

# 扩张莫尼茨绦虫（圆叶目：裸头科）精子的扫描结构<sup>\*</sup>

李海云<sup>1\*\*</sup> 洪凌仙<sup>2</sup> 林宇光<sup>2</sup>

1. 华南农业大学动物科学学院, 广州 510642
2. 厦门大学寄生动物研究室, 厦门 361005

## Scanning structure of spermatozoon of *Moniezia expansa* (Cyclophyllidea: Anoplocephalidae)

LI Hai-Yun<sup>1</sup>, HONG Ling-Xian<sup>2</sup>, LIN Yu-Guang<sup>2</sup>

1. College of Animal Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China
2. Parasitology research Lab of Xiamen University Xiamen, Xiamen 361005, China

**Abstract** Surface structure of spermatozoon of cestoda *Moniezia expansa* was observed by using scanning electron microscopy. The mature spermatozoon of *Moniezia expansa* was filiform, tapered at both ends at lower magnification. Under high magnification, its surface structure was rope-like, caused by 25 to 45 degree spiral cortical microtubules around the sperm axis. Diversity of mature spermatozoa of cestoda in the Order Cyclophyllidea was discussed [ *Acta Zoologica Sinica* 52 (2): 424-428, 2006 ].

**Key words** *Moniezia expansa*, Spermatozoon, Scanning structure  
关键词 扩张莫尼茨绦虫 精子 扫描结构

自 Gresson 1962 在 Nature 上报了绦虫的精子发生及结构以来, 至今已报道了近 70 种绦虫的精子结构。法国 Justine (1991, 1995, 1998) 对寄生动物的精子结构有较深入的研究, 并对寄生扁虫的精子结构及其系统学意义有相关综述, 对绦虫精子的系统学特征研究中, 概述了 11 个目、43 属、56 种真绦虫精子结构的相关信息, 不仅从精子的结构, 而且从精子的发生过程来研究其系统意义, 归结出真绦虫的一些同源性状如: 绦虫的成熟精子中缺乏线粒体并且存在冠状体结构; 圆叶目和四槽目绦虫精子存在有螺旋型的外周微管且其精细胞中存在纹状根、缺间中心粒。圆叶目绦虫的共同特征是精子形成过程中不存在鞭毛的旋转, 部分缺乏近端到远端的融合。此外, 其它一些特征可能对理解

绦虫的系统学有一定帮助。这些特征包括: 1) 成熟精子中轴丝的数目 (2 条为原始性状, 1 条为衍生性状); 2) 冠状体的大小和数目 (1 个冠状体为原始性状, 多个为衍生性状); 3) 微管旋转的角度; 4) 核的形状 (结构紧密为原始性状, 新月形和环带状为衍生性状。其它同源特征尚有: 1) 围轴鞘的存在与否; 2) 蛋白质样横隔壁的存在与否; 3) 致密颗粒的存在与否; 4) 顶锥形态与后部结构特征等。由于早期研究工作的精细度不够、研究手段及仪器的限制及各观察者的理解程度不同, 缺乏足够数据及足够清晰的图版。20 世纪 90 年代后, 伴随更精密的电子显微镜的应用, 此领域工作在欧洲得到深入开展并取得大量相关数据及清晰的图版 (Bâ and Marchand, 1992a, b, c, 1993, 1994a, b,

2005-09-07 收稿, 2005-11-25 接受

<sup>\*</sup> 国家自然科学基金 (No. 39900109)、留学回国基金及华南农业大学国际合作基金资助项目 [ This research was funded by the grants from the National Natural Science Foundation of China (No. 39900109), Ministry of Education Science Research Startup Foundation for returning scholar, 2003 No. 14 and International Cooperate Foundation of South China Agricultural University ]

<sup>\*\*</sup> 通讯作者 (Corresponding author). E-mail: hyl@scau.edu.cn

© 2006 动物学报 *Acta Zoologica Sinica*

c, d, e, 1995, 1996, 1998, 2005; Bâ et al., 1991, 2000, 2002; Hidalgo et al., 2000; Miquel and Marchand, 1998a, b; Miquel et al., 1997, 1998, 1999, 2000, 2004; Ndiaye et al., 2003a, b; Willms et al., 2004), 但这些研究以透射电镜结果为主, 没有精子表面结构的相关内容。国内有关工作开展较少, 仅有作者的一篇相关报道 (Li et al., 2003) 主要是对扩张莫尼茨绦虫精子的光镜与透射电镜研究结果的陈述。在此我们研究了扩张莫尼茨绦虫精子的扫描结构, 首次展示扩张莫尼茨绦虫精子外形的绳状结构图版。并在讨论中较系统地总结了前人对圆叶目绦虫成熟精子研究的结果, 以促进我国绦虫学相关研究的深入开展。

## 1 材料与方法

### 1.1 虫体来源

扩张莫尼茨绦虫采自英国贝尔法斯特乐岗牛、羊屠宰场宰杀的羊消化道, 虫体放入盛 36℃—37℃ 生理盐水的保温瓶中带回实验室。

### 1.2 扫描电镜 (SEM) 样品的制备

虫体经温生理盐水清洗后, 部份样品链体分段、部份样品洗脱节片内容物 (其中含有精子及不同发育程度的胚胎等) 浸入 4℃ 4% 戊二醛甲次磷酸钠缓冲液溶液 (pH 7.4) 中固定 1 h 后, 甲次磷酸钠缓冲液中充分清洗后再固定于 3:1 的 4% 戊二醛:1% 四氧化锇混合液中过夜, 缓冲液冲洗, 梯度丙酮脱水, (节片内容物 SEM 制样过程中, 换液前均经离心处理) 临界点干燥、装台、喷金后, 在 FEI-XL30 环境扫描电子显微镜下观察并拍照。

## 2 结果

低倍镜下扩张莫尼茨绦虫的精子成丝状, 两端渐尖 (图版 I: 1—4, 6); 高倍镜下, 是一种绳状的外表结构 (图版 I: 5, 6)。

## 3 讨论

### 3.1 扩张莫尼茨绦虫的精子外形

有关扩张莫尼茨绦虫的精子外形, Swidersk (1968) 曾陈述为: 一伸长的针状细胞, 呈现疏松的螺旋形缠绕; Li et al. (2003) 认为其疏松的螺旋形缠绕是由运动造成。此次通过对在体及离体的大量扩张莫尼茨绦虫精子外形的观察并结合原透射电镜的研究结果分析, 表明扩张莫尼茨绦虫的精子外形上是一种两端渐细的绳状结构, 此外形是由

25—45 度绕精子轴旋绕的、分区的皮层微管所造成。

### 3.2 圆叶目绦虫成熟精子的多样性

迄今为止, 已研究报道的 8 科 25 属 32 种圆叶目绦虫的成熟精子结构绝大多数是丝状, 两端渐尖, 少数为一头钝、一头尖; 前端多存在冠状体; 不含线粒体; 单轴丝类型; 从前端至末端一般分为 IV 或 V 区。它们的多样性表现主要在如下方面:

**3.2.1 冠状体的多样性** 除美国单体绦虫 (*Monocœstus americanus*) 由于研究较早 (Mackinnon and Burt, 1984) 没有相关数据外, 其余种类都存在有冠状体, 数目从 1 到 12 不等, 以 1 及 2 个冠状体为主, 膜壳科绦虫精子的冠状体数目普遍较多, 为 6、8 或 12 个; 复孔、中绦、带及线带科绦虫精子的冠状体仅为 1 个; 漏带及戴文科绦虫精子的冠状体为 2 个; 而裸头科绦虫精子的冠状体数目变化较大, 有 1、2、5、7 不等。裸头科绦虫的分类地位争论较大, 目前我们尚无足够的将冠状体的数目与科属一一对应, 但从已掌握的数据仍可以看出冠状体的数目有科属的特异性; 冠状体的厚度变异较大, 似无规律可寻, 可能与切片角度不同及测量的准确度有关。

**3.2.2 精子胞质情况的多样性** 从电子致密颗粒的有无可将精子分为无颗粒型与有颗粒型两类, 有人认为颗粒为蛋白质性质的, 有人认为是糖原颗粒。由于绦虫成熟精子不含线粒体, 颗粒物质可能是精子运动的能源, 颗粒的有无有可能代表的是精子的生理状况, 与其分类的关系不大; 从围轴鞘的在有无成熟精子可分为有围轴鞘和无围轴鞘两型, 围轴鞘与分类的关系尚不明朗, 围轴鞘的功能没有任何相关报道; 从蛋白质样横隔壁的有无亦可将成熟精子分为两型, 蛋白质样横隔壁的有无与分类关系密切, 如带科绦虫精子均存在蛋白质样横隔壁, 而膜壳科绦虫均不存在蛋白质样横隔壁。

**3.2.3 皮层微管的多样性** 皮层微管的数目及分布有较大差异, 有的数目较少, 成束分布, 有的数目较多, 环状排布, 有的分区排布; 绕精子轴所成的角度也不尽相同, 似有一定的属种特异性。

**3.2.4 顶锥的多样性** 成熟精子顶锥的有无、长宽数据变异较大, 可能与分类关系不大。

**3.2.5 核的形态及位置多样性** 核的形态主要从横切面上来区分, 形态上有椭圆形、马蹄形、新月形、环带状等, 致密程度也不一样。而核的位置, 早期的研究工作主要将绦虫精子纵向分为四个区

段, 细胞核位于第 III 区段。随研究工作的深入细致, 进一步将绦虫精子纵向分为五个区段, 细胞核主要位于第 IV 区段, 个别绦虫位于中部 (第 III 区段) 如特氏无孔绦虫 (*Aporina delafondi*), 个别绦虫精子细胞核的分布自 III 区末部至 V 区前段。在精细胞的形变过程中, 核有一个从近端向远端的迁移过程, 核的位置可能与精子的成熟度有关, 与分类关系不大。

从上述圆叶目绦虫成熟精子多样性的分析结果, 已可初步看出精子的结构具有属种特异性, 而最终的结论则有待对各类群其它绦虫的成熟精子做深入细致的比较研究。绦虫精子的多样性已初步标示绦虫的系统关系, 应有其重要的系统学意义。

致 谢 文献资料部分为法国自然历史博物馆寄生虫生物学研究室 Justine 教授寄赠; 部分为西班牙巴塞罗纳大学 J. Miquel 博士寄赠; 部分为波兰科学院寄生虫学研究所 Zdzislaw Swiderski 教授寄赠。扩张莫尼茨绦虫样品的采集与部分制备工作得到英国贝尔法斯特女王大学医学生物中心 Gerry Brennan 博士协助; 样品的装台、喷金、观察与拍照在华南农业大学实验中心陈新芳技术员及硕士研究生吴玉刚协助下完成, 在此一并表示衷心的感谢。

## 参考文献 (References)

Bâ CT, Marchand B, 1992a. Reinvestigation of the ultrastructure of spermiogenesis and the spermatozoon of *Hymenolepis nana* (Cestoda, Cyclophyllidae) parasite of the small intestine of *Rattus rattus*. Mol. Reprod. Dev. 33: 39–45.

Bâ CT, Marchand B, 1992b. Ultrastructural study of the spermatozoa of *Moniezia expansa* Rudolphi, 1810 and *M. benedeni* Moniez, 1879 (Cestoda, Cyclophyllidae, Anoplocephalidae). Ann. Parasitol. Hum. Comp. 67: 111–115.

Bâ CT, Marchand B, 1992c. Ultrastructural particularities of the spermatozoon of *Stilesia globipunctata* (Cestoda) parasite of the small intestine of sheep and goats in Senegal. J. Submicrosc. Cytol. Pathol. 24: 29–34.

Bâ CT, Marchand B, 1993. Ultrastructure of the *Retinometra serrata* spermatozoon (Cestoda) intestinal parasite of the turtle-doves in Senegal. J. Submicrosc. Cytol. Pathol. 25: 233–238.

Bâ CT, Marchand B, 1994a. Ultrastructure of spermatozoon of *Avitellina centripunctata* (Cestoda, Cyclophyllidae) a parasite of the small intestine of cattle in Senegal. Acta Zool. 7: 161–166.

Bâ CT, Marchand B, 1994b. Ultrastructure of the spermiogenesis and the spermatozoon of *Aporina delafondi* (Cyclophyllidae, Anoplocephalidae) intestinal parasite of turtle-doves in Senegal. Int. J. Parasitol. 24: 225–235.

Bâ CT, Marchand B, 1994c. Similitude ultrastructurale des spermatozoïdes de quelques Cyclophyllidae. Parasite 1: 51–55.

Bâ CT, Marchand B, 1994d. Ultrastructure of spermiogenesis and the spermatozoon of *Railletina (Railletina) tunetensis* (Cyclophyllidae, Davaineidae) intestinal parasite of turtle doves in Senegal. Int. J. Parasitol. 24: 237–248.

Bâ CT, Marchand B, 1994e. Ultrastructure of spermiogenesis and the spermatozoon of *Mathevotaenia herpestis* (Cestoda) intestinal par-

asite of *Aterix albiventris* in Senegal. Acta Zool. 75: 167–175.

Bâ CT, Marchand B, 1995. Comparative ultrastructure of the spermatozoa of *Inermicapsifer guineensis* and *I. madagascariensis* (Cestoda, Anoplocephalidae, Inermicapsiferinae) intestinal parasites of rodents in Senegal. Can. J. Zool. 72: 1 633–1 638.

Bâ CT, Marchand B, 1996. *Hymenolepis straminea* (Cyclophyllidae, Hymenolepididae) intestinal parasite of *Arvicanthus nitibicus* in Senegal. Inv. Reprod. Dev. 9: 243–247.

Bâ CT, Marchand B, 1998. Ultrastructure of spermiogenesis and the spermatozoon of *Vampirolepis microstoma* (Cestoda, Hymenolepididae) intestinal parasite of *Rattus rattus*. Microsc. Res. Technique 42: 218–225.

Bâ CT, Marchand B, 2005. Ultrastructure of the spermatozoon of *Railletina (Railletina) baeri* (Cyclophyllidae, Davaineidae) an intestinal parasite of the multimammate rat, *Mastomys huberti* (Rodentia, Muridae). Parasitol. Res. Jun 30 [Epub ahead of print].

Bâ CT, Marchand B, Mattei X, 1991. Demonstration of the orientation of the Cestodes spermatozoon illustrated by ultrastructural study of spermiogenesis and the spermatozoon of a Cyclophyllidae; *Thysaniezia ovilla*, Rivolta, 1874. J. Submicrosc. Cytol. Pathol. 23: 605–612.

Bâ A, Bâ CT, Marchand B, 2000. Ultrastructure of spermiogenesis and the spermatozoon of *Sudarikovina taterae* (Cestoda, Cyclophyllidae, Anoplocephalidae) intestinal parasite of *Tatera gambiana* (Rodentia, Gerbillidae) in Senegal. J. Submicrosc. Cytol. Pathol. 32: 137–144.

Bâ A, Bâ CT, Marchand B, 2002. Ultrastructural study of the spermatozoon of *Echinoatyke dolosa* (Cestoda, Cyclophyllidae, Hymenolepididae). Acta Parasitol. 47: 131–136.

Gresson RAR, 1962. Spermatogenesis of a cestode. Nature 194: 397–398.

Hidalgo C, Miquel J, Torres J, Marchand B, 2000. Ultrastructural study of spermiogenesis and the spermatozoon of *Catenotaenia pusilla*, an intestinal parasite of *Mus musculus*. J. Helminthol. 74: 73–81.

Justine JL, 1991. Phylogeny of parasitic Platyhelminthes; a critical study of synapomorphies proposed on the basis of the ultrastructure of spermiogenesis and spermatozoa. Canadian Journal of Zoology 69: 1 421–1 440.

Justine JL, 1995. Spermatozoal ultrastructure and phylogeny in the parasitic Platyhelminthes. In: Jamieson BGM, Ausie J, Justine JL ed. Advances in Spermatozoal Phylogeny and Taxonomy. Mem. Mus. Natl. Hist. Nat. Ser. A. Zool. 166: 55–86.

Justine JL, 1998. Spermatozoa as phylogenetic characters for the Eucestoda. J. Parasitol. 84: 385–408.

Li H Y, Gerard PB, David WH, 2003. Spermatogenesis, spermiogenesis and spermatozoon in the cestode *Moniezia expansa* (Cyclophyllidae, Anoplocephalidae) Acta Zoologica Sinica 49 (3): 370–379.

Mackinnon BM, Burt MDB, 1984. The comparative ultrastructure of spermatozoa from *Bothriomanus sturionis* Duv. 1842 (Pseudophyllidae), *Pseudanthobothrium hanseni* Baer, 1956 (Tetraphyllidae), and *Monoeccocystis americanus* Stiles 1895 (Cyclophyllidae). Canadian Journal of Zoology 62: 1 059–1 066.

Miquel J, Marchand B, 1998a. Ultrastructure of spermiogenesis and the spermatozoon of *Anoplocephaloides dentata*, an intestinal parasite of *Mus musculus*. J. Parasitol. 84: 1 128–1 136.

Miquel J, Marchand B, 1998b. Ultrastructure of the spermatozoon of the bank vole tapeworm *Paranoplocephala omphalodes* (Cestoda, Cyclophyllidae, Anoplocephalidae). Parasitol. Res. 84: 239–245.

Miquel J, Bâ CT, Marchand B, 1997. Ultrastructure of the spermatozoon of *Skrjabinaenia lobata* (Cyclophyllidae, Catenotaeniidae), intestinal parasite of *Apodemus sylvaticus*. (Rodentia, Muridae). J. Submicrosc. Cytol. Pathol. 29: 521–526.

Miquel J, Bâ CT, Marchand B, 1998. Ultrastructure of spermiogenesis of *Dipylidium caninum* (Cestoda, Cyclophyllidae, Dipylidiidae),

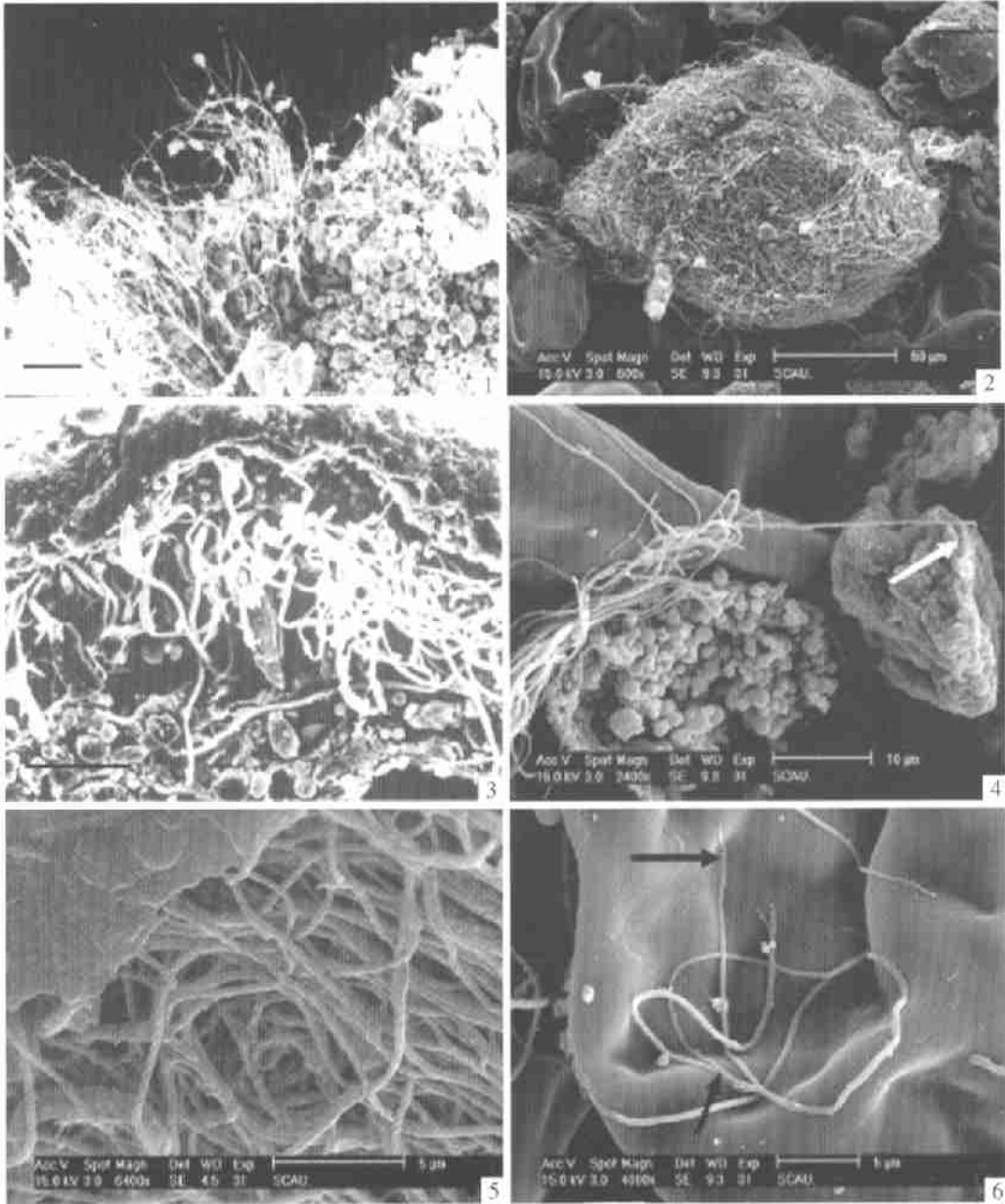
- an intestinal parasite of *Canis familiaris*. Int. J. Parasitol. 28: 1 453–1 458.
- Miquel J, Feliu C, Marchand B. 1999. Ultrastructure of spermiogenesis and the spermatozoon of *Mesocestoides litteratus* (Cestoda: Mesocestoidae). Int. J. Parasitol. 29: 499–510.
- Miquel J, Hidalgo C, Feliu C, Marchand B. 2000. Sperm ultrastructure of *Taenia mustelae* (Cestoda: Taeniidae), an intestinal parasite of the weasel *Mustela nivalis* (Carnivora). Inv. Reprod. Dev. 38: 43–51.
- Miquel J, Swiderski Z, Locicki DM, Marchand B. 2004. Ultrastructure of the spermatozoon of the anoplocephalid cestode *Gallegoides arfaai* (Mobedi and Ghadīnān, 1977) Tenora and Mas-Coma 1978, an intestinal parasite of the wood mouse (*Apodemus sylvaticus* Linnaeus, 1758). Parasitol. Res. 94 (6): 460–467.
- Ndiaye PI, Agostini S, Miquel J, Marchand B. 2003a. Ultrastructure of spermiogenesis and the spermatozoon in the genus *Joyeuxiella* Fuhmann, 1935 (Cestoda: Cyclophyllidea: Dipylidiidae): comparative analysis of *J. echinorhynchoides* (Sonsino, 1889) and *J. pasqualei* (Diamare, 1893). Parasitol. Res. 91 (3): 175–186.
- Ndiaye PI, Miquel J, Marchand B. 2003b. Ultrastructure of spermiogenesis and spermatozoa of *Taenia parva* Baer, 1926 (Cestoda: Cyclophyllidea, Taeniidae), a parasite of the common genet *Genetta genetta*. Parasitol. Res. 89 (1): 34–43.
- Swiderski Z. 1968. The fine structure of the spermatozoon of sheep tapeworm *Moniezia expansa* (Rud., 1810) Cyclophyllidea, Anoplocephalidea. Zool. Pol. 18: 475–486.
- Willms K, Robert L, Jimenez JA, Evehart M, Kuhn RE. 2004. Ultrastructure of spermiogenesis and the spermatozoon in *Taenia crassiceps* strobilae WFU strain (Cestoda: Cyclophyllidea: Taeniidae) from golden hamsters. Parasitol. Res. 93 (4): 262–267.

## 图 版 说 明

1. 低倍镜下在体的丝状精子, 标尺为  $25 \mu\text{m}$ 。× 840
2. 低倍镜下离体的丝状精子。× 600
3. 进一步放大的在体丝状精子, 标尺为  $5 \mu\text{m}$ 。× 3 200
4. 进一步放大的离体丝状精子, 白箭头显示 1 渐细的端部。× 2 400
5. 在体的大量精子示绳状的外形, 由 25–45 度绕精子轴旋绕的、分区的皮层微管所造成。× 6 400
6. 精子局部可见渐细的端部, 箭头所示。× 4 000

## Explanation of Plate

1. Lower magnifying filiform spermatozoon in body, scale=  $25 \mu\text{m}$ . × 840
2. Lower magnifying filiform spermatozoon off body. × 600
3. A little higher magnifying filiform spermatozoon in body, scale=  $5 \mu\text{m}$ . × 3 200
4. A little higher magnifying filiform spermatozoon off body, white arrow shows a gradually slender end. × 2 400
5. Abundant spermatozoa in body showing their rope like morphology, which caused by 25 to 45 degree spiral divisions cortical microtubules around the sperm axis. × 6 400
6. Parts of spermatozoa showing gradually slender ends, black arrows. × 4 000



图版说明见文后 (Explanation at the end of the text)