

## 多鳞铲颌鱼性腺分化发育的组织学研究

宋 卉<sup>1</sup>, 王树迎<sup>1</sup>, 彭克美<sup>2</sup>, 尹逊河<sup>1</sup>

(1. 山东农业大学 动物科技学院, 山东 泰安 271018; 2. 华中农业大学 动物医学院, 湖北 武汉 430070)

**摘要:**用光镜和透射电镜对多鳞铲颌鱼(*Varicorhinus macrolepis*)性腺的分化发育进行组织学研究, 观察了雌雄性腺的形成过程及各级生殖细胞的形态特征。结果表明, 多鳞铲颌鱼卵巢和精巢开始分化的时间分别在80日龄和90日龄, 雌鱼和雄鱼的性成熟年龄分别为36月龄和24月龄, 精子和卵子的发育均可分为5个时期。在多鳞铲颌鱼的生长发育过程中, 12月龄(雌鱼)和30月龄(雄鱼)性腺质量与体长、体质量之间具有极显著的相关关系。[中国水产科学, 2006, 13(5): 723-731]

**关键词:**多鳞铲颌鱼; 性腺分化发育; 组织学

**中图分类号:**Q959.468 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-8737-(2006)05-0723-09

多鳞铲颌鱼(*Varicorhinus macrolepis*)属鲤科(Cyprinidae), 鲃亚科(Barbinae), 突吻鱼属(*Varicorhinus*), 俗称鱖鱼, 又名赤鳞鱼、石鳞鱼、时鳞鱼, 是生活在泰山海拔270~800 m山涧水溪中的一种珍贵的小型鱼种。与春江鲌鱼(*Macrura aeneasi* Richardson)、青海裸鲤(*Gymnocypris przewalskii*)、大理裂腹鱼(*Racoma argentatus*)和异华鲮(*Parasinilabeo assimilis*)等并称为中国五大名鱼。多鳞铲颌鱼不但以其肉质细嫩, 味美不腥、营养丰富及独特的药用保健价值而闻名于世, 而且具有生命期和繁殖周期长的特点。目前, 山东农业大学泰山鱖鱼研究中心养殖的30年以上的种鱼仍具有繁殖能力。但该鱼体形小, 且生长速度极其缓慢, 成年雌鱼最大体长为22 cm, 体质量120 g; 而成年雄鱼最大体长仅为15 cm, 体质量65 g<sup>[1]</sup>。此前多鳞铲颌鱼的人工驯养和繁殖已取得了成功, 其生物学特性、营养成分<sup>[2]</sup>及消化系统<sup>[3]</sup>等方面虽有研究, 但有关性腺分化发育方面尚未见报道。本研究观察了多鳞铲颌鱼性腺分化发育过程中生殖细胞的显微和超微结构, 旨在了解和掌握性腺的分化时间及发育规律的特点, 为性别控制、提高繁殖率, 进一步开发和利用这一优异的品种资源提供基础理论依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 实验材料

实验用鱼取自山东农业大学泰山鱖鱼研究中心鱼池。实验用鱼于2003年4~6月(产卵期)用人工授精的方法进行繁殖(池水温度18~25℃), 出膜幼鱼体质量约0.0046 g。幼鱼20日龄后, 每周取鱼1次; 60日龄后, 每10天取鱼1次; 90日龄后, 每2周取鱼1次。每次10尾, 去头、尾, 留躯干段。4、5、6月龄, 各月取鱼1次; 6月龄后, 每6个月取鱼1次(雌鱼34~36月龄, 每月取鱼1次)。每次5尾, 剖腹取性腺, 留其中段。

#### 1.2 实验方法

光镜样本: 用10%中性福尔马林将取材固定, 石蜡包埋, 切片4~6 μm, HE染色, OLYMPUS显微镜观察, 测量并摄影。

电镜样本: 取5、18、30、36月龄雌鱼的卵巢和5、12、18、24月龄雄鱼的精巢, 切成1 mm<sup>3</sup>见方的组织块, 常规方法脱水包埋, 半薄切片定位, 超薄切片, 醋酸铀-柠檬酸铅双重染色, JEM-1200E型透射电镜观察并摄影。

取材固定前测量鱼的体长、体质量和性腺质量。性腺发育分期参照 MeñeH(1939)氏分期标准, 并

收稿日期: 2006-01-10; 修订日期: 2006-03-20.

基金项目: 山东省科技厅资助项目(2955081-2304).

作者简介: 宋 卉(1975-), 女, 博士, 从事动物组织胚胎学与鱼类发育生物学研究.

通讯作者: 王树迎. E-mail: sywang@sdau.edu.cn

据切片中平均面积超过 50% 或居最高比例的生殖细胞来判断。

### 1.3 数据处理

实验结果以平均值±标准差( $\bar{X} \pm SD$ )表示,采用 Excel 2003 和 SPSS 11.5 软件进行数据统计分析。

## 2 结果

### 2.1 性腺的形成及分化

**2.1.1 20 日龄** 在肾管和肠管之间的体腔膜基部可见刚发育形成的生殖嵴。生殖嵴没有膜包围,无微血管,可见到迁入其中的 1 个原始生殖细胞(Primordial Germ Cell, PGC),二者共同组成原始性腺(图版 I-1)。PGC 呈椭圆形,体积较大,直径为 13.3~26.8  $\mu\text{m}$ 。胞核 14.4  $\mu\text{m}$ ,较大,核膜清晰。胞质内有着色较深的物质。电镜下,PGC 胞质中有大量的线粒体,嵴呈泡状,内质网不发达,核膜附近有电子致密物(图版 II-1)。

**2.1.2 27~48 日龄** 平均体长为 1.5 cm。肾管下的原始性腺明显增大、变长,生殖嵴外面有单层扁平上皮构成的薄膜包围。生殖嵴中 PGCs 的数量增多,体积变小,胞径为 7.1~18.4  $\mu\text{m}$ ,呈圆形或卵圆形。胞核淡染,核仁清晰(图版 I-2)。

**2.1.3 60 日龄** 平均体长为 2.0 cm,原始性腺中除上皮细胞和 PGCs 外,出现微血管和小裂隙(图版 I-3)。PGCs 大小变化不明显(胞径为 10.4~19.2  $\mu\text{m}$ )。

**2.1.4 70 日龄** 体长变化不大,为 2.2 cm。原始性腺呈长条状,细胞排成索,柄部有由上皮细胞形成的纵裂小腔(图版 I-4),PGCs 位于原始性腺的上端,细胞变小,直径 12.4~15.3  $\mu\text{m}$ ,核径为 4.8  $\mu\text{m}$ 。

**2.1.5 80 日龄** 体长较 70 日龄的增长 1 倍,达 4.5 cm。原始性腺开始向卵巢分化。性腺内的裂隙形成小的卵巢腔(图版 I-5)。PGCs 已分化为卵原细胞,多分布在卵巢腔的周围。细胞明显变大,直径为 20.5~26.3  $\mu\text{m}$ ,核径为 9.6  $\mu\text{m}$ 。

**2.1.6 90 日龄** 体长较 80 日龄的变化不大,为 4.7 cm。原始性腺透明呈细丝状,并开始向精巢分化。PGCs 分化为精原细胞,在精巢中散在分布(图版 I-6)。

**2.1.7 104 日龄** 平均体长为 8 cm,卵巢腔明显增大,卵巢分化完全。此时卵巢内以卵原细胞为主,也可见到由卵原细胞向初级卵母细胞过渡的细胞(图版 I-7)。

**2.1.8 118 日龄** 平均体长为 12 cm,精巢分化完

全。精小叶出现,但不规则,小叶内可见一些体积较大的圆形或椭圆形的精原细胞,直径在 12.5~15.6  $\mu\text{m}$  之间(图版 I-17),胞质为弱嗜碱性。

### 2.2 性腺发育

**2.2.1 卵巢发育的组织学特征** 3 月龄:卵巢透明呈细丝状,为第 I 期卵巢,以卵原细胞为主(图版 I-7),细胞呈圆形或椭圆形,直径为 14.3~31.2  $\mu\text{m}$ ,胞质较少,弱嗜碱性,着色较淡。胞核明显,位于细胞中央,直径约 14.5  $\mu\text{m}$ 。电镜下观察,卵原细胞的胞质中有少量粗面内质网(RER)和线粒体,分布在细胞的一端(图版 II-2),线粒体嵴少而短。胞核多呈卵圆形,核膜清晰,核仁明显。相邻细胞间偶尔可见到桥粒(图版 II-3)。

4~24 月龄:卵巢为第 II 期,呈浅肉红色,扁带状,体积相对较小,表面有微血管,结缔组织不发达。此期卵巢主要是第 II 时相的卵母细胞,是初级卵母细胞处于小生长期的细胞。早期卵母细胞直径为 42.4~87.4  $\mu\text{m}$ ,呈卵圆形,个别为多角形(图版 I-8)。胞质呈嗜碱性。胞核圆形或卵圆形,核径为 24.1  $\mu\text{m}$ 。核仁大而清晰,2~7 个,在核膜内侧散在分布。晚期卵母细胞体积增大,胞径为 132.4~198.2  $\mu\text{m}$ 。胞质嗜碱性减弱,在卵母细胞靠近卵巢膜周围出现 1 层小液泡(图版 I-9)。核仁增多,10~20 个,近核膜内侧分布。电镜下观察可见卵母细胞质内有丰富的线粒体及少量 RER,有的线粒体伸出棒形突起,嵴开始液泡化,逐渐消失或形成囊泡(图版 II-4~6)。

30 月龄:卵巢发育进入第 III 期,浅黄色,体积明显增大,呈中部稍大的长囊状。表面血管明显且分支增多,透过卵巢壁可见卵粒。此期卵巢以第 III 时相的卵母细胞为主,是进入大生长期的初级卵母细胞,为卵黄形成期。早期卵母细胞近球形,胞径为 143.6~378.4  $\mu\text{m}$ 。液泡从外周向中央扩展为数层(图版 I-10)。第 III 时相末,细胞变圆并继续增大,在胞质内靠近核膜处出现卵黄颗粒(图版 I-11)。滤泡层和质膜之间出现染成浅红色的放射纹。核仁数十个,分布在核膜的边缘。电镜下,第 III 时相卵母细胞质内线粒体丰富,并出现电子密度高的致密物,外无包膜(图版 II-7)。胞核附近可见到同心圆排列的环状片层结构(图版 II-8)。线粒体嵴部分或全部消失,仅留下内膜和外膜,随着线粒体嵴的消失线粒体逐渐演化为卵黄颗粒(图版 II-7、9、10)。初期卵黄颗粒形成不完全,有膜包绕,连成片状或串状(图版 II-11)。

34~35月龄:卵巢进入第Ⅳ期,其体积急剧增大,呈囊状,表面血管发达且分支明显。卵粒饱满,以第Ⅳ时相卵母细胞为主,分为早、中、晚期。

(1)早期 卵母细胞明显增大,胞径为 $324.3\sim 571.2\mu\text{m}$ 。胞核位于中央,不规则,直径 $86.5\sim 100.7\mu\text{m}$ ,核膜不明显,呈波纹状,核仁数量增多,分散排列在核内。卵母细胞中卵黄颗粒增加,细小卵黄颗粒聚集成较大的卵黄块,并向胞质外周扩散,液泡被挤到胞质边缘,数量减少。放射纹明显,厚约 $2.4\mu\text{m}$ (图版Ⅰ-12)。

(2)中期 卵黄充满期,卵母细胞直径为 $643.2\sim 821.6\mu\text{m}$ 。卵黄颗粒大量增加,充塞于核外空间,只有在核周围及靠近卵膜的边缘有少量的嗜碱性胞质,细胞的边缘区还有少量液泡,胞核开始向细胞一侧移位,核膜已不明显。核仁大多溶解并逐渐消失,个别没有溶解的分布在核膜周围。放射纹增厚, $7.23\mu\text{m}$ (图版Ⅰ-13)。

(3)晚期 卵母细胞直径为 $934.2\sim 1124.6\mu\text{m}$ 。卵黄颗粒融合,几乎充满核外空间,仅在核周围有少量胞质,为嗜碱性。胞核偏于细胞的一侧,核仁消失,放射纹不明显(图版Ⅰ-14)。

电镜下,第Ⅳ时相卵母细胞内卵黄颗粒大小不等,卵黄颗粒的外膜逐渐消失,颜色变浅(图版Ⅱ-12)。高尔基复合体和RER多分布在卵母细胞皮质浅层以及卵黄颗粒之间,随着卵母细胞进一步发育,环状片层的层数减少,其中央浓染形成致密层,然后,致密层加厚进而发育成卵黄颗粒(图版Ⅱ-13)。

36月龄:卵巢发育至第Ⅴ期,几乎充满于整个腹腔内。此期卵巢内主要是第Ⅴ时相卵母细胞,细胞增至最大,直径 $1245\sim 1560\mu\text{m}$ ,呈圆形。胞核位于细胞的一侧。胞质中充满卵黄颗粒(图版Ⅰ-15)。有些卵子从滤泡中排出游离于卵巢胞膜中,轻压鱼腹可挤出卵子,其大小为 $1.1\sim 1.4\text{mm}$ 。电镜下可观察到卵子表面分布有短的绒毛(图版Ⅱ-4)。

**2.2.2 精巢发育的组织学特征** 4月龄:为第Ⅰ期精巢,细线状,无色透明。长 $1.3\sim 1.6\text{cm}$ ,直径小于 $1\text{mm}$ ,紧贴于背部腹膜的两侧,肉眼无法辨认雌雄。光镜下,精小叶不规则,小叶内精原细胞进入增殖期,呈圆形或椭圆形,核大,弱嗜碱性,位于中央,核膜清晰,胞质染色淡(图版Ⅰ-16)。电镜下可将精原细胞分为A型和B型。

(1)A型精原细胞 精巢中体积最大的细胞,细胞轮廓不很明显。胞核圆形或椭圆形,位于细胞的

一端,表面凹凸不平。核仁1个,位于细胞的中央或偏于一侧。核内染色质丰富,均匀散布。胞质内出现少量线粒体和电子致密物(图版Ⅱ-15)。A型精原细胞周围分布有支持细胞,细胞多不规则。

(2)B型精原细胞 核卵圆形,位于细胞中央或偏于一侧。核膜清晰,表面凹凸不平,核仁居中,核内染色质浓缩呈颗粒状。胞质内电子致密物和线粒体数目增多,成堆聚集(图版Ⅱ-16)。

5~6月龄:精巢处于第Ⅱ期,呈线状,表面有少量的血管分布。体积略增大,(长 $1.5\sim 2\text{cm}$ ,直径 $1\sim 1.5\text{mm}$ ),呈半透明的灰白色。精小叶内出现小叶腔(图版Ⅰ-17),其内以初级精母细胞为主,细胞变小,呈圆形或椭圆形。胞质明显减少,胞核所占的比例增大,嗜碱性增强。核膜清晰,核仁消失。电镜下,初级精母细胞细胞界限不明显。胞质内线粒体、内质网等细胞器丰富。核膜清晰,核内染色质浓缩为斑块状(图版Ⅱ-17)。

12月龄:精巢发育至第Ⅲ期,呈浅肉色的扁带状,大小变化不明显(长 $1.5\sim 2.2\text{cm}$ ,直径 $2\sim 2.5\text{mm}$ )。表面血管明显,分支较多。光镜下可见精小叶增大,小叶腔明显,精小囊轮廓清晰,有些精小囊中出现精子细胞。初级精母细胞经第一次成熟分裂发育成次级精母细胞,但细胞发育出现非同步性,胞核的嗜碱性进一步增强(图版Ⅰ-18)。电镜观察:次级精母细胞体积明显减小,核内染色质进一步浓缩(图版Ⅱ-18)。

18月龄:精巢进入第Ⅳ期,已很发达,长 $2.0\sim 2.5\text{cm}$ ,直径为 $3\sim 4\text{mm}$ ,呈乳白色,表面血管发达。切片观察,精小叶壁变薄,小叶内有大量精子细胞,细胞小而圆,染色深,无明显的胞质,核较大,占细胞体积的绝大部分,呈圆形,强嗜碱性,至后期精小叶的空腔内出现大量精子(图版Ⅰ-19),但此时挤压鱼的腹部并无精液流出。电镜下,刚形成的精子细胞的胞质内线粒体和囊泡集中在细胞的一端,核内染色质变得浓密,呈团块状,随后精子细胞变得不规则,核膜不明显(图版Ⅱ-19),染色质进一步浓缩成密集的板块,有的核质内出现空泡(图版Ⅱ-20)。大部分胞质丢弃,中心粒嵌入后端凹陷内,线粒体围绕在核尾部的周围,形成精子尾部(图版Ⅱ-21)。

24月龄:精巢处于第Ⅴ期,呈膨胀的软体状,形态饱满,长 $2.5\sim 3\text{cm}$ ,直径可达 $0.5\text{cm}$ ,乳白色。精子细胞经过变态,长出细长的鞭毛形成成熟精子,精子密集分布。到Ⅴ期晚期,精小叶间的结缔组织变薄或

消失,小叶腔扩大,精小囊破裂,精子释放,大量成熟精子流进小叶腔,小叶腔内充满成熟精子(图版 I-20)。此时轻轻按压鱼体腹部,有乳白色精液流出。

### 2.3 性腺质量与体长、体质量之间的关系

多鳞铲颌鱼生长发育过程中,性腺发育与体长和体质量的关系见表1,其中对其性腺质量分别与体长和体质量间的关系进行分析。性腺质量(y)与

体长(x)呈正相关,相关性极显著(图1),其最佳回归方程,♂:  $y=0.000\ 000\ 5x^{4.9671}$  ( $r^2=0.964\ 6$ ,  $P<0.01$ ); ♀:  $y=0.000\ 4e^{0.7089x}$  ( $r^2=0.994\ 7$ ,  $P<0.01$ )。而性腺质量(y)与体质量(x)之间,也呈极显著的相关关系(图2),♂:  $y=0.007\ 2x^{1.8042}$  ( $r^2=0.967$ ,  $P<0.01$ ); ♀:  $y=0.005\ 6x^2-0.091\ 6x+0.237\ 5$  ( $r^2=0.996\ 4$ ,  $P<0.01$ )。

表1 多鳞铲颌鱼的生长发育

Tab.1 Growth and development of *Varicorhinus macrolepi* n=5,  $\bar{X}\pm SD$

月龄 Age (mon)	平均体长/cm Average body length		平均体质量/g Average body mass		平均性腺质量/g Average gonad mass		性腺分期 Gonad stage		备注 Remark
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	
3	4.18±0.05	-	1.29±0.07	-	0.008±0.000	-	I	-	
4	4.74±0.07	4.26±0.13	1.95±0.09	1.22±0.10	0.009±0.000	0.016±0.000	II	I	
5	5.14±0.07	5.00±0.07	2.48±0.11	2.46±0.09	0.018±0.000	0.022±0.000	II	II	
6	5.88±0.06	5.36±0.19	3.85±0.24	2.93±0.13	0.023±0.000	0.039±0.000	II	II	
12	6.16±0.09	6.20±0.11	5.73±0.41	5.79±0.15	0.032±0.000	0.228±0.021	II	III	
18	7.92±0.12	7.74±0.11	9.67±0.71	13.08±0.12	0.091±0.004	0.818±0.014	II	IV	♂: 挤不出精液
24	8.64±0.10	8.54±0.19	19.06±0.49	17.56±0.33	0.274±0.021	1.233±0.033	II	IV-V	♂: 挤出精液,达性成熟
30	11.22±0.12	-	23.62±0.49	-	1.280±0.303	-	III	-	
34	12.86±0.09	-	35.37±0.37	-	4.054±0.172	-	IV	-	
35	13.38±0.06	-	37.68±0.33	-	4.841±0.080	-	IV	-	♀: 催产产卵
36	13.64±0.13	-	38.79±0.80	-	5.170±0.103	-	V	-	♀: 自然产卵,达性成熟

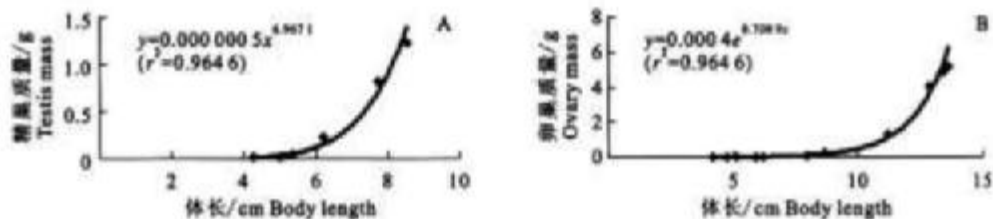


图1 多鳞铲颌鱼性腺质量与体长的关系

注:A 多鳞铲颌鱼(♂)TM与BL之间的关系;B 多鳞铲颌鱼(♀)OM与BL之间的关系。

Fig.1 Relationship between gonad mass and body length

Note: A relationship between TM and BL(♂); B Relationship between OM and BL(♀).

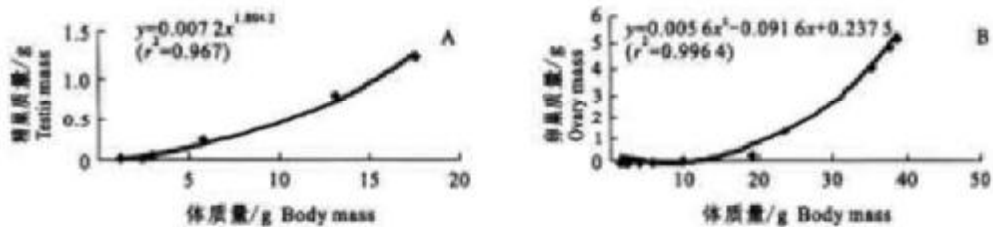


图2 多鳞铲颌鱼性腺质量与体质量的关系

注:A 多鳞铲颌鱼(♂)TM与BM之间的关系;B 多鳞铲颌鱼(♀)OM与BM之间的关系。

Fig.2 Relationship between gonad mass and body mass

Note: A Relationship between TM and BM(♂); B Relationship between OM and BM(♀).

### 3 讨论

#### 3.1 性腺分化的时间

不同种类的鱼性腺分化时间不同。本研究中多鳞铲颌鱼原始性腺形成于20日龄,60日龄时性腺出现分化迹象。卵巢和精巢开始分化时间分别是80和90日龄,卵巢分化早于精巢。多鳞铲颌鱼性腺的分化时间与黑海鲷(*Liza saliens*)<sup>[4]</sup>基本一致,但明显晚于其他鱼种。如青鳉(*Oryzias latipes*)性腺分化发生在孵化期<sup>[5]</sup>;黑口新鰕虎(*Neogobius melanostomus*)<sup>[6]</sup>、非洲鲶(*Clarias gariepinus*)<sup>[7]</sup>发生在孵化后第15~30天;革胡子鲶(*Clarias lazera*)<sup>[8]</sup>、泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*)<sup>[9]</sup>在孵化后第40~60天。多鳞铲颌鱼性腺分化时间较晚,是否与性成熟年龄晚、生命期长和繁殖期长(30年以上的鱼仍可产卵、排精)等遗传因素有关,有待于进一步探讨。

#### 3.2 多鳞铲颌鱼的性腺发育与生长速率

表1、图1与图2显示,4~6月龄的雄鱼和4~18月龄的雌鱼,性腺质量随体长和体质量的增加缓慢增长;但自12月龄(雄鱼)和30月龄(雌鱼)起,其性腺质量随体长和体质量增加而急剧增加。统计分析结果表明,多鳞铲颌鱼性腺质量与体质量、体长之间呈极显著相关关系( $r^2=0.96$ 以上)。显微结构观察发现,24月龄的雄鱼(体长约9 cm,体质量约18 g)其精巢小叶腔内充满大量成熟精子;36月龄雌鱼(体长约14 cm,体质量约39 g)其卵巢卵母细胞胞质内充满粗大的卵黄颗粒,标志此时雄鱼和雌鱼已完全进入性成熟阶段。岳永生等<sup>[1]</sup>报道,野生多鳞铲颌鱼雄鱼和雌鱼的性成熟年龄分别为3年(体长约12 cm,体质量约18 g)和4年(体长约15 cm,体质量约38 g)。野生多鳞铲颌雄鱼和雌鱼性成熟年龄分别比人工养殖的晚1年左右,但体质量和体长与人工养殖的相差很小,可见多鳞铲颌鱼性成熟与体质量、体长之间存在密切关系。

章龙珍等<sup>[10]</sup>研究发现,野生施氏鲟雌性成熟年龄为7~8龄,最小个体体质量仅2.8 kg,养殖的施氏鲟雌性成熟年龄为4龄,体质量6.7~9.8 kg。养殖的施氏鲟性成熟年龄提前与本实验结果一致,但其性成熟与体质量之间无明显关系,与本实验结果不同。人工养殖多鳞铲颌鱼的性成熟年龄早于野生的,可能是因为其生活在水域生态环境,且饵料充足,稚鱼生长发育加快所致,但鱼的生长发育及性成

熟年龄又与遗传和环境因素密切相关,生长缓慢个体的性成熟相应推迟,这可能是多鳞铲颌鱼性成熟与体质量、体长间存在一定关系的原因。

#### 3.3 多鳞铲颌鱼卵子及其发生特点

实验观察发现,初次达到性成熟的36月龄雌性多鳞铲颌鱼平均体质量38.79 g,成熟卵子直径1.1~1.4 mm。而同属鲤科的白鲢5~6年才达到初次性成熟,其平均体质量为3 kg,卵子直径1.2~1.5 mm。两种鱼的体质量和性成熟年龄虽然相差很大,但卵子大小却非常相近。由此可知,卵子大小主要取决于卵内营养物质的含量,营养物质越多,卵子越大,而与鱼的体质量和性成熟早晚却没有比例上的关系。不同种类鱼的卵子发生表现出明显差异性。本研究结果显示,多鳞铲颌鱼的卵子发生具有如下特点:①核仁变化明显,数量由少变多(Ⅱ时相到Ⅳ时相),又由多变少(Ⅳ时相到Ⅴ时相),直至消失,但有关核仁的变化机理还有待于研究。②卵原细胞和早期卵母细胞胞质中出现线粒体和内质网等细胞器,且随着卵母细胞的发育细胞器的数量和结构发生变化。而严云勤等<sup>[11]</sup>研究发现,鲫鱼的早期卵母细胞胞质中缺乏线粒体和内质网等细胞器。③卵黄颗粒最先出现在卵母细胞核膜附近,并由内向周边扩展。而白鲢和鳊鱼的卵黄颗粒则先在卵质的外缘形成,然后逐渐向卵核方向移动<sup>[12]</sup>。④成熟卵子内充满卵黄颗粒,且聚集成堆。而香鱼的卵子内却不形成成堆的卵黄物质<sup>[13]</sup>。⑤多鳞铲颌鱼卵黄颗粒分别由线粒体和环状片层结构演化而成,这也进一步证实线粒体是卵黄的前体结构,并在卵黄的发生过程中具有重要作用。

#### 3.4 精子发生的超微结构特点

本研究结果表明,多鳞铲颌鱼精子的发生也依次经历初级精原细胞、次级精原细胞、各级精母细胞、精子细胞和精子几个阶段。初级精原细胞为干细胞,次级精原细胞为分化的细胞,次级精原细胞较初级精原细胞染色质相对浓缩,核仁明显,细胞器数量增多,代谢旺盛;初级精母细胞由次级精原细胞分化而来,其线粒体数目最多,可见电子致密物、粗面内质网和游离核糖体;次级精母细胞内线粒体减少,线粒体嵴液泡化并移向细胞一端;精子细胞内细胞器减少,核染色质浓缩,中心粒和少量线粒体向后集中,细胞形态发生变化,当染色质完全浓缩,尾部形成时,精子形成。此过程与其他鱼类<sup>[14-15]</sup>基本相似。鱼类精子发生过程中,核内染色质变化最为明

显,但不同种类的鱼其变化不同。细鳞鱼 (*Brachymystax lenok*)<sup>[16]</sup>生精细胞核内染色质由颗粒状或纤丝状浓缩为粗纤维状,并向中心定向排布,继而浓缩为短粗状和带状;索氏六须鲶精子形成过程中核染色质在变态初期聚集浓缩成颗粒状,然后进一步聚集浓缩成致密网络状,最后直至全部致密化<sup>[17]</sup>。多鳞铲颌鱼精子发生过程中也经历染色质浓缩,但染色质浓缩时形态不同,最初染色质均匀分布,先浓缩为细颗粒状,继而浓缩为团块状,最后致密化成板块状。

#### 参考文献:

- [1] 岳永生,郑成亮.泰山赤鳞鱼[M].泰安:新闻出版社,1995:1-2,32-60.
- [2] 李全阳,岳永生,张庆朝.泰山赤鳞鱼脂肪酸组分分析及营养价值的初步评定[J].营养学报,1994,16(2):223-225.
- [3] 张金花,王树迎.泰山鳞鲷鱼肠道的显微和超微结构[J].中国兽医学报,2004,24(2):163-167.
- [4] Magil' rays N A, Moiseeva E B. Development of sex glands in the black sea leaping grey mullet *Liza saliens* (Risso) (Mugilidae) at early stages of ontogeny[J]. Vopr Ikhtiol, 1985(25): 469-477.
- [5] Hamaguchi S. A light and electron-microscopic study on the migration of primordial germ cells in teleost, *Oryzias latipes* [J]. Cell Tissue Res, 1982(227):139-151.
- [6] Moiseeva E B. Gonadal development during the indifferent period after hatching and sex differentiation in round goby *Negobius melanostomus* (Gobiidae)[J]. Vopr Ikhtiol, 1984(24):83-95.
- [7] Van Den Hurk R, Richter C J J, Janssen-Damerholt J. Effects of 17 $\alpha$ -methyltestosterone and 11 $\beta$ -hydroxyandrostenedione on gonad differentiation in the African Catfish, *Clarias gariepinus* [J]. Aquaculture, 1989(83):179-191.
- [8] 刘少军. 革胡子鲶原始生殖细胞的起源、迁移和分化[J]. 水生生物学报, 1991, 15(1):1-7.
- [9] 高书堂, 高令秋, 岳朝霞. 泥鳅原始生殖细胞的发生、迁移和性腺分化[J]. 武汉大学学报(自然科学版), 1998, 44(4):477-480.
- [10] 章龙珍, 庄平, 张博, 等. 人工养殖施氏侧线发育观察[J]. 中国水产科学, 2002, 9(4):323-327.
- [11] 严云勤, 李光鹏, 郑晓民. 鲫鱼卵子发生[J]. 东北农业大学学报, 1995, 26(3):273-279.
- [12] 楼允东. 组织胚胎学[M]. 北京:中国农业出版社, 1996:210, 306.
- [13] 龚启祥, 曹克勤, 曹 贻. 香鱼卵巢发育的组织学研究[J]. 水产学报, 1982, 6(3):221-234.
- [14] Billard R. Spermatogenesis and spermatology of some teleost fish species. Reprod[J]. Nutr Develop, 1986, 26(4):877-920.
- [15] 林丹军, 尤永隆, 苏 敏. 黑唇倒刺鲃精巢结构和精子发生的研究[J]. 水生生物学报, 2003, 27(6):563-571.
- [16] 张旭晨, 王所安. 细鳞鱼精巢超微结构和精子发生[J]. 动物学报, 1992, 38(4):355-358.
- [17] 尹洪滨, 孙中武, 刘玉堂, 等. 索氏六须鲶精巢结构及精子发生、形成与排出方式的研究[J]. 中国水产科学, 2001, 7(4):1-5.

## Histological studies on gonadal differentiation and development of *Varicorhinus macrolepis*

SONG Hui<sup>1,2</sup>, WANG Shu-ying<sup>1</sup>, PENG Ke-mei<sup>2</sup>, YIN Xun-he<sup>1</sup>

(1. College of Animal Science and Veterinary Medicine, Shandong Agricultural University, Taian 271018, China; 2. College of Veterinary Medicine, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

**Abstract:** The gonad differentiation and development of *Varicorhinus macrolepis* were studied by light microscopy and transmission electron microscopy, the different phases of germ cells and the formation process of gonad were observed. The results showed that the differentiation time of the ovary and testis respectively 80 days and 90 days. It needs about 36 months for the female *Varicorhinus macrolepis* to develop into sexual maturity and male *Varicorhinus macrolepis* needs about 24 months. The development of sperm and ovum was divided into 5 stages. During the development of *Varicorhinus macrolepis*, the relationship between gonad mass and body length & body mass was significantly correlative for 12 months(♂) and 36 months(♀). [Journal of Fishery Sciences of China, 2006, 13(5):723-731]

**Key words:** *Varicorhinus macrolepis*; gonad differentiation and development; histology

## 图版 I

1:20日龄,纵切示PGC迁入生殖嵴内;2:27~48日龄,纵切示原始性腺内的PGCs增多;3:60日龄,纵切示原始性腺中间出现裂隙;4:70日龄,纵切示原始性腺柄部出现纵裂小腔;5:80日龄,纵切示卵巢腔初步形成;6:90日龄,横切示精巢初步分化形成;7:横切示卵原细胞(→);8:横切示Ⅱ时相早期的卵母细胞(→);9:横切示Ⅱ时相晚期的卵母细胞(→);10:横切示3时相早期的卵母细胞;11:横切示3时相晚期的卵母细胞;12:横切示4时相早期的卵母细胞;13:横切示4时相中期的卵母细胞;14:横切示4时相晚期的卵母细胞;15:横切示5时相的卵母细胞;16:横切示Ⅰ期精巢;17:横切示Ⅱ期精巢;18:横切示Ⅲ期精巢;19:横切示Ⅳ期精巢后期;20:横切示Ⅴ期精巢后期,精子(→)。

PGC:原始生殖细胞;GR:生殖嵴;PG:原始性腺;Ga:裂隙;LSC:纵裂小腔;POC:卵巢腔;Sg:精原细胞;N:细胞核;Nu:核仁;Va:液泡;YG:卵黄颗粒;RM:放射膜;YC:卵黄块;LC:小叶腔;SL:精小叶;Cy:精小囊;(1):精子细胞;(2):精子。

## Plate I

1:Lognitudinal section showing PGC immigrated into genital ridges of 20 day's larva;2:Lognitudinal section showing multiply of PGCs in the primordial gonad of 27~48 day's larva;3:Lognitudinal section showing gap appeared in the primordial gonad of 60 day's fish;4:Lognitudinal section showing lengthways split cavity at the petiole of primordial gonad of 70 day's fish;5:Lognitudinal section showing formation of primary ovarian cavity in 80 day's fish;6:Transverse section showing beginning formation of testis in 90 day's fish;7:Transverse section showing stage I ovary(→);8:Transverse section showing early stage II ovary(→);9:Transverse section showing late stage II ovary(→);10:Transverse section showing early stage of phase 3 oocyte;11:Transverse section showing late stage of phase 3 oocyte;12:Transverse section showing early stage of phase 4 oocyte;13:Transverse section showing middle stage of phase 4 oocyte;14:Transverse section showing late stage of phase 4 oocyte;15:Transverse section showing phase 5 oocyte;16:Transverse section stage showing I testis;17:Transverse section showing stage II testis;18:Transverse section stage showing III testis;19:Transverse section showing late stage IV testis;20:Transverse section late stage V testis showing Sperm(→)。

PGC:Primordial germ cell;GR:Genital ridges;PG:Primordial gonad;Ga:Gap;LSC:Lengthways split cavity;POC:Primary ovarian cavity;Sg:Spermatogonia;N:Nucleus;Nu:Nucleolus;Va:Vacuole;YG:Yolk granules;RM:radiate membrane;YC:Yolk clot;SL:Seminiferous lobule;LC:Lobule cavity;Cy:Cysts;SL:Seminiferous lobule;(1):Spermatid;(2):Sperm.

## 图版 II

1:PGCs核膜周围的电子致密物和线粒体;2:卵原细胞;3:卵原细胞间的桥粒(→);4:2时相卵母细胞;5:内嵴开始液泡化消失的线粒体和粗面内质网;6:囊泡化的线粒体;7:3时相卵母细胞;8:3时相卵母细胞;9:线粒体形成卵黄颗粒的过渡形式;10:卵黄颗粒大量形成;11:卵黄颗粒形成初期,有膜包围;12:卵黄颗粒外膜消失;13:4时相卵母细胞;14:5时相卵母细胞表面的微绒毛(→);15:A型精原细胞;16:B型精原细胞;17:初级精母细胞和支持细胞;18:次级精母细胞;19:刚形成的精子细胞(1)和变态过程中的精子细胞(2);20:精子细胞中染色质致密化;21:精子形成。

EDB:电子致密物;Mi:线粒体;RER:粗面内质网;N:核;NM:核膜;CM:细胞膜;AL:环状片层结构;YG:卵黄颗粒;SE:支持细胞;NV:核空泡;ST:精子尾部。

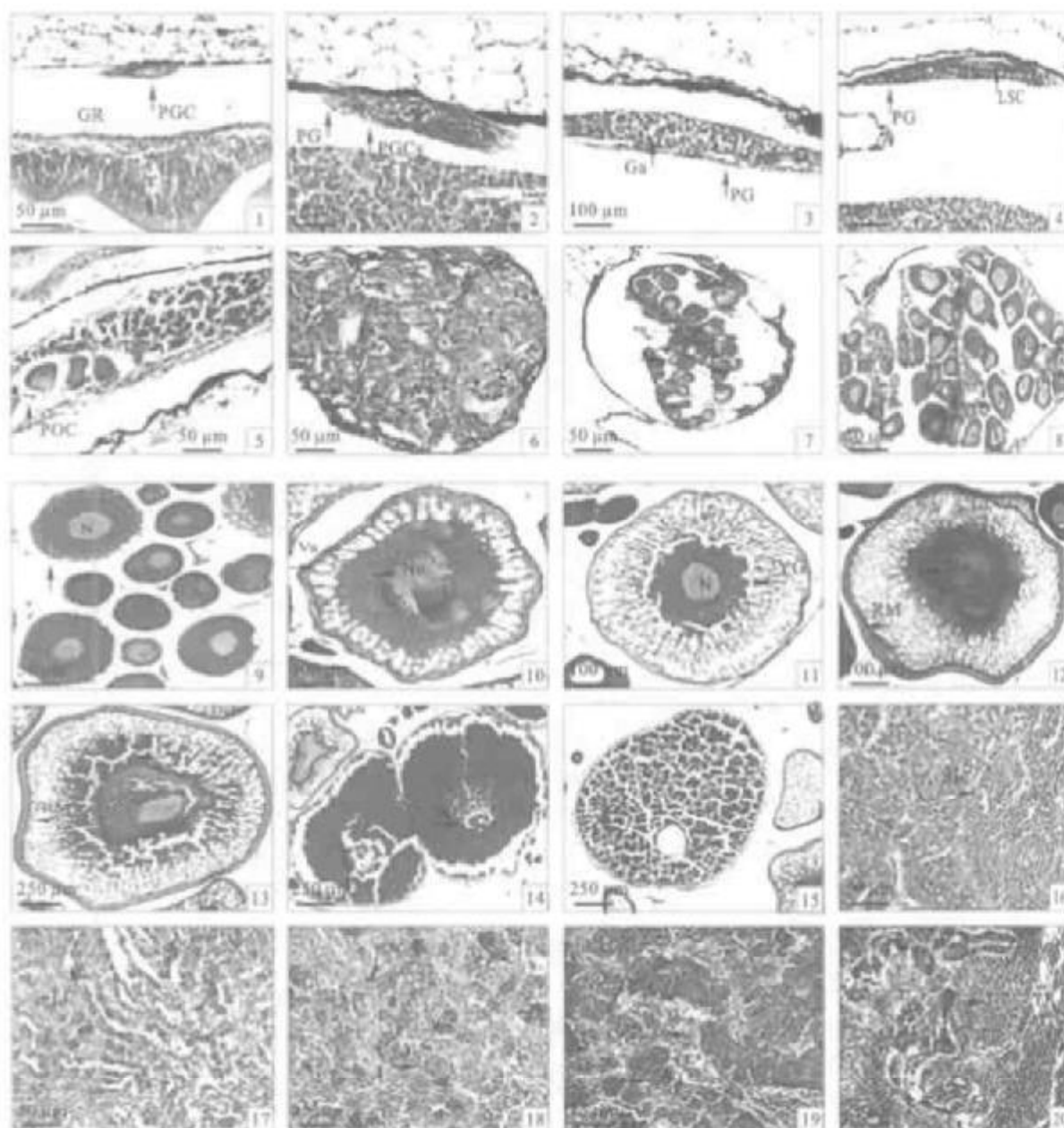
## Plate II

1:Electron dense bodies and mitochondria around nuclear membrane of PGCs;2:Oogonia;3:Desmosome(→) between oogonia;4:Phase 2 oocyte;5:Mitochondria crista beginning vesicle and disappearing and rough endoplasmic reticulum;6:Vesicle formed from mitochondria;7:Phase 3 oocyte;8:Phase 3 oocyte showing annulate lamellae;9:Intergradation from mitochondria to yolk granules;10:Plentiful yolk granules;11:Early stage of yolk granules besieged by membrane;12:The membrane of yolk granules disappearing;13:Phase 4 oocyte;14:Microvillus(→) on the surface of phase 5 oocyte;15:Type A spermatogonia;16:Type B spermatogonia;17:Primary spermatocytes and supporting cells;18:Secondary spermatocytes;19:Early spermatid(1) and late spermatid(2);20:Chromatin condensed and concentrated in the spermatid;21:Formed sperm.

EDB:Electron dense bodies;Mi:Mitochondria;RER:Rough endoplasmic reticulum;N:Nucleus;NM:Nucleus membrane;CM:Cell membrane;AL:Annulate lamellae;YG:Yolk granules;SE:Supporting cells;NV:Nucleus vacuole;ST:Sperm tail.

宋 卉等:多鳞铲颌鱼性腺分化发育的组织学研究

SONG Hui et al:Histological studies on gonadal differentiation and development of *Varicorhinus macrolepis*



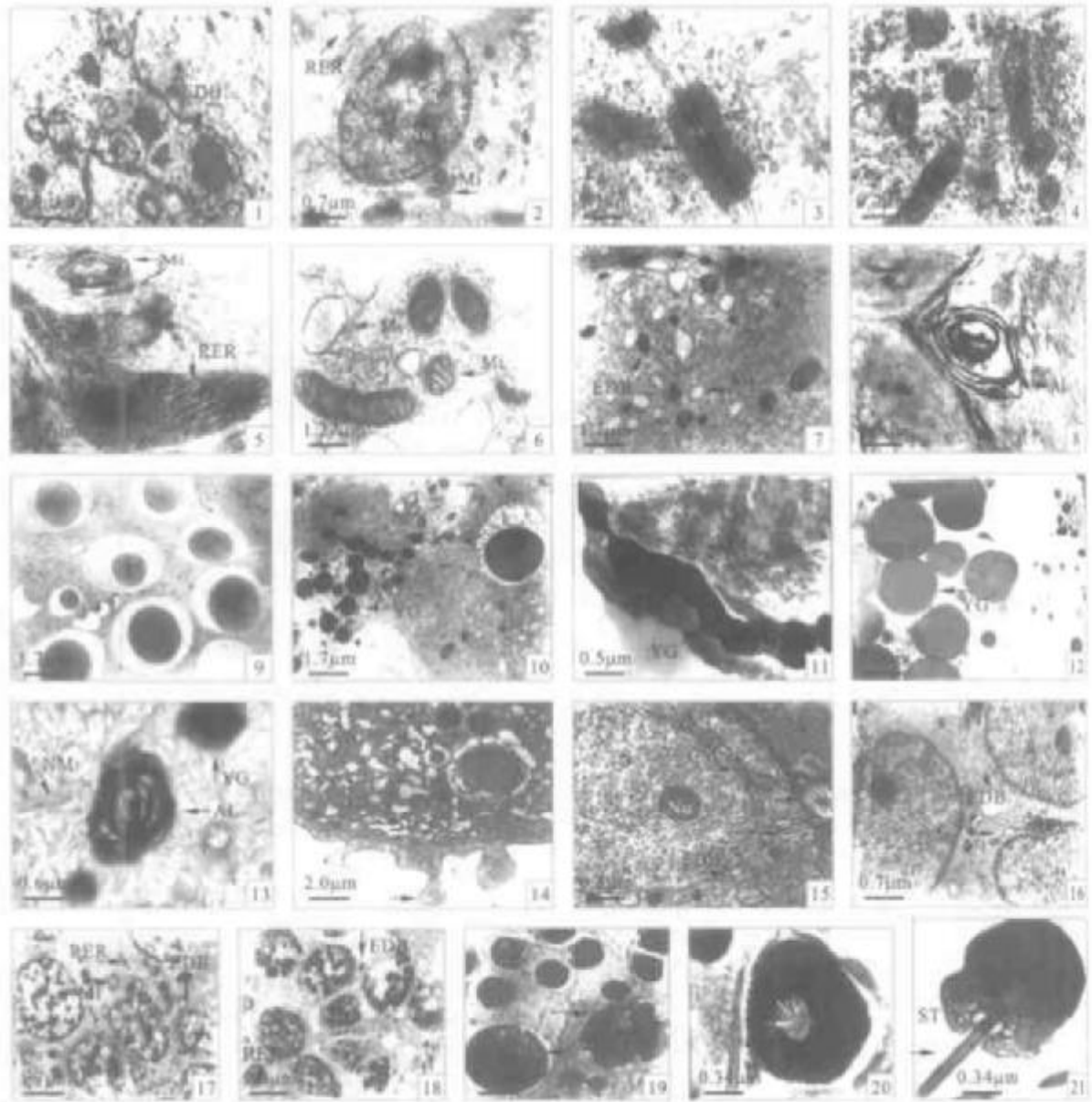
图版 I Plate I

(图版 I 说明见第 729 页 Explanation of Plate I at page 729)



宋 卉等:多鳞铲颌鱼性腺分化发育的组织学研究

SONG Hui et al: Histological studies on gonadal differentiation and development of *Varicorhinus macrolepis*



图版 I Plate I

(图版 I 说明见第 729 页 Explanation of Plate I at page 729)