类	数量 (只)	放电形式	单位数量 (个)	持续时间 (s)	放电频率 (次/s)	放电幅度 (mV)	串间隔 (s)
Species	Number	Firing form	Unit number	Duration ($\bar{X} \pm SD$)	Firing frequency ($\bar{X} \pm SD$)	Firing range ($\bar{X} \pm SD$)	Cluster interval ($\bar{X} \pm SD$)
酱亚麻蝇	45	单个式自发放电 *	163	15 ± 1.7	40 ± 6.5	5 ± 0.7	
<i>P. dux</i>	45	爆发式自发放电 **	51	18 ± 3.2	127 ± 15.7	6.5 ± 1.2	0.60 ± 0.15
家蝇	20	单个式自发放电	64	20 ± 4.2	8 ± 2.4	3.5 ± 0.8	
<i>M. domestica</i>	20	爆发式自发放电	48	1 ± 0.3	50 ± 9.7	4 ± 0.7	0.1 ± 0.02
绿蝇	20	单个式自发放电	72	18 ± 3.4	25 ± 4.5	1.5 ± 0.2	
<i>L. sericata</i>	20	爆发式自发放电	23	2 ± 0.4	77 ± 8.3	1.2 ± 0.3	0.12 ± 0.02

* single spontaneous firing; ** burst spontaneous firing

综上所述，三种蝇幼虫脑神经节存在着两种自发放电形式，即单个式自发放电和爆发式自发放电，表明三种蝇幼虫脑神经节中可能存在着两种类型的神经元。但三种蝇幼虫的自发放电的特性存在着差异，表明可能两种类型的神经元的比例不同和存在着不同的整合方式^[9]。三种蝇幼虫自发放电的机制及放电的差异尚需进一步研究。

参 考 文 献 (References)

- [1] 池志强. 生物学中的机会(节译本). 上海: 中国科学院上海文献情报中心, 1990. 60~62
- [2] Monticelli G, Depretto G. Electrophysiological characteristics of *Bombyx mori* ventral nerve cord (Effect of sodium and potassium on membrane potential). *Experientia*, 1979, 35 (1): 62~64
- [3] Schoonhoven L M. Spontaneous electrical activity in the brains of diapausing insects. *Science*, 1963, 141: 173~174
- [4] Yamasaki T, Narahashi T. The effects of potassium and sodium ions on the resting and action potentials of the cockroach giant axon. *J. Insect Physiol.*, 1959, 3: 146~158
- [5] 刘安西, 陈守同. 昆虫电生理实验研究. 北京: 科学出版社, 1990. 9~5, 22~26
- [6] 张人骥, 潘其丽译. 神经生物学——从神经元到大脑. 北京: 北京大学出版社, 1991. 13~19, 103~108
- [7] Shigeo I. Electrical response and function of a bitter substance receptor associated with the maxillary sensilla of the larva of the silkworm, *Bombyx mori*. *J. Cell Physiol.*, 1965, 67: 1~12
- [8] Tyshtchenko V P, Mandelstam J E. A study of spontaneous electrical activity and localization of cholinesterase in the nerve ganglia of *Antheraea pernyi* Guer. at different stages of metamorphosis and in pupal diapause. *J. Insect Physiol.*, 1965, 11: 1 233~1 239
- [9] Shun-ichi Miyzaaki. The ionic mechanism of action potentials in neurosecretory cell and non-neurosecretory cells of the silkworm. *Comp. Physiol.*, 1980, 140: 43~52

A preliminary study on spontaneous electrical activity in brain ganglions of the larvae of three fly species

WANG Li-wen, WU Li-ying, XUE Wan-qi

(Department of Biology, Shenyang Teachers College, Shenyang 110034, China)