

# 侧足厚蟹有髓鞘神经纤维的超微结构电镜观察

姚 泊 黄丽宜

(广州大学生物与化学工程学院 广州 510405)

**摘要:** 侧足厚蟹 (*Helice latimera*) 的有髓鞘神经纤维直径约在 5 ~ 12  $\mu\text{m}$  之间, 髓鞘厚约 2  $\mu\text{m}$  左右。髓鞘由内外膜层和中间微管层组成。外膜层层数约 20 层, 排列紧密, 微管层厚约 0.31  $\mu\text{m}$ , 内膜层层数约 20 层。轴突膜形成嵴, 伸进轴腔内, 在轴腔内还存在维管束和膜层束结构。在髓鞘结构中观察到两种类型的高嗜锇性区域, 一种是由排列规则且明暗交替的膜层结构组成, 另一种是非膜层结构组成。

**关键词:** 侧足厚蟹; 髓鞘神经纤维; 超微结构

中图分类号: Q954, Q421 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2003)02-05-04

## Ultrastructure of Myelinated Nerve Fibers of the Crab, *Helice latimera*

YAO Bo HUANG Li-Yi

(School of Biological Science and Chemical Engineering, Guangzhou University, Guangzhou 510405, China)

**Abstract:** The myelinated nerve fibers of the crab *Helice latimera* were about 5 – 12  $\mu\text{m}$  in diameter with a sheath of about 2  $\mu\text{m}$ . The sheath contained three parts: external membranes, microtubule layers and internal membranes. There were about 20 layers of external and internal membranes and the microtubule layers measured about 0.31  $\mu\text{m}$ . Axolemma formed cristas which protruded into the axoplasm. There were membrane bunches and microtubule bunches in the axoplasm of myelinated nerve fibers. There were two types of high osmiophil structures in nerve sheaths. One of these was lamellae, the other non-lamellae.

**Key words:** Crab; *Helice latimera*; Myelinated nerve fiber; Ultrastructure

根据有无髓鞘,神经纤维可分为有髓鞘神经纤维和无髓鞘神经纤维两种。由于无脊椎动物较为低等,其神经纤维大都属于无髓鞘类型。但是在甲壳类动物中,有些种类神经具有髓鞘。由于这一特殊的地位,早在上个世纪30年代就有人开始研究这类动物的有髓鞘神经纤维。但是人们研究有髓鞘神经纤维的甲壳类种类,主要集中在虾类动物<sup>[1-5]</sup>。对蟹类动物的有髓鞘神经纤维研究的比较少。侧足厚蟹(*Helice latimera*)是南海沿岸特别是虾塘常见的蟹类,主要生活在海岸的泥岸或虾塘的塘边泥土中。这种蟹是对虾白斑综合症杆状病毒(white spot syndrome virus, WSSV)的越冬宿主,蟹腹神经束是WSSV的易感染部位。本文研究该蟹的有髓鞘神经纤维,为神经生物学提供形态学基础资料,并为研究WSSV对神经系统的影响提供依据。

## 1 材料与方 法

**1.1 材料** 实验用的侧足厚蟹采自于广东省廉江龙营围虾场。

**1.2 方法** 电镜样品制备:把侧足厚蟹的腹神经索切成大小为 $0.5\text{ mm} \times 0.5\text{ mm} \times 0.5\text{ mm}$ 的样品,在4%的戊二醛固定液(0.1 mol/L二甲酸钠缓冲液, pH 7.4)中固定。然后经磷酸缓冲液冲洗3次,每次30 min以上。1%锇酸固定液(0.1 mol/L磷酸缓冲液, pH 7.2)固定2 h,磷酸缓冲液冲洗3次,每次30 min以上。经丙酮系列脱水, Epon's 812液渗透包埋, Epon's 812液聚合条件为 $37^{\circ}\text{C}$ 过夜,  $60^{\circ}\text{C}$  12 h以上。超薄切片在AO超薄切片机上进行,切片厚度为50~100 nm。切片经醋酸铀和柠檬酸铅双重染色之后在H-600透射电镜下观察。

## 2 结 果

侧足厚蟹的有髓鞘神经纤维为圆型或椭圆型(图版 I:4),直径约在5~12  $\mu\text{m}$ 之间,髓鞘厚约为2  $\mu\text{m}$ 左右。髓鞘由三层结构组成(图版 I:1H, J, L),内外为膜层,中间为微管层。外膜层数约20层,排列紧密,厚约0.5  $\mu\text{m}$ 。微管层厚约0.31  $\mu\text{m}$ ,微管大小不一,内膜层层数约20

层,厚约1.6  $\mu\text{m}$ 左右。靠近微管的膜层排列紧密(图版 I:1I)约12层左右,厚度约0.31  $\mu\text{m}$ ;靠近轴突腔的膜层排列疏松(图版 I:1L),约8层左右,厚度约1.1  $\mu\text{m}$ ,在膜层之间存在一些较大的微管(图版 I:1P)。

在髓鞘膜层结构中,存在两种类型的高嗜锇区域,一种是由排列规则的膜层结构组成,膜层的厚度为正常髓鞘膜层厚度的3~5倍(图版 I:6B),另一种是非膜层结构的区域(图版 I:5A),在这一区域的电子密度较大。

轴突直径约6.7  $\mu\text{m}$ ,轴突腔内为轴浆(图版 I:1~4E)。轴突膜在一些区域向内突出形成长短不一的膜嵴(图版 I:2, 3N),膜嵴长度可达3.2  $\mu\text{m}$ (图版 I:3N)。在轴突内含有微管束和膜层束两种结构(图版 I:1M, 2R)。

神经胶质细胞呈圆型或椭圆型(图版 I:4),细胞核大,几乎占据整个细胞。在细胞核中,电子密度大的区域占大部分,即异染色质,位于胞核的边缘(图版 I:4C),电子密度小的区域占小部分,即常染色质,位于胞核的中央部位(图版 I:4F)。在一些胶质细胞中,核包围着轴突,在细胞外存在许多膜层结构。

## 3 讨 论

根据研究结果,在甲壳类动物中不论是海水对虾(*Penaeus japonicus*、*P. orientalis*、*P. monodon*),还是淡水沼虾(*Macrobrachium rosenbergii*、*M. nipponensis*)都具有有髓鞘神经纤维<sup>[1-5]</sup>。在海水中生活的侧足厚蟹的神经系统中,作者观察到有髓鞘神经纤维。但是在淡水中生活的中华绒螯蟹的神经系统中,赵云龙等<sup>[6]</sup>和王文等<sup>[7]</sup>没有观察到有髓鞘神经纤维。这样看来,普遍存在虾类动物中的有髓鞘神经纤维,在蟹类动物的神经系统中就不一定普遍存在。

研究结果表明,在甲壳类动物的神经系统中,神经纤维的髓鞘结构有以下三种不同的类型:第一种类型的髓鞘结构是轴突外由膜层结构组成,如罗氏沼虾的有髓鞘神经纤维<sup>[4]</sup>;第二种类型的髓鞘结构是轴突外由微管壁、腔隙和膜层结构组成,如对虾的有髓鞘神经纤维<sup>[1,5]</sup>。

第三种类型的髓鞘结构就是在侧足厚蟹的神经系统观察到的有髓鞘神经纤维,其特点是在轴突外的髓鞘由三层结构组成,即内膜层、微管层和外膜层。在内膜层层间还存在一些较大的微管。

在侧足厚蟹神经纤维的髓鞘结构中,外膜层排列紧密,内膜层排列疏松。这种现象在罗氏沼虾神经纤维的髓鞘中也观察到<sup>[4]</sup>。有髓鞘神经纤维的膜层结构明显分为致密层和疏松层两部分,这是因为髓鞘在开始形成时,髓鞘膜之间还存在着颗粒状胞质,随着髓鞘的不断形成,胞质消失,相邻的髓鞘膜相互接触,因而变得致密。

在轴突的某些区域,轴膜形成嵴伸入轴突腔内。作者<sup>[4]</sup>在甲壳类动物有髓鞘神经纤维中观察到这种结构。侧足厚蟹有髓鞘神经纤维轴突膜形成的嵴,比起虾类动物有髓鞘神经纤维轴突膜形成的嵴还要长的多。有人认为轴突中这些突入的结构可能有特殊的功能。在轴突腔中还存在着微管束和膜层束结构(图版 I:2R 和图版 I:1M),这两种结构在已研究过的虾和蟹神经系统中,还未有报道。

在髓鞘中,可以观察到两种类型的高嗜锇性区域,其中一种高嗜锇区域是由一些排列规则且明暗交替的膜层结构组成(图版 I:6B)。作者<sup>[4]</sup>在罗氏沼虾的有髓鞘神经纤维中,观察到这种结构。在罗氏沼虾髓鞘中的高嗜锇性区域,明暗交替的膜层厚度之比为 1:1,而在侧足厚蟹髓鞘中的高嗜锇性区域,明暗交替的膜层厚度之比却是 1:3。另一种类型的高嗜锇性区域不是由膜层结构组成(图版 I:5A)。这种类型的高嗜锇性区域,还未见有报道。

Dennis<sup>[8]</sup>认为:一个施旺氏细胞可以包着几根轴突形成髓鞘,但是也有一个以上的施旺氏

细胞包绕着一根轴突形成髓鞘,例如甲壳类的大轴突。作者<sup>[4]</sup>在罗氏沼虾的有髓鞘神经纤维中,观察到这种髓鞘膜包绕着细胞核和轴突的现象,在侧足厚蟹的有髓鞘神经纤维中,作者再次观察到这种现象。这可能是在髓鞘开始形成时,施旺氏细胞形成的髓鞘膜连同位于轴突附近的神经胶质细胞一齐包绕起来,或者施旺氏细胞的胞核也被本身形成的髓鞘所包绕起来。因此,在髓鞘中同时出现细胞核和轴突。

在有髓鞘神经纤维旁的神经胶质细胞(图版 I:4),其核质可以明显分为异染色质和常染色质两部分(如 C 和 F 所示),且异染色质占的比例较大。异染色质无 DNA 转录活性,染色质必须去浓缩后才能转录。这些神经胶质细胞在形成髓鞘后,许多染色质处于失活状态。这表明这些神经胶质细胞的主要功能是形成髓鞘。

## 参 考 文 献

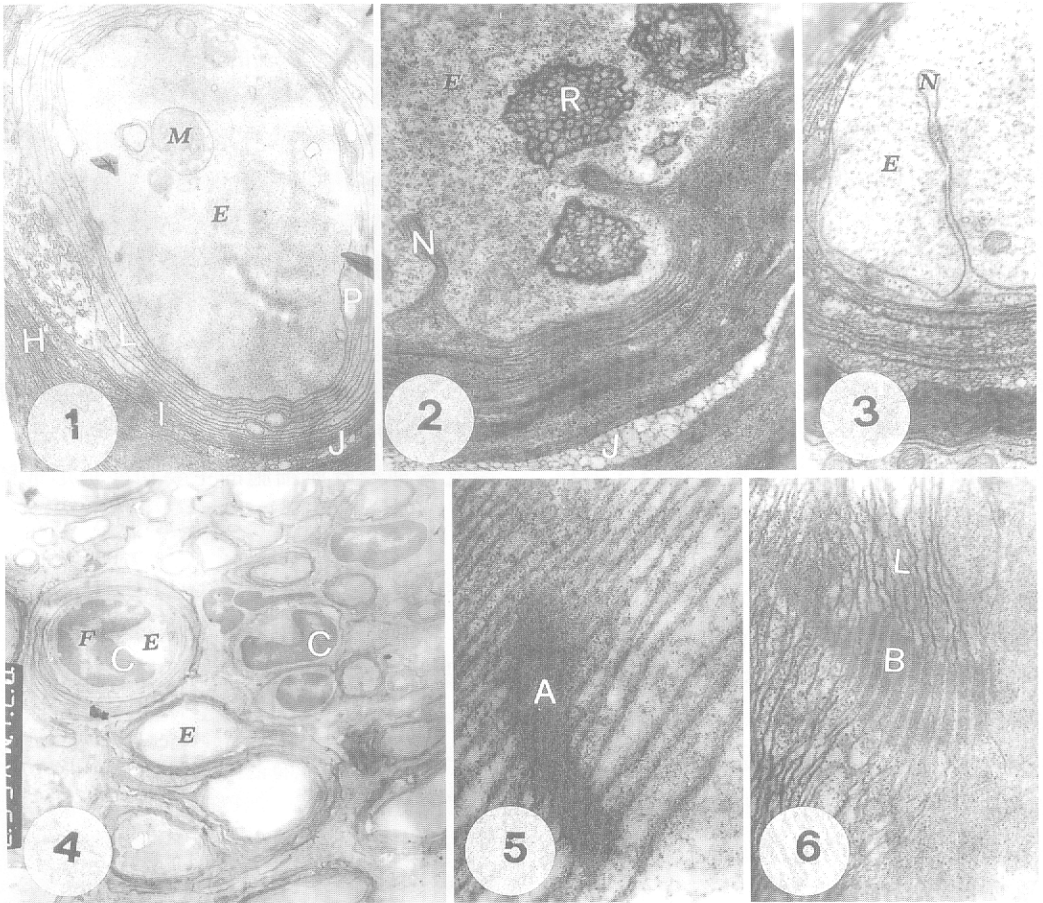
- [1] 徐科,宋绣娥,张铁峰. 对虾神经纤维特有的轴突壁的微管结构. 动物学报, 1980, 26(3): 220 ~ 221.
- [2] 徐科,宋绣娥. 对虾神经纤维的轴突壁与髓鞘的结构类型. 实验生物学报, 1988, 13(4): 408.
- [3] 徐科,寺川进. 日本车虾有髓鞘巨大神经纤维结间轴突膜产生静息膜电位的证据. 科学通报, 1990(22): 389 ~ 396.
- [4] 姚泊. 罗氏沼虾一种有髓鞘神经纤维的电镜观察. 动物学杂志, 1995, 30(3): 7 ~ 9.
- [5] 黄丽宜,姚泊. 斑节对虾有髓鞘神经纤维的超微结构. 广州师院学报(自然科学版), 1999, 20(5): 74 ~ 76.
- [6] 赵云龙,李红,王群等. 中华绒螯蟹神经细胞和胶质细胞的光镜和电镜观察. 动物学研究, 1999, 20(6): 411 ~ 414.
- [7] 王文,朱宁宁,李正荣等. 类立克次体侵染中华绒螯蟹神经组织的光镜和电镜观察. 动物学研究, 2001, 22(6): 467 ~ 471.
- [8] Dennis W Wood(李永材译). Principle of Animal Physiology. 上海:上海人民出版社, 1981. 154 ~ 158.

姚泊等:侧足厚蟹有髓鞘神经纤维的超微结构电镜观察

图版 I

YAO Bo *et al.*: Ultrastructure of Myelinated Nerve Fibers of the Crab, *Helice latimera*

Plate I



1. 示侧足厚蟹有髓鞘神经纤维横切面 (showing the across section of the myelinated nerve fibers of crab, *Helice latimera*) × 8 900;
2. 示轴突腔内的维管束 (showing the microtubule bunches in the space of the axon) × 21 000;
3. 示轴突膜形成的膜嵴 (showing the cristas of the axon membrane) × 15 500;
4. 示侧足厚蟹的有髓鞘神经纤维 (showing the myelinated nerve fibers of crab, *Helice latimera*) × 2 950;
5. 示髓鞘中非膜层结构的高嗜锇区 (showing the high osmiophil non-lamellae structure in the sheath) × 39 000;
6. 示髓鞘中膜层结构的高嗜锇区 (showing the high osmiophil lamellae structure in the sheath) × 28 500;

A. 非膜层结构的高嗜锇区 (high osmiophil non-lamellae); B. 膜层结构的高嗜锇区 (high osmiophil lamellae); C. 电子密度大的核染色质 (electron-dense granules); E. 轴突腔 (axon space); F. 电子密度小的核染色质 (electron-light granules); H. 外膜层 (outside lamellae); I. 膜层 (membrane); J. 微管层 (microtubule layers); L. 内膜层 (inside lamellae); M. 膜层束 (lamellae bunch in the axon); N. 膜嵴 (cristas); P. 微管 (microtubule); R. 维管束 (microtubule bunches)