

弓浆虫的超微结构及内裂殖的观察

赵森林 崔 萍 傅治锋 李淑贤

(北京市临床医学研究所, 北京)

本文报道了我国福建 FR II 型弓浆虫的超微结构及内裂殖的过程。弓浆虫的外形一般呈香蕉状, 虫体外边包以双层质膜(外质膜和内质膜), 每层质膜又可分成两层。在质膜的内侧纵行排列着 22 根膜下微管, 管壁分两层。弓浆虫的头部包着三个极环。在细胞浆中可以看到细胞核、线粒体、棒状体和类圆锥体等细胞器。

弓浆虫的内裂殖过程可分为五个阶段: 1. 细胞核向高尔基体一侧突出, 高尔基体分裂成两个, 厚壁体拉长; 2. 在细胞核的附近出现两组对称的半圆形物体; 3. 半圆形物体不断拉长, 形成有开口的袋状物, 即子细胞的雏形。母细胞核的染色质通过开口进入子细胞核中; 4. 母细胞内形成两个完整的子细胞; 5. 母细胞退变, 解体, 分离出两个成熟的子细胞。

国外对于弓浆虫的形态结构、繁殖方法、生理生化特性曾有过不少报道, 特别是五十年代以后, 利用电子显微镜在亚细胞结构上的研究更加深入^[1-6]。国内有关弓浆虫的形态结构的研究至今未见报道, 我们在这方面进行了一些研究, 现将结果报道如下。

材 料 和 方 法

在体重 22—24g 的雄性小白鼠的腹腔, 接种弓浆虫(FR II 株, 来自福建省), 感染四天后果处死动物, 取出腹腔液, 3,000 转/分离心 15 分钟; 取沉淀, 经戊二醛、四氧化锇双重固定, 环氧树脂 618 包埋, LKB 超薄切片机切片, 日本明石 TRS-80 和日立 H-700 型电镜观察。

结 果

(一) 超微结构

1. 在电镜下可以见到绝大多数弓浆虫是在腹腔巨噬细胞胞浆中, 每个细胞中的虫体数目不等, 且都处于胞浆的带虫空泡中, 随机排列分布, 并未见到玫瑰花斑形状。当细胞中虫体较多时, 巨噬细胞遭到破坏, 使线粒体空泡化。胞浆内出现了大

小不等的空泡, 细胞核被挤到一侧, 有时可以看到虫体游离出巨噬细胞。在带虫空泡周围的间隙里, 可见大小不等的空泡和丝状物, 有时充满电子致密度很高的物质(图版 I-1)。

2. 弓浆虫的营养体一般呈长椭圆形, 一端较尖, 一端较钝圆, 一侧弧度较大。虫体表面呈细小的波纹状, 局部有丝状物, 虫体大小约为 $4-7 \times 2-4 \mu\text{m}$ (图版 I-1)。

3. 弓浆虫由质膜包裹着, 质膜分外质膜和内质膜两部分(图版 I-2a)。内质膜分成两层, 厚度均为 3nm, 外质膜也分成两层, 厚度与内质膜的相同。内质膜和外质膜的间隙为 10 nm 左右。两层内质膜之间以及两层外质膜之间的间隙为 4 nm。

4. 在虫体的前端有三个极环, 将虫体的冠部紧紧包围起来(图版 I-2)。它们是由质膜变厚而形成的。虫体最前端为一极小的圆形平面, 边缘由一圈极环包围, 中心有 8—9 个棒状体或微线体的开口(图版

本文于 1981 年 12 月 19 日收到。
北京热带医学研究所甘绍伯同志提供实验材料,
特此致谢。

I-2b)。

5. 在三个极环的后面有类圆锥体(图版 I-2)。形状像一个压紧的弹簧,呈扁圆形,上端有封盖。棒状体或微线体从类圆锥体的中央通过,穿过封盖以后到达最前端的外质膜。类圆锥体由一组或几组纤维缠绕而成,每组纤维由两根紧密平行排列的纤维丝所组成(图版 I-2)。

6. 类圆锥体内有 8 根棒状体,随着向后伸延,它们的直径不断扩大,达到一定程度以后,中心即呈网状(图版 I-4)。棒状体是由极细的纤维丝所组成,排列十分紧密。每根棒状体的粗细、长短是不相同的。微线体和棒状体相似,直径较棒状体为小,且为实心。棒状体和微线体在类圆锥体的下方往往断开,只有个别的棒状体和微线体能一直进入类圆锥体。此结构可能对储存棒状体的分泌物具有特殊作用。

7. 在虫体中还可见到线粒体,它的嵴呈微泡状。线粒体数目较少,一般 2—3 个,常分布于细胞核的周围。

8. 在虫体中还有厚壁体(高尔基附加体),呈圆形或椭圆形;它的壁是由多层膜组成,内含均质样物质,它的出现往往和虫体的分裂有关。虫体将要分裂时就出现厚壁体,并且渐渐拉长。此外,还可见到圆体,呈圆形,较小,外面包以单层膜,里面呈微泡状,常常出现于将要分裂或新生的弓浆虫之中。它的存在可能和虫体的繁殖、生长、发育有关。

9. 在弓浆虫的胞浆中还有粗面内质网、糖元颗粒、嗜锇颗粒等内容物。在质膜下面有 22 根平行排列的膜下微管(图版 I-1a)。它是一种中空的圆柱形长管,管外径为 22 nm,由极环一直延伸到尾部,管壁也是由双层膜组成,厚度为 4.4 nm(图版 I-2a)。

(二) 内裂殖过程

弓浆虫在小鼠腹腔巨噬细胞中的繁殖方式主要为内裂殖,即在一个母细胞中生出两个子细胞。其过程可分为五个阶段:

1. 母细胞的细胞核向前方突出,高尔基体首先分裂成两个,分列于突出的细胞核两侧(图版 I-3)。

2. 在细胞核的前端或左右两侧出现两对对称的半圆形物体,大的半圆形物体为冠质膜,小的半圆形物体为类圆锥体。在类圆锥体内还可见棒状体或微线体的雏形。细胞核向两对半圆形物体之间突出,在突出的地方核膜变得模糊(图版 I-4)。

3. 在一个母细胞中形成两个子细胞。子细胞为单层膜,在每个子细胞中,除了新形成的细胞器以外,还残留着母细胞的细胞器。母细胞的核与子细胞的核有一孔道相通。母细胞核内的染色质由此流入子细胞核之中,形成子细胞的染色质。

4. 在一个母细胞中已形成两个完整的子细胞,母细胞的核与子细胞的核已分开,细胞核又变成圆形(图版 I-5)。

5. 母细胞萎缩、解体,在母细胞中可见大的空泡,细胞器明显减少。子细胞从母细胞中脱离出来,母细胞的外层质膜与子细胞的单层质膜相结合,从而形成了子细胞的双层质膜(图版 I-6)。

讨 论

1. 过去一直认为弓浆虫的质膜是由外质膜和内质膜所组成的,即双层质膜结构^[1,2,9]。我们在高倍镜下发现,外质膜和内质膜都是由两层质膜所组成,但是每层质膜的厚度与人类、高等动物的细胞质膜不相同。但 Sheffield 和 Melton^[3]认为,弓浆虫的外质膜是典型的单位膜,而内质膜则比外质膜厚。在我们的观察中未发现这种现象。然而,有时在虫体的局部位置可以见到内质膜或外质膜稍厚一些的现象,但

就整个虫体而言,内外质膜是对称的,而外质膜也并非典型的单位膜。这可能是虫种或寄生细胞不同的缘故。

2. 据报道^[3],弓浆虫的棒状体为一种分泌细胞器。以前根据它在光学显微镜下呈棒状,故命名为棒状体。后来用电镜观察发现它为空心状^[4]。近年的报道,认为它是中心网状结构。我们观察结果支持最后这种看法。这种网状结构由密集的纤维丝连到类圆锥体的后端,类圆锥体内的棒状体在前端有多个开口(图版 I-2b)。而不同于过去文献所描述的单个开口^[7]。

3. Lycke 等人报道,弓浆虫能分泌穿透因子,当这种穿透因子作用于寄生细胞时,可以使细胞质空泡化^[4]。我们认为,这种穿透因子可能就是由棒状体的网状结构分泌的。这种分泌物沿着纤维丝到达类圆锥体的后端,并在此储存。因为微丝在细胞内大分子运转、流动方面可能起重要作用^[5]。当弓浆虫攻击寄生细胞时,再把分泌物通过棒状体排泄到前端出口,此推测有待于实验证实。绝大多数棒状体在类圆锥体的后面中断。Sulzer 等^[5]利用冷冻复型技术所看到的类圆锥体后边的桔子瓣结构和 Ogino 等^[2]所报道的类圆锥体后方的

放射线,可能就是棒状体的断端。

4. Ogino 等报道^[2],弓浆虫的繁殖方法有三种:玫瑰花斑式,内裂殖,二分裂。Sheffield 和 Melton^[3]用 RH 系的弓浆虫攻击培养的猴肾细胞,观察到多个弓浆虫尾部连在一起,在猴肾细胞中形成玫瑰花斑状的虫体集合体。随着虫体数量的加多,最终导致寄生细胞的破裂,虫体散播出去。在我们的观察中,未发现玫瑰花斑的虫体集合体,也很少见到二分裂,而是以内裂殖为主。这可能与寄生细胞、虫株的不同有关。

参 考 文 献

- [1] Garnham, P. C. C.: *Brit. Med. J.*, 13: 83—84, 1962.
- [2] Ogino, N. & C. Yoneda: *Arch. Ophthalmology*, 75: 48—226, 1966.
- [3] Sheffield, H. G. & M. L. Melton: *J. Parasit.*, 54(2): 209—226, 1968.
- [4] Lycke, E. et al.: *Infection and Immunity*, 11: 833—961, 1975.
- [5] Sulzer, A. J. et al.: *J. Protozoology*, 21(5): 710—714, 1974.
- [6] 钟惠澜等: *北京医学*, 2(3): 129—134, 1980.
- [7] 中山医学院主编:《人体寄生虫学》,人民卫生出版社,北京,1979,第95—96页。
- [8] Gavin, M. A. et al.: *J. Protozoology*, 9(2): 222—234, 1962.
- [9] 洪涛等:《生物医学超微结构与电子显微镜技术》,科学出版社,北京,1980.

PRELIMINARY OBSERVATIONS ON THE ULTRASTRUCTURE AND ENDODYOGENY OF *TOXOPLASMA GONDII*

Zhao Senlin Cui Pin Fu Zhifeng Li Shuxian

(*Beijing Clinical Medicine Research Institute, Beijing*)

Most *Toxoplasma gondii* parasites are found in parasitophorous vacuoles of host cell. The parasite is crescent-shaped enclosed in a pellicle composed of an outer membrane and an underlining inner membrane. At higher magnification the outer membrane or the inner membrane and the wall of submembrane microtubules are composed of two layers. The anterior end of the organism contains a conoid which is located in three polar rings. The conoid is consisted of one or several groups of fibril coiled as spiral or compressed spring. Each group is composed of two parallel fibrils. Endodyogeny can be divided into five phases:

1. Golgi body divided into two bodies which located near the nucleus.

2. Two groups of opaque sheaths were seen in the mother cell above the nucleus.

3. The sheath extended backward and formed a hole at the posterior end. The chromatins of mother cell nucleus moved through the hole into the nuclei of two daughter cells.

4. Two daughter cells were formed, but they still remained in the single layered plasma membrane.

5. The cytoplasm of the mother cell underwent degeneration and gradually dropped off. Then the two daughter cells separated from each other. The outer membrane of the mother cell became the outer membrane of the daughter cells.

图 版 说 明

1. 弓浆虫的纵切面。虫体外面包以双层质膜,但前端和后端为单层质膜。细胞核(Nu),质膜(Me),棒状体(Rt),后环(Psr),寄生细胞空泡(Hcv),寄生细胞空泡膜(Hm)($\times 20,000$)。
 - 1a. 头部的横切面。膜下微管(Sm),类圆锥体(Co)($\times 20,000$)。
 2. 头部的纵切面。极环(Pr)($\times 67,500$)。
 - 2a. 质膜的高倍放大($\times 81,000$)。
 - 2b. 前部顶端的横切面。棒状体开口(Rop)($\times 45,000$)。
3. 细胞核的横切面,它表明内裂殖的第一阶段。高尔基体(Go),厚壁体(Tb),嗜锇颗粒(Og),空泡(V)($\times 21,000$)。
4. 内裂殖的第二阶段。半圆形物体(Hrb),圆体(Rb)($\times 32,400$)。
5. 内裂殖的第四阶段。子细胞(Dc),母细胞(Mc)($\times 20,000$)。
6. 内裂殖的第五阶段($\times 20,000$)。

1. Longitudinal section of *Toxoplasma gondii*. Around the parasite was covered by two-layered plasma membrane, but single plasma membrane appeared at the anterior and the posterior ends: nucleus (Nu), plasma membrane (Me), rhoptries (Rt), posterior polar ring (Psr), host cell vacuole (Hcv), host cell vacuole membrane (Hm).

- 1a. Transverse section of the conoid. submembrane microtubule (Sm), conoid (Co).
2. Longitudinal section through the anterior end of *Toxoplasma gondii*: anterior polar ring (Pr), conoid (Co), submembrane microtubule (Sm), rhoptries (Rt).
- 2a. Higher magnification of plasma membrane: Plasma membrane (Me), submembrane microtubule (Sm).
- 2b. Transverse section through the top: polar ring (Pr), rhoptries opening pole (Rop).
3. Transverse section of the nucleus shows the first phase of endodyogeny: nucleus (Nu), golgi body (Go) thick wall body (Tb), osmiophilic granule (Og), vacuole (V).
4. Second phase of endodyogeny: nucleus (Nu), half round body (Hrb), round body (Rb), rhoptries (Rt).
5. Fourth phase of endodyogeny: daughter cell (Dc), mother cell (Mc), nucleus (Nu).
6. Fifth phase of endodyogeny: daughter cell (Dc), mother cell (Mc), rhoptries (Rt), vacuole (V).