# 刀鲚精子超微结构研究

王 冰1,万 全1,李 飞1,庄永龙2,沈保平3

(1. 安徽农业大学动物科技学院,安徽 合肥 230036; 2. 安徽大学生物技术中心,安徽 合肥 230039;
 3. 安徽省长江水生动物保护研究中心,安徽 无为 238300)

**摘要:**在光学显微镜及透射电子显微镜下观察刀鲚精子超微结构,并对精子各部分长度进行测定。研究表明,刀 鲚精子由头部、中段和尾部(鞭毛)组成。头部在光学显微镜下近梭形,透射电镜下纵切则近圆形。头部无顶体, 由细胞核组成,核内染色质致密,空隙少,几乎无细胞质。头部后端偏一侧处有一植入窝,内有中心粒复合体。精 子中段位于核后端,由中心粒复合体和袖套组成。中心粒复合体由近端中心粒和远端中心粒组成,两者基本位于 一直线上。袖套肥厚的一侧有较多的线粒体和囊泡。尾部分为主段和末段,无侧鳍。主段具典型的"9+2"的轴 丝结构,末段很短,无典型轴丝结构。通过光学显微镜测定,精子头部为(2.34±0.16) μm,中段(1.49±0.18) μm,头宽(1.29±0.21) μm,尾部长(34.07±4.31) μm,全长(37.77±4.21) μm。

关键词:刀鲚;精子;超微结构

中图分类号:Q248,S965.1 文献标志码:A 文章编号:1674-3075(2010)03-0057-07

刀鲚(Coilia ectenes),俗名刀鱼、鲚鱼,属鲱形目 (Clupeiformes) 鳀科(Engraulidae) 鲚属(Coilia)(苏 锦祥,1995),以肉质细嫩、鲜肥、时令性强而著名, 与鲥、河豚并称"长江三鲜"(黄仁术,2005),是长江 的重要经济鱼类之一。由于过度捕捞、沿江排放的 工农业废水和生活污水使刀鲚洄游及繁殖水域的污 染加剧、水利工程建筑破坏了刀鲚的洄游通道和产 卵场等原因(高成洪,2003;程起群和李思发,2004; 张敏莹等,2005;万全等,2009),刀鲚自然资源量逐 年减少。为了保护这一宝贵的鱼类资源,应加强刀 鲚的基础研究,特别是现有产卵场的调查和保护,以 及繁殖机理、胚胎发育、苗种培育等研究,积极筹备 刀鲚的人工繁殖和增殖放流计划(高成洪,2003;张 敏莹等,2005)以及完善与刀鲚保护相关的法律法 规。但刀鲚离水存活时间短、难以获得性成熟的亲 本,其繁殖至今未见成功的报道。

精子的结构及生理、生化作用往往会影响其受 精生物学过程。因此通过对刀鲚精子超微结构的观 察研究,可以为刀鲚的繁殖生物学及资源增殖研究 提供一些基础理论资料。国内外已对 300 多种鱼的 精子超微结构进行了研究(张永忠等,2004; Adel A

收稿日期:2010-02-19

基金项目:安徽省科学技术厅项目(07030503049)。

B Shahin,2007),但至今未见有对鳀科鱼类精子超微结构进行研究的报道。作者开展了对刀鲚精子结构的研究,旨在对刀鲚精子的结构有更深的了解,为人工繁殖提供可靠的依据,同时弥补鳀科鱼类精子超微结构研究的这一空白。

### 1 材料与方法

试验用刀鲚样本由安徽省长江水生动物保护中 心提供,在获得捕捞许可证的情况下于刀鲚生殖洄 游季节(刀鲚在长江产卵的时间为5~6月,以5月 下旬为旺季)从长江无为段捕捞已达性成熟的较大 的个体。从长江中捕出后,立即用干毛巾擦干鱼体 生殖孔周围的水分,轻压腹部挤出精液后,用干净的 滴管吸取精液(防止粪便的污染),放入预先准备好 的装有适量 2.5% 戊二醛(pH7.4)的洁净的小瓶, 放进装有冰块的保温桶中,带至实验室用双层纱布 过滤即得刀鲚精子悬液,于4℃冰箱中过夜保存备 用(尤永隆和林丹军,1997;赵会宏等,2003)。

#### 1.1 光学显微镜观察

将固定的精子悬液滴在预先涂有多聚赖氨酸的 载玻片上,晾干,置于 Ehrlich 苏木精染色液中染色 24 h(尤永隆和林丹军,1997),放入各级酒精中脱 水,每级10 min,再用二甲苯进行透明(1~2 min), 最后用中性树胶封片。采用 OLYMPUS(U-SPT, JAPAN)显微系统和 Panasonic(Super Dynamic WV-GP450)成像系统进行显微摄影,然后用普通光学显 微镜进行显微观察,并用目测微尺进行显微测量。

通讯作者:万全,1957 年生,男,副教授。E - mail: ahwanquan@ 163.com

作者简介:王冰,1984年生,女,安徽宿州人,主要从事淡水渔业 研究。E-mail:wb19840118@163.com

## 1.2 透射电子显微镜观察

将固定的精子悬液放入离心管,3 500 r/min 离 心 5 min(赵会宏等,2003)后,弃上清液,加 PBS(pH 7.4)漂洗 3 次,每次离心 5 min。1% 锇酸固定,乙醇 脱水,Epon812 的树脂包埋。超薄切片机进行超薄 切片,经醋酸铀和柠檬酸铅染色后,用 Jem - 100SX 型透射电子显微镜进行观察和拍照。

#### 2 结果

58

#### 2.1 光学显微观察

通过光学显微镜观察,刀鲚的精子主要由头部 (head)、中段(midpiece)和尾部(flagellum)3部分组 成(图1)。刀鲚精子头部近梭形(图1、图2),中段 在精子前部与核颜色不同的位置(图2),尾部细长、 末段可见比其前段较细的一段(图1、图2)。刀鲚 精子各部分测量结果见表1。

#### 2.2 透射电子显微镜观察

2.2.1 精子头部超微结构 仄

刀鲚精子的头部横切



H:头部,MD:中段,F:尾部 图1 光学显微示刀鲚精子整体外形(×1000) H: head,MD: midpiece,F: flagellum Fig.1 Optical microscopy photograph of the

sperm of *Coilia ectenes*, showing the whole figure of the sperm( ×1 000)



图 2 光学显微示刀鲚精子中片(黑色箭头所指 ×1 000) Fig. 2 Optical microscopy photograph of the sperm of *Coilia ectenes*, showing the midpiece (black arrow) of the sperm(×1 000) 面和纵切面均接近圆形(图3、图4)。其主要构成 是细胞核(nucleus),前端无顶体(acrosome)也无凹 窝(pit),几乎无细胞质,精子头部质膜与核膜之间 的空隙很小。细胞质膜表面不平整,呈凹凸不平状。 细胞核中染色质密集,并呈颗粒状。细胞核内基本 没有空隙(图3~图6)。细胞核后端有一较浅植入 窝(implantation fossa),植入窝不位于核的正后方, 而是偏于一侧(图5、图6),深度约为细胞核的 1/4。

#### 表1 刀鲚精子各组成部分长度

## Tab. 1 The length of spermatozoon parts

of Coilia ectenes (n = 31)

测量对象	均值(Mean) ±
(Measuring objects)	标准差(SD)/µ m
头长(head length)	$2.34 \pm 0.16$
中片长(midpiece length)	$1.49 \pm 0.18$
头宽(head width)	$1.29 \pm 0.21$
尾部长(tail length)	34.07 ± 4.31
全长(total length)	37.77 ±4.21



N:细胞核

图 3 刀鲚精子头部横切,示圆形头部(×25 000) N:nucleus

Fig. 3 Cross section of the sperm head of *Coilia* ectenes, showing the spherical head( ×25 000)



N:细胞核,Mt:线粒体,V:囊泡,S:袖套腔,F:尾部, IF:植入窝,PC:近端中心粒,DC:远端中心粒

图 4 透射电镜观察刀鲚精子纵切,示近圆形头部、 不对称袖套、植入窝等(×20000)

N:nucleus, Mt:mitochondria, V:vesicle, S:sleeve cavity, F:flagellum, IF:implantation fossa, PC:proximal centriole, DC:distal centriole

Fig. 4 Longitudinal section of the sperm of *Coilia ectenes*, showing the spherical head, asymmetrical sleeve, implantation fossa etc( ×20 000) 2.2.2 精子中段超微结构 刀鲚精子中段位于细胞核后端,主要由中心粒复合体(centriolar complex) 和袖套(sleeve)组成。中心粒复合体位于植入窝 (implantation fossa)内,分为近端中心粒(proximal centriole)和远端中心粒(distal centriole)[也称为基 体(basal body)]2种。近端中心粒位于植入窝的前 端,纵切可见清晰的微管结构(图6)。近端中心粒 长轴与核的长轴不平行也不垂直,而是呈一定的角 度。远端中心粒位于近端中心粒的后方,二者长轴 几乎平行。从图4和图6可以看出鞭毛的轴丝由远 端中心粒向外延伸形成。

刀鲚精子的袖套位于头部的后端,呈袖套状 (图4)。刀鲚精子的袖套一边较肥大,包含着丰富 的线粒体和其他物质,而另一边几乎只是质膜,因此 刀鲚精子的袖套左右不对称。袖套中央的空隙为袖



 M1:线粒体,N:细胞核,M:细胞膜,V:囊泡
 图 5 刀鲚精子头部后半部纵切示细胞核、线粒体、 细胞膜、囊泡(×30 000)

Mt:mitochondria, N: nucleus, M: cell membrane;,V: vesicle
Fig. 5 Longitudinal section of the posterior area of the sperm of *coilia ectenes*, showing the nucleus, mitochondria, cell membrane, vesicle (×30 000)



N:细胞核,V:囊泡,V':含电子致密物质的囊泡,Mt:线粒体, PC:近端中心粒,DC:远端中心粒,IF:植入窝,F:尾部,A:轴丝 图 6 刀鲚精子中片和尾部纵切,示染色质粒,线粒体, 尾部轴丝结构等(×30 000)

N: nucleus, V: vesicle; V':vesicle containing electronic dense material, Mt: mitochondria, PC: proximal centriole, DC: distal centriole

Fig. 6 Longitudinal section of the sperm of *Coilia ectenes*. showing the chromatin granule, mitochondria, axial filament of flagellum( × 30 000) 套腔,刀鲚精子中全部线粒体集中于此,线粒体近圆 形,可以看到清晰的线粒体嵴(图6)。袖套中还有 少量的囊泡和空腔。袖套内的囊泡可分为2类:一 类含有电子致密物质,另一类则不具有。根据所处 的位置,可将袖套膜分为袖套内膜和袖套外膜(尤 永隆和林丹军,1996)。袖套内膜位于袖套腔内侧, 袖套外膜位于另外一侧。袖套内膜与袖套外膜无明 显分界,在袖套的末端相连接。

2.2.3 精子尾部(鞭毛)超微结构 刀鲚精子尾部 细长,起始端位于袖套腔中,由远端中心粒向外延伸 而成(图4,图6)。精子尾部没有侧鳍。鞭毛的主 要结构是轴丝,轴丝由外周9组二联微管及中央1 对微管对组成(图6~图8),属典型的"9+2"二联 微管结构,但轴丝的起始端只有外周的微管而没有 中央的微管对(图5)。轴丝的外部有细胞质膜。



图 7 刀鲚精子尾部纵切和横切,白色箭头示周边 微管,黑色箭头示中央微管对(×80 000) Fig. 7 Longitudinal and cross section of the flagellum of the sperm of *coilia ectenes*, showing peripheral microtubule pairs (white arrow) and central microtubles (black arrow)(×80 000)



图 8 刀鲚精子尾部横切,示尾部典型的 "9+2"的轴丝结构(×30 000) Fig. 8 Cross section of the flagellum of the sperm of *coilia ectenes*, showing the conventional "9+2"structure(×30 000)

#### 3 讨论

60

硬骨鱼类的受精方式分为体内受精和体外受精 2 种类型。多数硬骨鱼类为体外受精,只有少数是 体内受精(胎生或卵胎生)。体内受精的硬骨鱼类 精子的结构较为复杂,而体外受精的则较为简单 (尤永隆和林丹军,1996;刘雪珠和杨万喜,2002)。 刀鲚属于体外受精的硬骨鱼类,但是其精子结构又 具独特之处,有一定的种属特异性。

#### 3.1 头部

刀鲚精子的头部主要为细胞核所占据,核膜和 细胞质膜之间的间隙很小,这与已报道的大黄鱼 (尤永隆和林丹军,1997)、草鱼(林光华等,1998)、 斜带石斑鱼(赵会宏等,2003)、短吻鮠(张汉峰等, 2005)等的精子结构特点相似。刀鲚精子核内虽有 些部分染色质不太致密,但是未见有明显如长吻鮠 (张耀光等,1993)、尼罗罗非鱼(尤永隆和林丹军, 1998)、索氏六须鲶(尹洪滨等,2000)、太平洋牡蛎 (任素莲等,2001)、江黄颡鱼(刘利平等,2004)等中 所描述的核膜与质膜分离,并且有些形成核空泡结 构。刘利平等(2004)对江黄颡鱼的研究指出,核空 泡随着精子的成熟数量逐渐减少。Poirier 等(1982) 认为核空泡是由于核质部分高度凝聚的结果,尤永 隆和林丹军(1996)、赵会宏等(2003)则认为这种结 构并非核泡,只是浓缩的染色质中的间隙,原因是其 周围没有膜的存在。此次研究所用的是成熟的刀鲚 精子,是否是因为伴随着刀鲚的成熟核质部分逐渐 凝聚、未产生较大的间隙。在未成熟的刀鲚精子核 中是否具有所谓的核空泡结构有待进一步研究。虽 不少研究都发现核空泡这一结构的存在,但至今未 研究出核空泡的作用和生物学意义。陈大元 (2000)推测核空泡可能具有缓冲机械压力的作用, 受精过程中精子的运动可能会对细胞核内的遗传物 质产生撞击。刀鲚精子核内不具有核空泡,是否与 其精子活力差(检测刚挤出的精子基本已死亡)有 关,尚须进一步研究。

刀鲚精子核后端的植入窝较浅,与草鱼(林光 华等,1998)、斜带石斑鱼(赵会宏等,2003)等的精 子相似;相反的,长吻鮠(张耀光,1993)、革胡子鲇 (林光华等,1998)、红鳍东方鲀(张筱兰等,1999)、 江黄颡鱼(刘利平等,2004)、半滑舌鳎(吴莹莹等, 2007)等却有较深的植入窝。鲤(尤永隆和林丹军, 1996)精子的植入窝周围有多余的核膜,细鳞鱼(张 旭晨和王所安,1992)的植入窝顶端有一个具多层 膜状结构的头状体。植入窝的深浅具有何种生物学 意义、刀鲚精子的植入窝不是位于核的正后端是否 与其精子活力有关,需通过精子的结构与精子活力 的测定、精子的保存等相结合进一步研究才能得出 结论。

### 3.2 中段

刀鲚精子中段与头部接触紧密,在光学显微镜 下不能十分明确的将两者区分开。本研究的测量是 根据核与中段的颜色不同进行的,可能存在一定的 误差,测定方法有待进一步改善。

中段内的中心粒复合体,一般由近端中心粒和 远端中心粒构成。但黄颡鱼(尤永隆和林丹军, 1996)、红鳍东方鲀(张筱兰等,1999)精子的近端中 心粒和基体之间还存在另外一种结构,即中心粒间 体,而在半滑舌鳎(吴莹莹等,2007)的精子形成过 程中,也曾出现过类似于黄颡鱼的中心粒间体的结 构,只不过在发育为成熟的精子后消失了;斑点叉尾 鮰(刘雪珠和杨万喜,2002)精子的中心粒复合体却 由 2 个基体组成;齿鲽(Deurs B V 和 Lastein U, 1973)、褐菖鲉(林丹军和尤永隆,1998)、孔雀鱼(郭 明申等,2006)的精子中心粒复合体仅由基体和基 体帽构成。大多硬骨鱼类精子的近端中心粒长轴与 远端中心粒长轴垂直、基体长轴与精子长轴平行,即 呈"T"形或"L"型(吴莹莹等,2007)。而刀鲚精子 的近端中心粒长轴和远端中心粒长轴平行,即呈 "一"字形,此点与黄颡鱼(尤永隆和林丹军,1996)、 半滑舌鳎(吴莹莹等,2007)精子的中心粒排列形式 相似。索氏六须鲶(尹洪滨等,2000)2个近端中心 粒相对靠近的轴线与远端中心粒的轴线约成 130° 角。斜带石斑鱼(赵会宏等,2003)的中心粒排列呈 一钝角,即">"形。黄鳍东方鲀(舒琥等,2008)近 端中心粒与精子纵轴既不垂直,又不平行,而是有一 定的角度。

刀鲚精子的袖套左右不对称,此点与鲤(尤永 隆和林丹军,1996)、玫瑰无须鲃(胡家会等,2005) 袖套的结构相似。而黄颡鱼(尤永隆和林丹军, 1996)精子的袖套中还存在着一层薄膜状结构。通 过研究发现刀鲚精子袖套内的线粒体数目不多,仅 在较大的那一边有,这可能与刀鲚精子的活力较低 有关,因为线粒体是细胞的"动力工厂",细胞所有 运动所需要的能量均来自线粒体。

#### 3.3 尾部

硬骨鱼类精子一般较细长,起始部分位于袖套 腔中,绝大部分伸出袖套之外,鞭毛的轴丝具有典型 的"9 + 2"型双联微管结构(刘雪珠和杨万喜, 2002)。刀鲚精子的尾部亦呈典型的"9 + 2"型的轴 丝结构,但并不是所有的精子均是这种典型的结构, 如始新棘头虫(Bernard Marchand 和 Xavier Mattei, 1977)的精子轴丝有"9 + X"型(X = 1,2,3,4,5等) 的结构。

刀鲚精子的尾部可分为主段和末段。主段和末 段在光学显微镜下便能分辨,因为两者的染色深度 不同,前者较后者深;直径也不同,前者较后者大。 在透射电子显微镜下观察,精子尾部的末段已失去 了典型的"9+2"型的轴丝结构。大黄鱼(尤永隆和 林丹军,1997)精子的尾部也分为主段和末段,两者 之间还有一过渡的篓状结构。关于精子的尾部是否 分段现尚未形成统一说法。笔者认为精子的尾部是 应该分段的,只是不同鱼类的精子尾部的末段长短 程度不同,有的较为明显如刀鲚、大黄鱼(尤永隆和 林丹军,1997)等,但是末段的长度相对于主段来讲 是很短的。

刀鲚的尾部没有侧鳍。这跟索氏六须鲶(尹洪 滨等,2000)、玫瑰无须鲃(胡家会等,2005)、斜带石 斑鱼(赵会宏等,2003)、圆斑星鲽(张永忠等,2004) 等结构相同。而许多硬骨鱼类精子轴丝的外方都有 由细胞质膜向两侧扩展形成的侧鳍,包括褐菖鮋 (林丹军和尤永隆, 1998)、鲟类(Martin N D 等, 1998; Martin N D 等, 1999; Martin N D 等, 2000; Martin N D 等,2001)、哲罗鱼(尹洪滨等,2008)、胭脂鱼 (李飞等,2009)等。而在 Suquet 等(1993)对大菱鲆 研究中发现,其精子鞭毛不仅有侧鳍,而且在扫描电 镜下鞭毛中段部分呈现薄板样。星突江鲽(刘长琳 等,2009)具侧鳍,但侧鳍呈针刺状,间距不等,左右 不对称,一侧稍发达。侧鳍的生物学意义还不确定, 有人认为侧鳍可能是鱼类体外受精时精子的移动和 定位的一种适应,然而 Mattei X(1988)指出侧鳍与 这一适应无关,因为这一结构也见于一些体内受精 的物种的精子内。Mattei X 的观点值得认同,因为 如圆斑星鲽、刀鲚、鲤等进行体外受精的鱼类,精子 尾部并无侧鳍。侧鳍的生物学意义仍待进一步研 究。

刀鲚的人工繁殖至今尚未有成功的报道,足以 见其难度。2006年作者曾做过多次实验,但也未获 得成功。通过本次对刀鲚精子结构的研究发现其具 有一定的特异性,如细胞核内的空隙小而少、精子中 段线粒体数目少、核凹窝没有位于核的正后方、核凹 窝比较浅、精子的尾部分段、精子的尾部没有侧鳍 等。这些特点是否与刀鲚精子的活力及其人工繁殖 困难有关,尚须进一步研究。另外通过对刀鲚精子 的研究可以与其他鱼类的精子结构的特点进行比 较,分析其特点,从而可以借鉴与其精子特点类似的 其他鱼类的人工繁殖成功的技术,这对刀鲚的繁殖 成功有很大的帮助。

参考文献:

- 陈大元.2000.受精生物学——受精机制与生殖工程[M].北 京:科学出版社.
- 程起群,李思发.2004.刀鲚和湖鲚种群的形态判别[J].海洋 科学,28(11):39~43.
- 高成洪.2003. 长江刀鱼资源亟待保护[J]. 中国水产,(3): 16~17.
- 郭明申,刘龙,穆淑梅,等.2006.孔雀鱼精子发生的显微与超微结构[J].河北大学学报:自然科学版,6(6):653~658.
- 胡家会,张永忠,付崇罗,等.2005.玫瑰无须鲃精子的超微结 构(英文)[J].动物学报,51(5):892~897.
- 黄仁术.2005. 刀鱼的生物学特性及资源现状与保护对策 [J].水利渔业,25(2):33~37.
- 李飞,万全,庄永龙,等.2009. 胭脂鱼精子结构研究[J]. 安徽 农业大学学报,36(2):206~266.
- 林丹军,尤永隆.1998. 褐鲳鲉精细胞晚期的变化及精子结构 的研究[J]. 动物学研究,19(15):359~366.
- 林光华,林琼,胡成珏,等.1998. 草鱼、兴国红鲤和革胡子鲇 精子超微结构的比较研究[J]. 南昌大学学报:理科版, 22(3):284~287.
- 刘长琳,庄志猛,陈四清,等.2009.星突江鲽精子的超微结构 [J].渔业科学进展,30(4):14~20.
- 刘利平,王武,赵雷蕾,等. 2004. 江黄颡鱼精子的超微结构 [J].上海水产大学学报,13(3):198~201.
- 刘雪珠,杨万喜.2002.硬骨鱼类精子超微结构及其研究前景 [J].东海海洋,20(3):32~37.
- 任素莲,王德秀,绳秀珍,等.2001.太平洋牡蛎精子形成的研 究[J].青岛海洋大学学报,31(4):501~505.
- 舒琥,谭嘉敏,赵会宏,等.2008.黄鳍东方鲀精子的超微结构 [J].广东海洋大学学报,28(6):9~13.
- 苏锦祥.1995.鱼类学与海水鱼类养殖[M].第二版.北京:中 国农业出版社,160~165.
- 万全,赖年悦,李飞.2009. 安徽无为长江刀鲚生殖洄游群体 年龄结构的变化分析[J]. 水生态学杂志,2(4):60~ 65.
- 吴莹莹,柳学周,王清印,等.2007.半滑舌鳎精子的超微结构 [J].海洋学报,29(6):167~171.
- 尹洪滨,孙中武,刘玉堂,等.2000. 索氏六须鲶精子的超微结 构[J].水产学报,24(4):302~306.
- 尹洪滨, 尹家胜, 孙中武, 等. 2008. 哲罗鱼精子的超微结构 [J]. 水产学报, 32(1):27~31.

- 尤永隆,林丹军.1996. 黄颡鱼(Pseudobagrus fulvidraco)精子 的超微结构[J]. 实验生物学报,29(3):235~245.
- 尤永隆,林丹军.1996.鲤鱼精子超微结构的研究[J].动物学 报,17(4):377~383.
- 尤永隆,林丹军.1997.大黄鱼精子超微结构的研究[J].动物 学报,43(2):119~126.
- 尤永隆,林丹军.1998.尼罗罗非鱼精子形成中核内囊泡的释 放[J].动物学报,44(3):257~263.
- 张汉峰,魏刚,黄林,等.2005.短尾鮠精子细胞和精子的超微 结构研究[J].西南农业大学学报:自然科学版,27(5): 696~699.
- 张敏莹,徐东坡,刘凯,等.2005.长江下游刀鲚生物学及最大 持续产量研究[J].长江流域资源与环境,14(6):694~ 698.
- 张筱兰,姜明,姚斐,等. 1999. 红鳍东方鲀精子形态的研究 [J].青岛海洋大学学报,29(2):255~259.
- 张旭晨,王所安.1992. 细鳞鱼精巢结构和精子发生[J]. 动物 学报,38(4): 355~358.
- 张耀光,罗泉笙,钟明超. 1993. 长吻鮠精巢及精子结构的研 究[J].水生生物学报,17(3):246~257.
- 张永忠,徐永江,柳学舟,等.2004.圆斑星鲽精子的超微结构 及核前区特殊结构(英文)[J].动物学报,50(4):630~ 637.
- 赵会宏,刘晓春,林浩然,等.2003. 斜带石斑鱼精子超微结构 及盐度、温度、pH 对精子活力及寿命的影响[J].中国水 产科学,10(4):287~290.
- Adel A.2007. 埃及尼罗鲶鱼精子形成及精子超微结构(英 文)[J]. 动物学研究,28(2):193~206.
- Deurs B V, Lastein U. 1973. Ultrastructure of spermatozoa of the teleost Pantodon buchholzipeters, with particular reference to the midpiece [J]. Journal of Ultrastruct Research, 42

(5): 517 ~ 533.

- Marchand B, Mattei X. 1977. Un type nouveau de structure flagellaire. Type 9 + n [J]. Journal of Cell Biology, 72 (3):707 ~713.
- Martin N D, Wayne S K, Rosemary A W, et al. 1998. Sperm cell ultrastructure of North American sturgeons. I. The Atlantic Sturgeon (*Acipenser oxyrhynchus*) [J]. Canadian Journal of Zoology, 76:1 822 ~1 836.
- Martin N D, Wayne S K, Rosemary A W. 1999. Sperm cell ultrastructure of North American sturgeons. II. The Shortnose Sturgeon (Acipenser brevirostrum, Lesuesur, 1818) [J]. Canadian Journal of Zoology, 77:321 ~ 330.
- Martin N D, Wayne S K, Rosemary A W. 2000. Sperm cell ultrastructure of North American sturgeons. III. The lake sturgeon (*Acipenser fulvescens Rafinesque*, 1817) [J]. Canadian Journal of Zoology, 78:438 ~ 447.
- Martin N D, Wayne S K, Rosemary A W. 2001. Sperm cell ultrastructure of North American sturgeons. IV. The pallid sturgeon (*Scaphirhynchus albus* Forbes and Richardson, 1905) [J]. Canadian Journal of Zoology, 79:802 ~ 808.
- Mattei X. 1988. The flagella apparatus of spermatozoa in fish. Ultrastructure and evolution[J]. Biology Cell, 63(2):151 ~ 158.
- Poirier G R, Nicholson N. 1982. Fine structure of the testicular spermatozoa from the channel catfish, *Ictalurus punctatus* [J]. Journal of Ultrastructure Research, 80:104 ~ 110.
- Suquet M, Dorange G, Omnes M H. 1993. Composition of the seminal fluid and ultrastructure of the spermatozoon of turbot *Scophthalmus maximus*[J]. Fish Biology, 42:509~516. (责任编辑 张俊友)

## Study on the Ultrastructure of Coilia ectenes Spermatozoon

WANG Bing<sup>1</sup>, WAN Quan<sup>1</sup>, LI Fei<sup>1</sup>, ZHUANG Yong-long<sup>2</sup>, SHEN Bao-ping<sup>3</sup>

(1. College of Animal Science and Technology, Anhui Agricultural University, Hefei 230036;

2. Biotechnology Center, AnhuiUniversity, Hefei 230039;

3. Anhui Provincial Changjiang River Aquatic Animal Protection and Research Center, Wuwei 238300)

**Abstract**: Ultrastructure of *Coilia ectenes* spermatozoon was studied with light microscope(LM) and transmission electron microscope(TEM), and the lengths of different parts of spermatozoon were measured under LM. The results showed that the spermatozoon of *Coilia ectenes* could be mainly divided into three parts: head, midpiece and tail (flagellum). Head of spermatozoon was spindle-like shaped under LM and spherical shaped under TEM when longitudinally sectioned. Head was mainly composed of the nucleus, and without acrosome, and only little cytoplasma was existed . The chromatin in nucleus was dense with few less dense areas. At the caudal – lateral end of the head, there was a shallow implantation fossa, which held the centriolar complex. The midpiece was at the posterior end of the nucleus, consisted of centriolar complex and sleeve. The centriolar complex consisted of proximal centriole(PC) and distal centriole(DC). The PC and DC were in the same line. The sleeve was asymmetric. The bigger and fatter side of the sleeve had more mitochondria and veses. The tail could be divided into two parts (principal piece and end piece), and had no lateral fins. The principal piece of the spermatozoon tail was a conventional "9 +2" structure, the end piece was very short and had lost this conventional structure. The light microscopy measuring showed that head length, midpiece length, head width, tail length and total length were about 2.34 ±0.16 µm, 1.49 ±0.18 µm, 1.29 ±0.21 µm, 34.07 ±4.31 µm, 37.77 ±4.21 µm respectively.

Key words: Coilia ectenes; Spermatozoon; Ultrastructure