

头足类视觉特性的电生理研究

II. 无针乌贼视网膜电图的光谱敏感性

柴敏娟 郑微云

(厦门大学)

头足类是否有色觉是一个有争论的问题, 有些人^[1, 2]认为头足类有辨别颜色的能力, 另一些人^[3]却认为无色觉, 它对颜色的反应仅取决于亮度. Hamasaki(1968)^[3]研究麻醉状态下的章鱼视网膜电图(ERG), 观察到ERG的光谱敏感曲线(S_1 曲线)无浦氏(Purkinje)位移. Messenger(1973)^[4]提供的证据表明章鱼无颜色分辨能力. 我们在对无针乌贼ERG一般特性的研究中, 观察到不同颜色辨增阈曲线呈平行的趋势, 提示无针乌贼网膜可能是单一功能系统, 对无针乌贼ERG的光谱敏感性的研究进一步证实了这一点.

一、材料和方法

动物材料、麻醉、光刺激及电记录系统均同前文^[5].

光谱敏感曲线的测定, 采用恒定反应法^[6]. 在440—687毫微米区域内, 按15—25毫微米间隔选择10个波长, 从短波段开始至长波段. 每波长从阈值强度起以0.3—0.4对数单位递增测三个强度. 每二次刺激间隔15秒, 依不同波长画出一组振幅强度曲线, 然后依一定振幅为标准(暗视65微伏、明视95微伏)确定产生这一反应所需各波长单色光的相对能量, 便得 S_1 曲线. 测定过程中为检验网膜敏感度是否有变化, 用一定强度的白光作标准刺激, 当每测定3—4个波长后, 即观察对标准刺激的反应是否改变, 当变化超过10%时, 结果弃之不用. 暗视 S_1 曲线在暗适应1—2小时后测定, 明视(包括颜色背景光) S_1 曲线的测定, 一般在适应15分后进行^[5].

二、实验结果

乌贼完整眼暗视ERG的 S_1 曲线如图1所示. 相对敏感度已按各波长的量子数校正. 曲线较阔, 峰值为490毫微米, 短波段敏感度降得比长波段快. 29条暗视 S_1 曲线上均未

本文1980年9月24日收到.

本文承中国科学院生理研究所杨雄里指导; 并承厦门大学何大仁、郑美丽审阅, 特此致谢.

次峰。

为了确定乌贼网膜是否只是单一的感觉系统, 我们用不同强度和不同颜色作为背景光, 观察 S_1 曲线的变化。如图 2 是不同强度白背景光下的 S_1 曲线, 与暗视 S_1 曲线相比, 除绝对敏感度降低外(曲线下移), 峰值未见位移(490 毫微米), 曲线形状几乎没有变化。

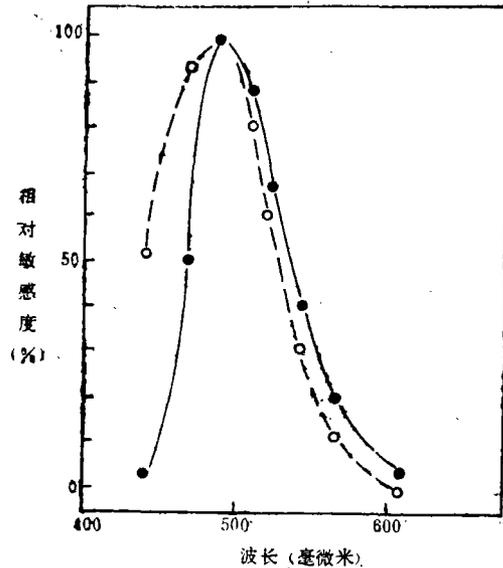


图 1 无针乌贼 (*Sepiella maindroni* de Rochebrune) ERG 的暗视 S_1 曲线

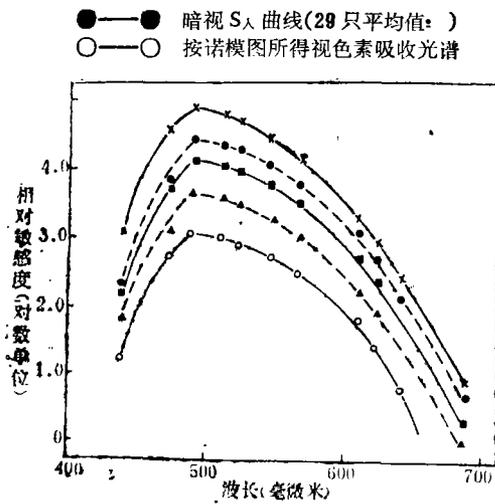


图 2 无针乌贼在不同强度白光适应下的明视 S_1 曲线

- x—x 暗视 S_1 曲线(29 只平均值);
- $I_B = -5.3 \log$ 单位;
- $I_B = -4.5 \log$ 单位;
- ▲—▲ $I_B = -3.5 \log$ 单位;
- $I_B = -2.0 \log$ 单位。

颜色光适应通常能把光谱敏感性的不同从感受系统区别开来,是鉴别网膜是否只是单一感受系统的有效方法^[7]。图3为不同颜色光适应下的 S_1 曲线,以红、绿、蓝三种颜色为背景。由图可见,不管采用什么样的颜色,什么强度, S_1 曲线除了循次下移外,与暗视 S_1 曲线相比,基本没有变化。

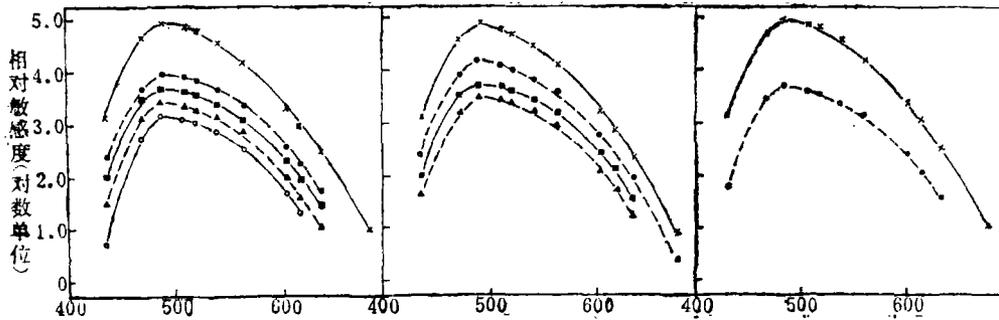


图3 无针乌贼在各种颜色光适应下的明视 S_1 曲线

1. 不同强度红光(642毫微米)适应下的明视 S_1 曲线;
2. 不同强度蓝光(440毫微米)适应下的明视 S_1 曲线;
3. 不同强度绿光(525毫微米)适应下的光谱 S_1 曲线。

×—× 暗视;
 ●—● $I_B = -3.0 \log$ 单位;
 ■—■ $I_B = -2.0 \log$ 单位;
 ▲—▲ $I_B = -1.0 \log$ 单位;
 ○—○ $I_B = 0$;
 三组曲线均无浦氏位移。

三、讨 论

我们的工作表明,与暗视 S_1 曲线相比,明适应时和颜色光适应时 S_1 曲线既没有出现浦氏位移,形状也没有明显变化。结合前文对ERG波形和辨增阈曲线的观察,可以认为乌贼的网膜只有单一的感受系统,它对不同波长的光只是反应的大小不同,这相似于人的单色盲(monochromat)的情况,因而缺乏颜色分辨能力。

这一推论与形态学和视色素研究的结果相符。Walker等^[8-11]指出,头足类的视网膜仅由一种视细胞群构成,它的光感受器与昆虫复眼相似,属于感杆型。Hara等^[12-15]对视色素的研究表明,视紫红($\lambda_{max} = 493$ 毫微米)可能是从视小杆抽提到的唯一色素^[8, 11]。

考 参 文 献

- (1) Fröhlich, F.W., *Z. Psychol. Physiol. Sinnesor.*, 48(1914), 354—438.
- (2) KÜHN, A., *E. Vgl. Physiol.*, 32(1950), 572—598.
- (3) Hamasaki, D. I., *Vision Res.*, 8(1968), 1013—1021.
- (4) Messenger, J. B. *et al.*, *J. Exp. Biol.*, 59(1973), 77—94.
- (5) 郑微云、柴敏娟, 海洋学报, 3(1981), 3, 472—476.
- (6) 杨雄里等, 生物化学与生物物理学报, 10(1978), 15—26.
- (7) 杨雄里, 科学通报, 22(1977), 326.
- (8) 蔡浩然、马万禄, 视觉的分子生理学基础, 科学出版社, 1978.
- (9) Boycott, B. B. *et al.*, *Exp. Neurology*, 12(1965), 247—256.
- (10) Wilbur, K. M. *et al.*, *Physiology of mollusca*, Vol. II, Academic Press, New York and London, 1966, 532—542.
- (11) Wolken, J. J., *J. Biophysic and Biochem. Cytol.*, 4(1958), 835—838.
- (12) Hara, T. *et al.*, *Nature London*, 214(1967), 573—575.
- (13) Hara, T. *et al.*, *Nature London*, 214(1967), 572—573.
- (14) Hubbard, R. *et al.*, *J. Gen. Physiol.*, 41(1958), 501—528.
- (15) Kropf, D. A. *et al.*, *Nature London*, 183(1958), 446—448.