

DOI: 10.12264/JFSC2020-0337

横带髯鲷早期生长发育特征

平洪领¹, 张涛¹, 史会来¹, 卢斌¹, 何建瑜², 蒋日进¹, 俞学军¹

1. 浙江省海洋水产研究所, 浙江省海水增养殖重点实验室, 浙江 舟山 316021;

2. 浙江海洋大学海洋科学与技术学院, 海洋生物蛋白质工程研究室, 浙江 舟山 316022

摘要: 本文旨在对横带髯鲷(*Hapalogenys mucronatus*)早期生活史阶段的生长发育特征进行观察和测量, 详细描述胚胎和仔稚幼鱼各发育时期的时间和形态特征。结果表明, 横带髯鲷的受精卵为透明的圆球形浮性卵, 卵径(1.32 ± 0.01) mm, 多个大小不等的淡黄色油球。胚胎发育经历 6 个主要阶段: 卵裂前期、卵裂期、囊胚期、原肠胚期、器官形成期和出膜期。在水温(21.0 ± 0.2) °C, 盐度 26 条件下, 受精卵约经 36 h 30 min 孵出初孵仔鱼。胚后发育阶段的划分主要依据卵黄囊、油球、鳍膜、鳞片和体色条带的变化, 可分为早期仔鱼期、晚期仔鱼期、稚鱼期和幼鱼期 4 个阶段。初孵仔鱼全长(2.96 ± 0.15) mm, 具单个油球, 3 日龄开口摄食轮虫, 4 日龄卵黄囊消耗完全, 9 日龄油球消耗完全, 24 日龄鳍膜完全消失, 体侧和腹部出现初生栉鳞, 进入稚鱼期。45 日龄被覆栉鳞, 全身黑色素加深, 腹部呈灰白色, 进入幼鱼期。横带髯鲷早期发育过程中有 3 个重要形态特征: 从 2 日龄至 38 日龄, 横带髯鲷的头背部 1~9 枚硬棘出现和退化; 从 5 日龄开始腹鳍出现并正异速生长, 至 38 日龄腹鳍逐渐由长翅形退变为扇形; 56 日龄幼鱼期, 体表明显可见 6 条横向黑色素带, 在体态上与成鱼基本相同。

关键词: 横带髯鲷; 胚胎发育; 仔鱼; 稚鱼; 幼鱼; 形态特征

中图分类号: S963

文献标志码: A

文章编号: 1005-8737-(2021)03-0276-12

髯鲷属(*Hapalogenys*)鱼类隶属于鲈形目(Perciformes)、石鲈科(Pamadasyidae), 为世界性温带及热带近海鱼类, 全世界已报道有 9 种, 大多为重要的海洋经济鱼类。在我国现有纵带髯鲷(*Hapalogenys kishinouyei*)、斜带髯鲷(*Hapalogenys nigripinnis*)和横带髯鲷(*Hapalogenys mucronatus*)3 种, 为我国沿海地区很大发展潜力的增养殖品种^[1]。目前, 世界范围内仅见斜带髯鲷实现人工繁育^[2-3], 并开展相关研究工作^[4-5]。横带髯鲷俗称铜盆鱼、十六枚等^[6-7], 为近海中下层鱼类, 喜栖息于多岩礁的海区, 是一种典型的岛礁性鱼类, 以小鱼、甲壳类及贝类等为食, 最大体长达 200 mm^[8]。我国沿海均有分布, 不仅肉质鲜美并且体色鲜艳, 是重要的经济食用鱼类和名贵海水观赏鱼类^[1,8-9]。

由于该鱼的野生资源较匮乏, 市场上供不应求。其独特的广盐和耐低温的特性, 特别适宜于浙江沿海人工养殖和生态资源修复的优良品种。自 2016 年以来, 本团队开始对野生横带髯鲷进行人工驯养、饵料选择、生殖调控技术等系列研究, 均取得突破性进展。但是, 对于一个新驯养的野生鱼种来说, 驯化和养殖研究固然重要, 更重要的是实现它的人工繁育和育苗技术, 这将决定该物种是否能够长期适应人工养殖环境, 并持续繁衍生息^[10]。

作为重要的海水经济鱼类, 关于横带髯鲷的基础研究已有报道, 仅见于遗传多样^[8-9,11]、分类地位^[1,12]、亲体培育^[6-7,13]及环境因子对胚胎发育的影响^[14]等方面的研究, 尚未有关于横带髯鲷胚

收稿日期: 2020-10-10; 修订日期: 2020-11-11.

基金项目: 国家重点研发计划项目(2019YFD0901204, 2019YFD0901205); 浙江省重点研发计划项目(2019C02056); 浙江省科研院所专项(577767905).

作者简介: 平洪领(1988-), 男, 硕士, 工程师, 研究方向为海水鱼类繁育与发育. E-mail: pinghongling@126.com

通信作者: 史会来, 高级工程师, 研究方向为海水鱼类繁育与发育. E-mail: shihuilai1980@163.com

胎发育及仔稚幼鱼形态学观察的研究报道。由于缺乏对其早期生活史发展规律的深刻认识,以至于早在 2006 年就有科研工作者对其探索开展人工繁育工作^[7,14],但是至今仍未在苗种培育方面取得实质性进展,人工繁育工艺技术尚不成熟。本研究团队总结在研究初期所面临的问题困境,分析主要原因是亲鱼性腺发育不良、受精率低、畸形率高、多个危险期、成活率低。因此,急需开展横带髯鲷早期生长发育各阶段的形态特征的观察和描述,掌握其早期阶段发育特点,在苗种培育时针对性地满足其各发育阶段的生理和生态需求,以期为建立稳定成熟的苗种培育技术提供重要的早期生活史资料,也为自然生态条件下横带髯鲷的早期发育阶段的形态鉴别提供科学依据。横带髯鲷是舟山渔场名优土著海水经济鱼类,开发前景广阔,随着其繁育技术的突破,将为其实现产业化奠定坚定的理论基础,为浙江省海水养殖和增殖放流提供优质种苗,对促进我国鱼类养殖业健康可持续发展也具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 受精卵的获得及孵化

横带髯鲷亲鱼为浙江省海洋水产研究所试验场自主构建的野生驯化繁殖群体,来自舟山群岛周边岩礁海域的 1~2 龄野生个体。经过 2 年的人工培育,通过生殖调控技术促进亲鱼性腺发育,亲鱼在室内养殖池自然产卵获得受精卵,产卵水温(21 ± 0.5) °C。

在亲鱼产卵池旁观察亲鱼的发情交配行为,亲鱼产卵时间一般在 21:00 至 22:30,发现亲鱼产卵后,及时用 80 目筛绢网捞取浮在水体表层的受精卵,放入提前准备好的 1000 mL 玻璃杯中,迅速置于实验室的恒温培养箱中,控制温度(21.0 ± 0.2) °C、盐度 26、微充气、静水孵化。

1.2 仔稚幼鱼的培育

用于观察形态发育的仔鱼来自室内鱼苗培育池,仔鱼放养密度为 1×10^4 尾/ m^3 ,培育水温(21.0 ± 0.5) °C,盐度 26,微充气,溶解氧 ≥ 5 mg/L, pH 8.0。初孵仔鱼出膜第 3 天开始投喂经裂壶藻粉和小球藻强化过的褶皱臂尾轮虫,同时,向育

苗池内加入小球藻液,为轮虫提供饵料和调理水色。饵料系列为经过裂壶藻粉和小球藻强化的褶皱臂尾轮虫、卤虫无节幼体、桡足类、糠虾和人工配合饲料等(图 1)。在鱼苗培育的前 12 d 不需要换水,只需每日添加少量海水。12 天后开始换水,遵循由少到多的换水量,12~20 日龄每天换水量为 20%,21~50 日龄为 40%,51 日龄以后为 60%。

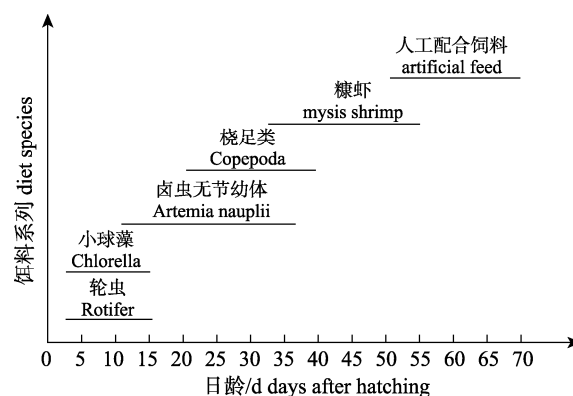


图 1 横带髯鲷育苗饵料系列及投喂时间

Fig. 1 Rearing diet series and feeding time for *Hapaloyenys mucronatus*

1.3 取样与观察

在不同时间点多次取孵化的受精卵,使用解剖镜(Nikon SMZ800, 日本)观察胚胎发育,详细记录胚胎各发育时期的主要形态特征和时间,并进行拍照保存。胚后发育时间以日龄计算,初孵仔鱼为 0 日龄(0 dah, 0 days after hatching),以此类推。从初孵仔鱼开始,每天从育苗池中随机取样,在解剖镜下观察仔稚幼鱼不同发育时期的形态特征、器官发育及生长摄食情况。测量全长和卵黄囊的长、短径长,使用拍照系统记录形态变化。同时,用 10%甲醛溶液保存每日龄样本 15 尾,以备后续补充使用。卵黄囊体积(V)计算参照 Alderdice 等^[15]的方法: $V=4/3\pi(r/2)^2R/2$, 式中 r 为短径, R 为长径。

2 结果与分析

2.1 胚胎发育

横带髯鲷受精卵为浮性卵,呈圆球形,透明,微黄色,卵直径为(1.32 ± 0.01) mm,中央有多个大小不等的淡黄色油球。在水温(21.0 ± 0.2) °C、盐

度 26 条件下, 受精卵经 36 h 30 min (孵出 50%) 孵化出膜。根据形态特征, 胚胎发育过程可划分为 24 个发育时期。胚胎发育时期及各阶段主要形态特征见表 1。

表 1 孵化水温(21.0±0.2) °C下横带髯鲷胚胎发育时序
Tab. 1 Embryonic development of *Haploxyenys mucronatus* at temperature of (21.0±0.2) °C

发育阶段 period of embryonic development	发育时期 stage of embryonic development	受精后时间 time after fertilization	主要特征 developmental characteristics	图 2 figure 2
卵裂前期 early stage of the cleavage	未受精卵 unfertilized	0 h 0 min	原生质表层可见网格状结构	a
	胚盘隆起 blast odisk stage	0 h 25 min	胚盘形成, 侧面可见帽状隆起	b
	2 细胞期 2-cell stage	1 h 03 min	第 1 次卵裂, 形成 2 个对等细胞	c
	4 细胞期 4-cell stage	1 h 18 min	第 2 次卵裂, 分裂面与第 1 次垂直, 形成 4 个对等细胞	d
	8 细胞期 8-cell stage	1 h 28 min	第 3 次卵裂, 分裂面与第 1 次平行, 形成 8 个细胞	e
卵裂期 cleavage stage	16 细胞期 16-cell stage	1 h 51 min	第 4 次卵裂, 分裂面与第 1 次垂直, 形成 16 个细胞	f
	32 细胞期 32-cell stage	2 h 11 min	第 5 次卵裂, 形成 32 个细胞	g
	64 细胞期 64-cell stage	2 h 31 min	分裂面开始不规则, 形成 64 个细胞	h
	多细胞期 multicellular stage	3 h 05 min	细胞变小, 并开始重叠	i
	桑椹胚期 morula stage	3 h 28 min	细胞更小, 形似桑椹球	j
囊胚期 blastula stage	高囊胚期 high blastula stage	4 h 27 min	囊胚高且集中, 呈帽状	k
	低囊胚期 low blastula stage	5 h 59 min	囊胚边缘变薄, 细胞下包, 囊胚变低	l
原肠胚期 gastrula stage	原肠早期 early gastrula stage	8 h 35 min	背面可见胚环, 侧面可见胚盾	m
	原肠中期 mid gastrula stage	11 h 10 min	胚层下包卵黄 1/2	n
	原肠后期 late gastrula stage	14 h 13 min	胚层下包卵黄 3/4, 胚盾细长	o
	胚孔封闭期 closure of blastopore	16 h 48 min	胚孔将要封闭, 头部出现 1 对视囊, 肌节 4~6 对	p
	听囊形成期 otocyst stage	19 h 51 min	视囊后出现 1 对听囊	q
器官形成期 organogenesis stage	晶体形成期 crystal stage	22 h 57 min	晶体轮廓清晰, 克氏泡出现	r
	尾芽期 tail bud stage	25 h 12 min	尾芽开始与卵黄囊分离	s
	心跳期 heart beating stage	27 h 31 min	心脏开始搏动	t
	肌肉效应期 muscular contraction	28 h 49 min	肌节增多, 胚体频繁抽动	u
	将孵期 pre-hatching stage	34 h 54 min	胚体剧烈扭动	v
出膜阶段 hatching stage	孵化期 hatching stage	36 h 05 min	头部先破膜而出, 尾部弹射出膜	w
	初孵仔鱼 newly hatched larvae	36 h 30 min	全部出膜	x

2.1.1 卵裂前期 未受精成熟卵子的原生质表层可见网格状结构(图 2a)。受精后 0 h 25 min, 受精膜举起, 受精卵的一侧形成盘状突起, 卵周间隙扩大, 动物极形成(图 2b)。

2.1.2 卵裂期 横带髯鲷受精卵的卵裂方式与其他硬骨鱼类相同, 属盘状卵裂。受精后 1 h 3 min, 胚盘经裂, 将胚盘均匀分裂为 2 个大小相等的细胞(图 2c), 完成第 1 次卵裂; 受精后 1 h 18 min,

在与第 1 次卵纵裂面上把 2 个细胞均等分裂, 完成第 2 次卵裂(图 2d); 受精后 1 h 28 min, 卵裂时出现 2 个分裂面, 形成同一层前后排列的 8 个细胞, 完成第 3 次卵裂(图 2e); 受精后 1 h 51 min, 开始第 4 次卵裂, 在同一层 4 排 4 列 16 个细胞(图 2f); 受精后 2 h 11 min, 第 5 次卵裂, 分裂面不在规则排列, 且细胞分裂变得不同步进行, 分裂完成后, 可分辨出 32 个细胞(图 2g); 受精后 2 h

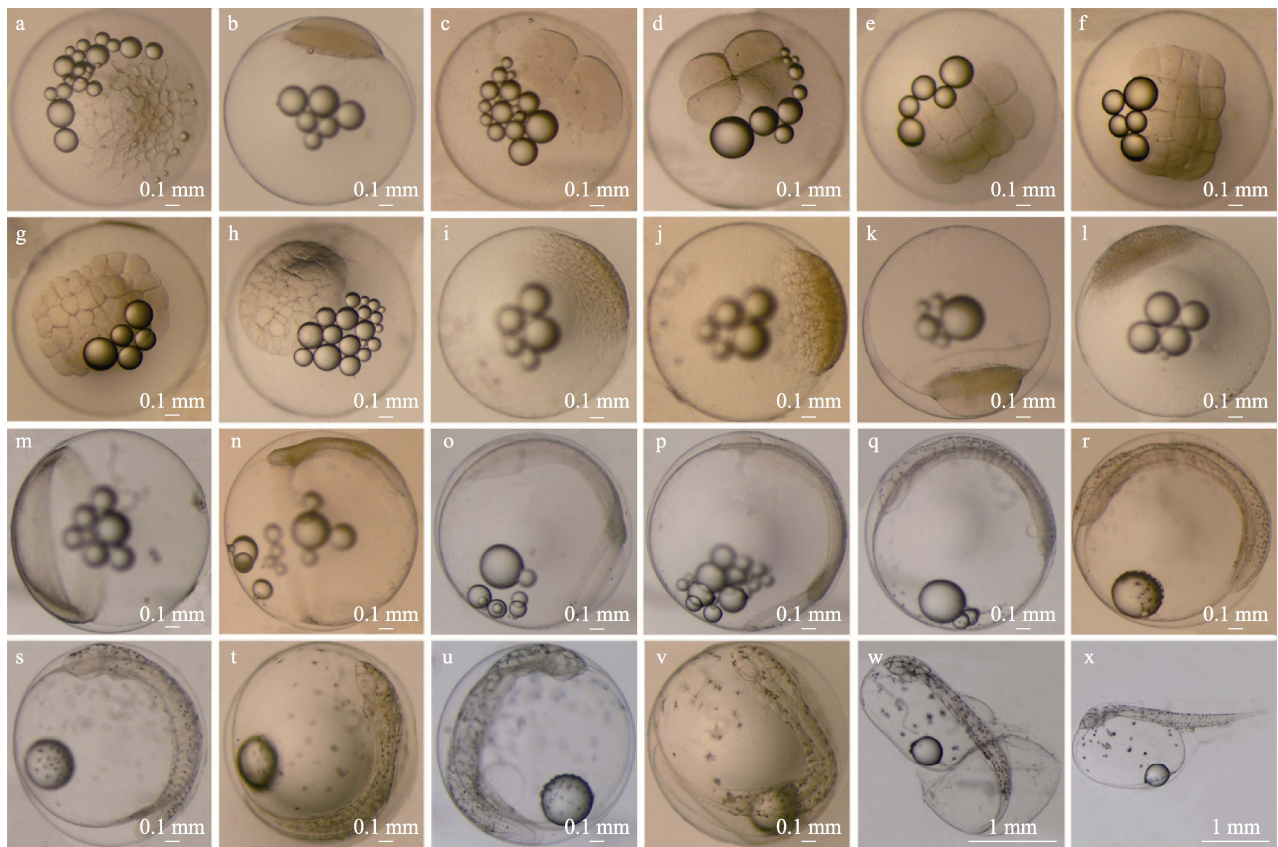


图2 横带髯鲷胚胎发育

a. 未受精卵; b. 胚盘隆起; c. 2细胞; d. 4细胞; e. 8细胞; f. 16细胞; g. 32细胞; h. 64细胞; i. 多细胞; j. 桑椹胚期; k. 高囊胚期; l. 低囊胚期; m. 原肠早期; n. 原肠中期; o. 原肠后期; p. 胚孔封闭期; q. 听囊形成期; r. 晶体形成期; s. 尾芽期; t. 心跳期; u. 肌肉效应期; v. 将孵期; w. 孵化期; x. 初孵仔鱼。

Fig. 2 Embryonic development of *Hapaloyenys mucronatus*

a. Unfertilized egg; b. blast odlisk stage; c. 2-cell stage; d. 4-cell stage; e. 8-cell stage; f. 16-cell stage; g. 32-cell stage; h. 64-cell stage; i. multicellular stage; j. morula stage; k. high blastula stage; l. low blastula stage; m. early gastrula stage; n. mid gastrula stage; o. late gastrula stage; p. closure of blastopore; q. otocyst stage; r. crystal stage; s. tail bud stage; t. heart beating stage; u. muscular contraction; v. pre-hatching stage; w. hatching stage; x. newly hatched larvae.

31 min, 第6次卵裂, 分裂成64个细胞, 细胞排列不规则, 开始出现重叠现象(图2h); 受精后3 h 5 min, 细胞变小, 细胞团呈圆形, 仍可见细胞间界限, 进入多细胞期(图2i); 在受精后3 h 28 min, 细胞分裂得更小, 细胞间界限不明显, 细胞团形似桑椹球, 进入桑椹期胚胎(图2j)。

2.1.3 囊胚期 受精后4 h 27 min, 细胞持续分裂, 细胞数目和细胞层次不断增加, 细胞团中部向上隆起, 形似高帽状, 细胞团也有粗糙面向光滑面变化, 开始高囊胚期(图2k); 由于细胞不断分裂, 细胞的推挤, 囊胚层边缘开始向扁平方向发展, 受精后5 h 59 min, 进入低囊胚期(图2l), 准备开始下包。

2.1.4 原肠胚期 在囊胚后期, 囊胚边缘增多的细胞迁移、延伸和下包, 在受精后8 h 35 min, 卵黄囊被胚层下包1/4, 侧面观胚层顶端可见月形胚盾(图2m), 进入原肠早期; 受精后11 h 10 min, 胚层下包卵黄1/2, 进入原肠中期(图2n); 受精后14 h 13 min, 胚层下包卵黄3/4, 胚盾细长, 前段膨大, 进入原肠后期(图2o)。

2.1.5 器官形成期 受精后16 h 48 min, 胚环下包收缩成一个圆孔, 胚孔形成, 在胚体头部两侧向外隆起, 形成1对视囊, 肌节4~6对, 进入胚孔封闭期(图2p); 受精后19 h 51 min, 克氏囊出现, 胚体头部视囊后方出现1对听囊, 肌节数增加, 进入听囊形成期(图2q); 受精后22 h 57 min, 胚

体头部背面视囊之间出现脑泡, 尚未分化, 肌节增加, 卵黄囊上星状黑色素可见, 视囊内可见透明状晶体, 听囊内形成透明状耳石, 进入晶体形成期(图 2r)受精后 25 h 12 min, 心脏已形成, 脊索内神经管可见, 胚体尾部部分与卵黄囊分离, 尾鳍褶可见, 进入尾芽期(图 2s); 受精后 27 h 31 min, 心室开始搏动, 进入心跳期(图 2t); 受精后 28 h 49 min, 肌节增多, 胚体抽动, 进入肌肉效应期(图 2u)。

2.1.6 出膜阶段 受精后 34 h 54 min, 胚体频繁抽动, 心跳剧烈, 进入将孵期(图 2v); 受精后 36 h 5 min, 在胚体的剧烈抽动下, 胚体头部首先破膜而出, 卵黄囊被挤压拉伸, 尾部仍在卵膜内, 尾部弯曲, 进入孵化期(图 2w); 受精后 36 h 30 min, 尾部弹开卵膜, 胚体完全脱离卵膜, 形成初孵仔鱼(图 2x)。

2.2 仔稚幼鱼形态发育

2.2.1 早期仔鱼 从孵化出膜至卵黄囊、油球即将完全消失。

初孵仔鱼(0 dah): 全长(2.96 ± 0.15) mm, 腹部有一个大的椭圆形卵黄囊, 长径长(1.64 ± 0.06) mm, 短径长(1.03 ± 0.04) mm, 油球位于卵黄囊后端, 油球直径长(0.34 ± 0.02) mm, 消化管细长, 肛门尚未打开, 背部和腹部均有星状黑色素分布, 悬浮于水体表层, 依靠尾部间歇性颤动运动, 无游泳能力(图 1x)。

1 dah 仔鱼: 全长(4.33 ± 0.28) mm, 卵黄囊长径长(0.92 ± 0.08) mm, 短径长(0.84 ± 0.02) mm, 油球直径长(0.31 ± 0.03) mm, 卵黄囊和油球明显缩小, 卵黄囊体积缩小 88.7% (图 3), 身体变得细长, 背腹部鳍褶加宽, 鳍褶起始于头部, 经背部绕过尾部, 终止于肛门前。消化管变粗, 肛门开口于体外, 体表出现感受器, 腹部和躯干部黑色素增多, 同时, 出现树枝状棕黄色色素(图 4a)。

2 dah 仔鱼: 全长(4.43 ± 0.31) mm, 卵黄囊长径长(0.35 ± 0.5) mm, 短径长(0.25 ± 0.01) mm, 油球直径长(0.30 ± 0.03) mm, 口裂出现, 头部听囊上方出现 1 枚头背棘, 消化道前段开始膨大, 在腹部鳍褶的肛门开口处出现凹口, 血液循环明显, 可见血管内血液流动, 视囊内黑色素增多, 肛门后

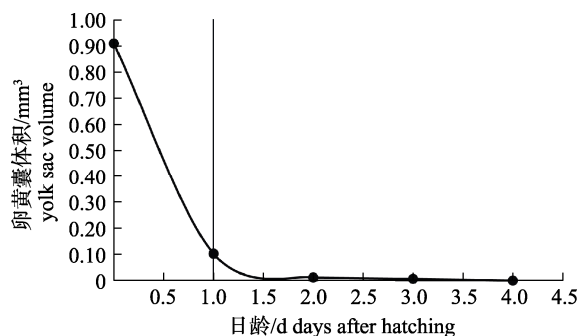


图 3 横带髯鲷卵黄囊的吸收过程

Fig. 3 Exhaustion of yolk sac of *Haployeos mactronatus*

端躯干部树枝状棕黄色色素增多(图 4b)。

3 dah 仔鱼: 全长(4.61 ± 0.33) mm, 卵黄囊即将被完全吸收, 油球进一步缩小, 卵黄囊长径长(0.31 ± 0.05) mm, 短径长(0.20 ± 0.02) mm, 油球直径(0.26 ± 0.03) mm, 头背棘形成 3 个, 口裂已完全形成, 下颌略长于上颌, 部分仔鱼可以开口摄食轮虫, 消化道前段进一步变粗, 可见肠道蠕动, 消化道后端也开始膨大变粗, 肠道前段和后段分界明显, 黑色素和棕黄色素在躯干部分布更加广泛(图 4c)。

4 dah 仔鱼: 全长(4.62 ± 0.47) mm, 卵黄囊被完全吸收(图 3), 油球直径(0.25 ± 0.02) mm, 头背部棘形成 5 个, 鳃盖边缘形成 4 枚棘, 消化道进一步膨大加粗, 鳃管充气, 肛门后端体侧有长树枝状棕色色素分布, 胸鳍出现, 呈扇形, 运动能力增强, 集群现象明显, 往往聚集在增氧气石上方的中上层水体(图 4d)。

5 dah 仔鱼: 全长(4.69 ± 0.30) mm, 油球直径(0.187 ± 0.03) mm, 头背部棘形成 6 个, 出现腹鳍和齿。摄食和消化能力增强, 消化道内可见 1~3 个轮虫(图 4e)。

8 dah 仔鱼: 全长(4.76 ± 0.25) mm, 油球直径(0.11 ± 0.01) mm, 头背部棘形成 8 个, 中肠和后肠分界明显, 中肠盘曲, 增加肠道长度, 肠内壁出现褶皱, 增强消化食物和吸收营养物质的面积(图 4f)。

2.2.2 晚期仔鱼 从卵黄囊完全消失、油球被完全吸收至鳍膜即将完全消失。

9 dah 仔鱼: 全长(5.05 ± 0.45) mm, 油球完全消失, 头背部棘形成 9 个, 鳃盖及鳃盖骨下缘出

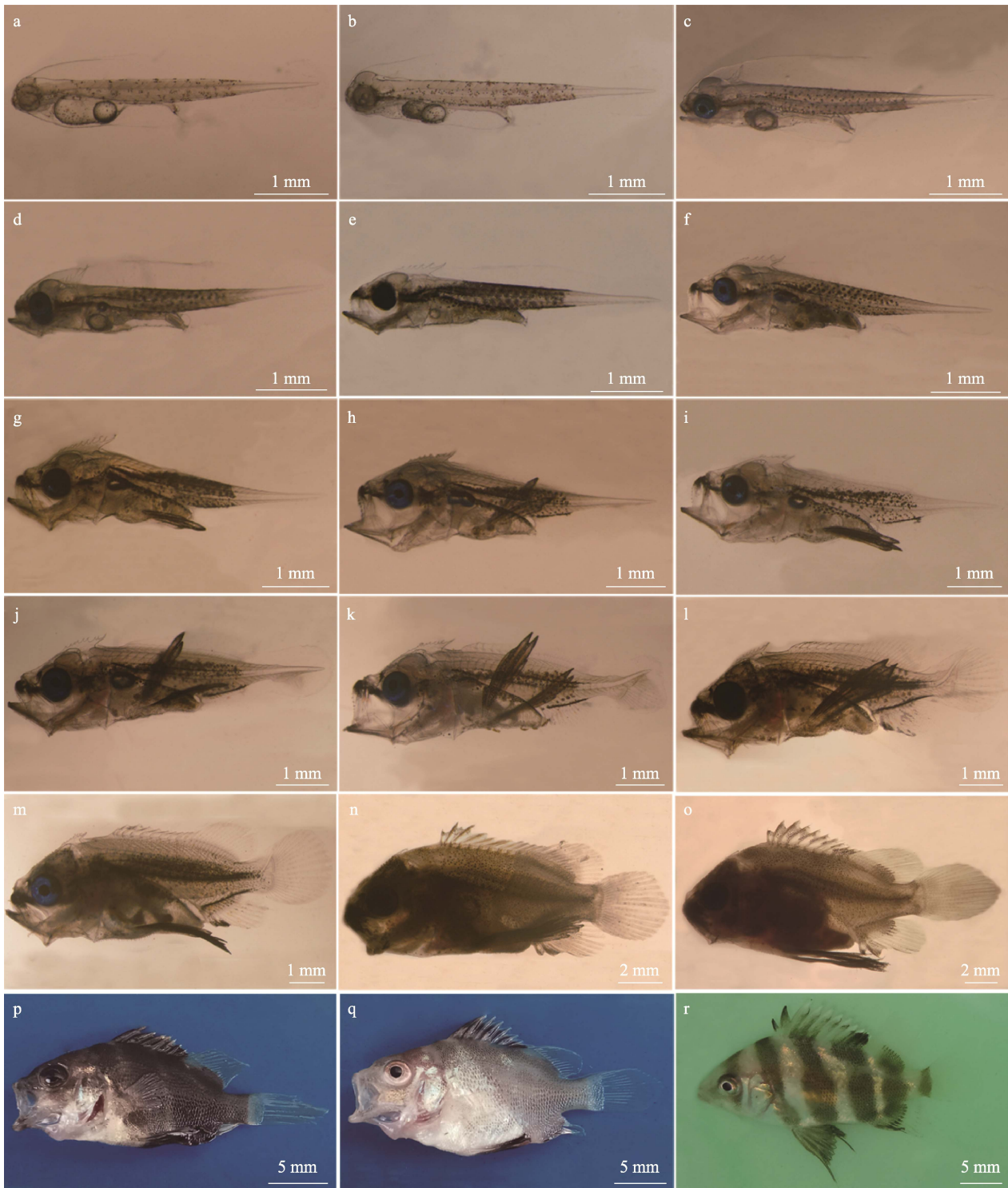


图 4 横带髯鲷胚后发育形态特征

Fig. 4 Morphological characteristics of post-embryonic development of *Hapaloyenys mucronatus*

- a. 1 d 仔鱼; b. 2 d 仔鱼; c. 3 d 仔鱼; d. 4 d 仔鱼; e. 5 d 仔鱼; f. 8 d 仔鱼; g. 9 d 仔鱼; h. 12 d 仔鱼; i. 15 d 仔鱼; j. 18 d 仔鱼;
 k. 22 d 仔鱼; l. 24 d 稚鱼; m. 29 d 稚鱼; n. 34 d 稚鱼; o. 38 d 稚鱼; p. 45 d 幼鱼; q. 50 d 幼鱼; r. 56 d 幼鱼.
- a. Larvae of 1 dah; b. larvae of 2 dah; c. larvae of 3 dah; d. larvae of 4 dah; e. larvae of 5 dah; f. larvae of 8 dah; g. larvae of 9 dah;
 h. larvae of 12 dah; i. larvae of 15 dah; j. larvae of 18 dah; k. larvae of 22 dah; l. juvenile of 24 dah; m. juvenile of 29 dah;
 n. juvenile of 34 dah; o. juvenile of 38 dah; p. young fish of 45 dah; q. young fish of 50 dah; r. young fish of 56 dah.

现点状黑色素, 消化道上方黑色素加深, 腹鳍快速生长, 形似 2 个翅膀, 但是腹鳍运动能力弱, 从而降低了仔鱼的游泳能力, 集群现象不明显, 肠道继续增粗, 摄食轮虫量大(图 4g)。

12 dah 仔鱼: 全长(5.29 ± 0.31) mm, 背鳍膜高度下降, 躯干与背鳍膜处背鳍鳍原基形成, 肛门后方, 臀鳍发生处出现直线形黑色素丛聚集, 胸鳍和腹鳍明显, 腹鳍有 5 根鳍条, 中间 1 根鳍条最长, 鳍条呈微黄色, 鳍条间的鳍膜处分布大量点状黑色素丛, 腹鳍长度占全长的 $1/4$, 尾部鳍膜尚在。仔鱼开始摄食卤虫无节幼体, 因摄食卤虫无节幼体而消化道呈淡黄色(图 4h)。

15 dah 仔鱼: 全长(5.45 ± 0.49) mm, 在肛门后方的直线黑色素丛处形成臀鳍原基, 尾鳍鳍条开始发育, 在消化道下方出现雪花状黑色素(图 4i)。

18 dah 仔鱼: 全长(6.24 ± 0.52) mm, 头背部棘 9 个, 背鳍鳍条和臀鳍鳍条开始发育, 尾鳍鳍条生长, 背鳍棘原基出现, 在尾柄处的上下鳍膜降低, 形成凹槽(图 4j)。

22 dah 仔鱼: 全长(6.73 ± 0.44) mm, 头背部棘退化为 8 个, 背鳍棘开始发育, 出现 4 枚背鳍棘, 在尾鳍鳍条发生处尾椎骨稍微上翘, 背鳍鳍条和臀鳍鳍条明显, 鳍膜升高, 尾鳍鳍条生长, 数量增加, 尾部呈扇形, 尾椎骨下端由鳍条组成, 上端仍有鳍膜构成(图 4k)。

2.2.3 稚鱼期 鳍膜完全消失至鳞被即将完全形成。

24 dah 稚鱼: 全长(7.41 ± 0.37) mm, 鳍膜已完全消失, 头背部棘退化为 6 个, 出现 8 枚背鳍棘, 臀鳍分布有黑色素丛, 体侧和腹部零星出现初生栉鳞, 在显微镜下可以看到凸出体表的栉齿。可以摄食桡足类, 但还是以摄食卤虫无节幼体为主(图 4l)。

29 dah 稚鱼: 全长(9.58 ± 0.42) mm, 头背部棘逐渐退化为 4 个, 除去腹鳍未完成变态外, 胸鳍、背鳍、臀鳍和尾鳍均已发育完善, 背部鳍棘和臀鳍棘也已发育完成, 背部鳍棘 11 枚, 臀鳍棘 3 枚, 体表和头盖骨均已覆盖初生栉鳞, 同时表皮增厚, 用镊子可以完整撕下整片表皮(图 4m)。

34 dah 稚鱼: 全长(15.27 ± 0.79) mm, 头背部棘退化为 1 个, 仍可见一枚退化缩短的头背棘, 体表鳞片更加致密, 黑色素分布更广泛, 表皮增厚, 身体变得不再透亮, 难以观察到鱼鳔位置, 较大个体可以摄食糠虾, 生长速度加快, 个体大小差异显著(图 4n)。

38 dah 稚鱼: 全长(20.05 ± 1.26) mm, 头背棘基本退化消失, 背部色素更加致密, 背鳍棘和臀鳍棘鳍膜色素加深, 一对腹鳍各形成一枚腹鳍棘, 其余鳍条和鳍膜逐渐退化, 腹鳍逐渐由长翅形变为扇形。16 枚鳍棘已全部形成, 背鳍棘 11 枚, 第 1 枚最短, 第 3 枚最长; 臀鳍棘 3 枚, 第 2 枚最长; 腹鳍棘 2 枚(图 4o)。

2.2.4 幼鱼期 鳞被完全形成, 条带出现。

45 dah 幼鱼: 全长(24.27 ± 1.93) mm, 体侧完全被覆栉鳞, 全身黑色素加深, 出现黑白相间的横带雏形, 出现 1 条黑色横带, 尤以躯干背部黑色素最密集, 腹部呈灰白色(图 4p)。

50 dah 幼鱼: 全长(29.41 ± 2.15) mm, 全身黑色素变浅, 出现 2 条黑色横带, 腹部呈银白色。背鳍棘和腹鳍鳍膜呈黑色, 胸鳍、背鳍、臀鳍及尾鳍鳍膜极少有黑色素分布, 驯化投喂人工配合饲料, 遵循少量多次投喂原则(图 4q)。

56 dah 幼鱼: 全长(35.17 ± 2.44) mm, 体侧明显可见 6 条黑色横带。其中, 头部 1 条, 躯干部 4 条, 尾部 1 条。除了背鳍棘的最后 3 枚棘呈黑色, 体形特征已与成鱼基本一致(图 4r)。

3 讨论

3.1 横带髯鲷胚胎发育

根据实验结果观察, 并参考其他石鲈科胚胎发育阶段的划分^[16-17], 横带髯鲷的胚胎发育划分为 6 个阶段、24 个发育时期。与斜带髯鲷划分基本一致^[16], 但是在器官形成阶段某些器官出现的时序有所差异。

横带髯鲷受精卵为浮性卵, 卵直径为(1.32 ± 0.01) mm, 有多个油球, 这与斜带髯鲷存在较大差异, 其卵径仅为 0.957~1.018 mm, 单个油球^[16]。浮性卵多见于海水硬骨鱼类, 以往研究认为油球

对鱼卵的浮性起作用, 现已证实浮性主要取决于卵黄囊内的水分含量, 鱼类卵子沉浮性与卵子中是否有油球无关, 而油球仅是营养物质的一种存在形式^[18]。史会来等^[19]对日本鬼鲷(*Inimicus japonicus*)胚胎的研究发现受精卵虽没有油球, 仍为浮性卵。横带髯鲷受精卵内的多个油球在初孵仔鱼期已融合为一个油球, 油球径长(0.34 ± 0.02) mm, 明显大于斜带髯鲷初孵仔鱼的 0.213 mm, 油球在 6 日龄时被消耗完^[16], 而横带髯鲷在第 9 日龄才被消耗完, 说明多油球能够提供更持久的营养物质。另外, 本研究结果受精卵径大于日本水域横带髯鲷(1.22~1.25 mm)^[20]。说明鱼类受精卵径的差异, 除了与物种相关外, 相同种类也会存在差异, 这种现象在黄条鲷(*Seriola aureovittata*)^[21]中同样存在。这与地理种群、亲鱼规格、环境因子等因素有关^[22]。鱼卵大小对鱼类的早期发育和存活具有重要的生态意义。本研究在水温(21 ± 0.2) °C 条件下, 经过 36 h 30 min 孵化出膜, 这和史海东等^[14]报道的在 21 °C 条件下, 受精卵 35 h 孵化出膜, 与本研究存在差异, 究其原因可能其研究中亲鱼产卵水温(25 ± 0.5) °C 为基点, 而受精卵的孵化温度为 21 °C, 鱼类胚胎的孵化出膜受孵化酶的影响, 而温度又影响孵化酶的分泌和作用^[23], 高温在孵化初期促进孵化酶分泌并激活其活力^[24], 从而缩短了孵化时间。温度的波动往往能造成孵化时间的差异^[25]。横带髯鲷在受精后 27 h 31 min, 心脏开始搏动, 受精后 28 h 49 min, 进入肌肉效应期, 心跳期先于肌肉效应期出现, 而斜带髯鲷的心跳期晚于肌肉效应期; 横带髯鲷胚孔封闭期的肌节为 4~6 对, 而斜带髯鲷为 3~5 对; 这些特征都与同为髯鲷属的斜带髯鲷不同^[16]。这些表明髯鲷属不同种在器官发育时序及生理特性存在明显差异。

3.2 横带髯鲷胚后发育时期的划分

国内外对海水鱼类仔稚幼鱼的划分没有统一的标准, Shiogaki 等^[26]将早期生长发育划分为卵黄囊仔鱼、脊索弯曲前仔鱼、脊索弯曲期仔鱼、脊索弯曲后稚鱼和幼鱼期 5 个发育阶段。张仁斋等^[27]对仔稚幼鱼的划分只考虑外形特征。施兆鸿

等^[28]在仔稚幼鱼的划分除了依据外部形态特征, 同时将内部器官的发生发育作为重要指标。本研究参考斜带髯鲷^[16]仔稚幼鱼的发育划分依据, 根据卵黄囊、油球、鳍膜、鳞片和体表条带的变化, 将横带髯鲷胚后发育划分为 4 个阶段: 早期仔鱼、晚期仔鱼、稚鱼期和幼鱼期。本研究将仔鱼期划分为早期仔鱼和晚期仔鱼, 主要依据卵黄囊的吸收完毕, 同时将油球吸收完全作为早期仔鱼结束的特征。这与张海发等^[29]将卵黄囊消失作为前期仔鱼结束的识别标识不同。3 日龄卵黄囊即被完全吸收, 开始摄食轮虫, 标志着由内源性营养向混合营养转化。9 日龄油球被完全消耗, 3 日龄至 9 日龄为混合营养期, 与摄食、消化和运动相关的器官发生快速变化, 特别是腹鳍在此期间表现出正异速生长, 为向外源性营养期的转变在生理上作好准备。鳍膜在仔鱼期发挥着重要的运动器官作用, 鳍膜的退化消失, 标志着游泳运动完全依靠各鳍的功能, 所以将鳍膜的退化作为进入稚鱼的重要标识。横带髯鲷体表的 6 条横向黑色素条带是其变态过程的重要标志特征之一。在胚后发育时期的划分过程中发挥重要作用。45 日龄出现第 1 条横带, 至 56 日龄 6 条横带全部出现。斜带髯鲷^[16]、黄条鲷^[21]及条石鲷(*Oplegnathus fasciatus*)^[25]等都将色素带作为幼鱼期的重要标识。通过对仔稚幼鱼的划分能更好地辨别鱼类早期发育阶段的特征。

3.3 横带髯鲷头背棘和腹鳍的发育及其生物学意义

从 2 日龄至 38 日龄, 横带髯鲷的头背部出现 1~9 枚硬棘, 2 日龄开始出现第 1 枚硬棘, 随日龄的增加逐渐增多, 到 9 日龄时达到最多 9 枚, 从 18 日龄开始, 硬棘数量开始减少, 到 38 日龄时基本退化消失。在同属斜带髯鲷的早期发育阶段也出现相同特征, 但是头背棘出现时间上晚于横带髯鲷。谢仰杰等^[16]认为头背部棘可作为斜带髯鲷区别于其他鱼类仔鱼后期至幼鱼早期阶段的形态依据。关于髯鲷属的其他 6 种早期发育的形态观察未见报道, 尚不知是否同样存在头背部硬棘特殊形态特征, 故本研究认为头背部棘是横带髯鲷

早期发育的重要形态特征,可用于界定不同日龄的重要判别指标,还不能确定能够用于区别其他鱼类早期阶段的分类依据。类似的特殊形态特征也出现在石斑鱼属,在石斑鱼属^[29-32]一般都会在仔鱼后期的背部和腹部会出现被称为“三叉机”的鳍棘,并在随后发育过程中逐渐消失的奇特现象。陈国华等^[31]认为长棘可以使得早期的仔鱼显得很大,可能有增加浮力和惊吓敌害生物的作用。通过本研究观察横带髯鲷在仔鱼期头部较大,在游泳器官尚未发育成熟阶段,头背棘可能有调节身体平衡的作用。同时,笔者还观察到头背棘的发育和背鳍及尾鳍的发育有一定的关联性,在背鳍褶和尾鳍褶不断增大时,头背棘数量也随着增加,直到背鳍鳍原基出现,并快速发育时,头背棘开始逐渐退化,由此分析头背棘可能通过抵挡运动过程中水的阻力对背鳍褶的影响,起到保护背鳍和尾鳍正常发育的作用。这与区又君等^[33]对七带石斑鱼的“三叉机”生物学意义分析相同。

在硬骨鱼类的早期生活史,在内在和外界因素的共同作用下,早期发育阶段的各功能器官会表现出异速生长^[34]。对仔稚鱼早期形态发育的研究,可以探讨各器官发育的优先性,推断快速发育器官在不同发育阶段所起的重要作用,解释其在生存环境中某些行为出现的原因,具有重要的生态学意义^[35]。有研究报道腹鳍较鱼类其他运动功能器官的作用较小,主要是辅助背鳍和臀鳍维持身体的平衡的作用,并辅助升降和转弯的作用^[36]。本研究中横带髯鲷的腹鳍在早期生长过程中表现出快速生长现象,在其他游泳运动器官尚未出现或功能未健全的情况下,腹鳍的快速生长为维持身体平衡发挥着重要作用。在观察横带髯鲷仔稚鱼的运动行为时,发现即便在 12 日龄腹鳍占全长 1/4 长度,腹鳍也未见摆动,仔鱼主要悬浮于水体的中上层,运动能力并没有得到明显增强,横带髯鲷的腹鳍优先于其他鳍的生长发育,但又没有提升捕食和逃逸能力,这也是横带髯鲷早期发育阶段又一重要形态特征;在仔鱼培育阶段,若投饵料不足或饵料营养缺乏时,腹鳍的畸形率升高,进而死亡率增加。因此,腹鳍的快速生长发

育是仔鱼培育阶段的重要生理环节,是早期发育阶段的一个危险期。在此培育阶段应保证充足、适口的饵料,同时做好营养强化工作,使得横带髯鲷顺利通过危险期,提高育苗的成活率。

参考文献:

- [1] Xu T J, Wang J X, Sun Y N, et al. Phylogeny of *Hapalogenys* with discussion on its systematic position in percoidea using cytochrome b gene sequences[J]. Acta Zootaxonomica Sinica, 2010, 35(3): 530-536. [徐田军, 王健鑫, 孙悦娜, 等. 基于髯鲷属鱼类 Cyt b 基因全序列探讨髯鲷属在鲈总科的分类地位[J]. 动物分类学报, 2010, 35(3): 530-536.]
- [2] Fang Q S, Zheng L Y, Wang H S. Study on artificial spawning inducement technique of *Hapalogenys nitens* Richardson[J]. Marine Sciences, 2001, 25(12): 15-17,45. [方琼珊, 郑乐云, 王涵生. 斜带髯鲷人工催产技术研究[J]. 海洋科学, 2001, 25(12): 15-17,45.]
- [3] Wang H S, Zheng L Y, Fang Q S. Studies on the spawning of *Hapalogenys nitens* in the laboratory[J]. Journal of Fujian Fisheries, 2001, 23 (3): 8-13. [王涵生, 郑乐云, 方琼珊. 斜带髯鲷室内产卵的研究[J]. 福建水产, 2001, 23(3): 8-13.]
- [4] Kang H W, Cho J K, Son M H, et al. Gonadal development, spawning and plasma sex steroid levels of the indoor cultured grunt, *Hapalogenys nitens*[J]. Development & Reproduction, 2015, 19(1): 33-41.
- [5] Oh S Y, Maran B A V, Park J W. Optimum feeding frequency for juvenile short barbeled velvetfin *Hapalogenys nigripinnis* reared in floating sea cages[J]. Fisheries Science, 2019, 85(2): 379-385.
- [6] Xu W J, Xin J, Zhang X S, et al. A study on prevention and cure of white spot disease in *Hapalogenys mucronatus* (Eydoux et Souleyet)[J]. Modern Fisheries Information, 2002, 17(11): 24-25,13. [许文军, 辛剑, 张学舒, 等. 横带髯鲷 *Hapalogenys mucronatus* (Eydoux et Souleyet) 白点虫病的防治研究[J]. 现代渔业信息, 2002, 17(11): 24-25,13.]
- [7] Yao H F, Mao G M, Shi H D. Broodstock rearing, spawning and hatching of *Hapalogenys mucronatus*[J]. Modern Fisheries Information, 2006, 21(4): 15-17. [姚海富, 毛国民, 史海东. 横带髯鲷 *Hapalogenys mucronatus* (Eydoux et Souleyet) 亲鱼培育、产卵和孵化的初步试验[J]. 现代渔业信息, 2006, 21(4): 15-17.]
- [8] Yu Z N, Kong X Y, Xu W W, et al. The karyotypes of *Hapalogenys nitens* (Richardson) and *H. mucronatus* (Eydoux et Souleyet)[J]. Journal of Ocean University of Qingdao, 1994, 24(2): 175-180. [喻子牛, 孔晓瑜, 徐文武, 等. 斜带

- 髯鲷 *Haplogeny nitens* (Richardson)和横带髯鲷 *H. mucronatus* (Eyedoux et Souleyet)的核型[J]. 青岛海洋大学学报(自然科学版), 1994, 24(2): 175-180.]
- [9] Wang S F, Du J Y, Su Y Q, et al. Study on the genetic structure of the wild stock of *Haplogeny mucronatus* in Xiamen Bay[J]. Journal of Xiamen University (Natural Science), 2008, 47(1): 88-93. [王世锋, 杜佳莹, 苏永全, 等. 厦门近海横带髯鲷野生群体遗传结构分析[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2008, 47(1): 88-93.]
- [10] Lei J L, Ma A J, Liu X F, et al. Study on the development of embryo, larval and juvenile of turbot *Scophthalmus maximus* L[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2003, 34(1): 9-18. [雷霖霖, 马爱军, 刘新富, 等. 大菱鲆(*Scophthalmus maximus* L.)胚胎及仔稚幼鱼发育研究[J]. 海洋与湖沼, 2003, 34(1): 9-18.]
- [11] Zheng Y Y, Feng L X, Liu H Y, et al. The complete mitochondrial genome of *Haplogeny analis* (Perciformes, Haemulidae) except for control region, obtained by whole genome sequencing[J]. Mitochondrial DNA Part B, 2020, 5(3): 2807-2808.
- [12] Hata M. First records of *Haplogeny analis* (Perciformes: Haemulidae) from Uchinoura Bay in the east coast of Osumi Peninsula, Kagoshima Prefecture, southern Japan[J]. Nature of Kagoshima, 2016, 42: 243-248.
- [13] Soh H Y, Kwak S N. Feeding habits of belted beard grunt, *Haplogeny mucronatus*, in the coastal waters off Sori Island, Yeosu, Korea[J]. Korean Journal of Ichthyology, 2005, 17(4): 258-263.
- [14] Shi H D, Mao G M, Wang H Y. Effects of temperature and salinity on embryonic development of *Haplogeny mucronatus*[J]. Journal of Shanghai Fisheries University, 2004, 13(3): 230-234. [史海东, 毛国民, 王海岳. 温度和盐度对横带髯鲷胚胎发育的影响[J]. 上海水产大学学报, 2004, 13(3): 230-234.]
- [15] Alderdice D F, Rosenthal H, Velsen F P J. Influence of salinity and cadmium on capsule strength in Pacific herring eggs[J]. Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, 1979, 32(1-2): 149-162.
- [16] Xie Y J, Zhang Y Z, Hu J C, et al. Morphological studies of early development of *Haplogeny nitens*[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2004, 11(2): 89-94. [谢仰杰, 张雅芝, 胡家财, 等. 斜带髯鲷早期发育的形态观察[J]. 中国水产科学, 2004, 11(2): 89-94.]
- [17] Huang S J, Chen S J, Liao C Y. Primary observation of embryonic development and pre-larva morphology for *Plectorhinchus cinctus* (Temminck et Schlegel)[J]. Modern Fisheries Information, 1998, 13(9): 17-22. [黄山君, 陈颂军, 廖聪郁. 花尾胡椒鲷胚胎发育及前期仔鱼形态的初步观察[J]. 现代渔业信息, 1998, 13(9): 17-22.]
- [18] Yin M C. Advances and studies on early life history of fish[J]. Journal of Fisheries of China, 1991, 15(4): 348-358. [殷名称. 鱼类早期生活史研究与其进展[J]. 水产学报, 1991, 15(4): 348-358.]
- [19] Shi H L, Lou B, Wang F F, et al. Observation of embryonic and larval development of devil stinger, *Inimicus japonicus*[J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2012, 36(6): 1071-1080. [史会来, 楼宝, 王奋芬, 等. 日本鬼鲉胚胎发育及仔、稚鱼形态学观察[J]. 水生生物学报, 2012, 36(6): 1071-1080.]
- [20] Yamada U, Tokimura M, Horikawa H, et al. Fishes and Fisheries of the East China and Yellow Seas[M]. Kanagawa: Tokai University Press, 2007: 714-718.
- [21] Xu Y J, Zhang Z R, Liu X Z, et al. Morphometric characteristics of the embryonic and postembryonic development of yellowtail kingfish, *Seriola aureovittata*[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2019, 26(1): 172-182. [徐永江, 张正荣, 柳学周, 等. 黄条鲷早期生长发育特征[J]. 中国水产科学, 2019, 26(1): 172-182.]
- [22] Yang S G, Ji S C, Lim S G, et al. Management of sexual maturation and natural spawning of captive-reared yellowtail kingfish, *Seriola lalandi*, in an indoor rearing tank[J]. Development and Reproduction, 2016, 20(2): 141-147.
- [23] Fan T J, Shi Z P. Advances and prospect in fish hatching enzyme research[J]. Transactions of Oceanology and Limnology, 2002(1): 48-56. [樊廷俊, 史振平. 鱼类孵化酶的研究进展及其应用前景[J]. 海洋湖沼通报, 2002(1): 48-56.]
- [24] Liu X Z, Xu Y J, Ma A J, et al. Effects of salinity, temperature, light rhythm and light intensity on embryonic development of *Cynoglossus semilaevis* Günther and its hatching technology optimization[J]. Marine Fisheries Research, 2004, 25(6): 1-6. [柳学周, 徐永江, 马爱军, 等. 温度、盐度、光照对半滑舌鲷胚胎发育的影响及孵化条件调控技术研究[J]. 海洋水产研究, 2004, 25(6): 1-6.]
- [25] Liu X Z, Xu Y J, Wang Y Y, et al. Characters of development and growth of early life stages of the rock bream *Oplegnathus fasciatus*[J]. Acta Zoologica Sinica, 2008, 54(2): 332-341. [柳学周, 徐永江, 王妍妍, 等. 条石鲷的早期生长发育特征[J]. 动物学报, 2008, 54(2): 332-341.]
- [26] Shiogaki M, Dotsu Y. The spawning of the sea sculpine, *Pseudoblennius cottoides*[J]. Bulletin of the Faculty of Fi-

- series Nagasaki University, 1974, 38: 71-76.
- [27] Zhang R Z, Lu S F, Zhao C Y, et al. Fish Eggs and Larvae in the Offshore Waters of China[M]. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers, 1985: 151-153. [张仁斋, 陆穗芬, 赵传纲, 等. 中国近海鱼卵与仔鱼[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985: 151-153.]
- [28] Shi Z H, Peng S M, Wang J G, et al. Observation of embryonic, larval and juvenile development in *Pampus argenteus* offspring[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2011, 18(2): 267-274. [施兆鸿, 彭士明, 王建钢, 等. 人工养殖银鲷子代胚胎发育及仔稚幼鱼形态观察[J]. 中国水产科学, 2011, 18(2): 267-274.]
- [29] Zhang H F, Liu X C, Liufu Y Z, et al. Embryonic development, morphological development of larva, juvenile and young fish of *Epinephelus coioides*[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2006, 13(5): 689-699. [张海发, 刘晓春, 刘付永忠, 等. 斜带石斑鱼胚胎及仔稚幼鱼形态发育[J]. 中国水产科学, 2006, 13(5): 689-699.]
- [30] Bo Z L, Zhou W X, Xin J, et al. Study on daily age, morphology and growth of larva, fry and juvenile of *Epinephelus awoara*[J]. Journal of Zhejiang College of Fisheries, 1993, 12(3): 165-173. [薄治礼, 周婉霞, 辛俭, 等. 青石斑鱼 *Epinephelus awoara* 仔、稚、幼鱼日龄和形态、生长发育的研究[J]. 浙江水产学院学报, 1993, 12(3): 165-173.]
- [31] Chen G H, Zhang B. Observation on the morphology of the larva, juvenile and young fish of *Epinephelus malabaricus* (Bloch & Schneider)[J]. Natural Science Journal of Hainan University, 2001, 19(2): 151-156. [陈国华, 张本. 点带石斑鱼仔、稚、幼鱼的形态观察[J]. 海南大学学报(自然科学版), 2001, 19(2): 151-156.]
- [32] Chen C, Zhao M, Liu X Z, et al. Development and growth of embryos and early larvae of *Epinephelus septemfasciatus*[J]. Progress in Fishery Sciences, 2011, 32(5): 24-31. [陈超, 赵明, 柳学周, 等. 七带石斑鱼胚胎及仔稚鱼形态观察[J]. 渔业科学进展, 2011, 32(5): 24-31.]
- [33] Ou Y J, Liao G Y, Li J E, et al. Characteristics of morphological development and growth of *Epinephelus septemfasciatus* larvae and juvenile[J]. Journal of Applied Oceanography, 2013, 32(4): 549-556. [区又君, 廖光勇, 李加儿, 等. 七带石斑鱼仔稚鱼的形态发育和生长特征[J]. 应用海洋学学报, 2013, 32(4): 549-556.]
- [34] Osse J W M, van den Boogaart J G M, van Snik G M J, et al. Priorities during early growth of fish larvae[J]. Aquaculture, 1997, 155(1-4): 249-258.
- [35] Ma J, Zhang L Z, Zhuang P, et al. Development and allometric growth patterns of larval *Acipenser schrenckii*[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2007, 18(12): 2875-2882. [马境, 章龙珍, 庄平, 等. 施氏鲟仔鱼发育及异速生长模型[J]. 应用生态学报, 2007, 18(12): 2875-2882.]
- [36] Li M D. Fish Morphology and Biology[M]. Xiamen: Xiamen University Press, 2011: 15-19. [李明德. 鱼类形态与生物学[M]. 厦门: 厦门大学出版社, 2011: 15-19.]

Morphometric characteristics of the embryonic and postembryonic development of belted beard grunts, *Hapalogenys mucronatus*

PING Hongling¹, ZHANG Tao¹, SHI Huilai¹, LU Bin¹, HE Jianyu², JIANG Rijin¹, YU Xuejun¹

1. Zhejiang Province Key Laboratory of Mariculture and Enhancement, Zhejiang Marine Fisheries Research Institute, Zhoushan 316021, China;
2. Laboratory of Marine Biology Protein Engineering, Marine Science and Technical College, Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316022, China

Abstract: Studying the morphometrics and physiology of embryos, larvae, juveniles, and young fish to obtain information about their early life history is the first step to the successful aquaculture of new fish species. Thus, we observed, recorded, and described the morphometric characteristics of the embryonic and postembryonic development of belted beard grunts, *Hapalogenys mucronatus*, in order to provide basic knowledge for the artificial breeding and seedling production of this species. The morphological characteristics and the developmental phases are described in great detail from fertilized eggs to young fish. Our results indicate that the fertilized eggs (1.32 ± 0.01) mm of belted beard grunts were spherically shaped and buoyant and formed many light-yellow oil balls. There were six stages in embryo development: the early stage of the cleavage, cleavage stage, blastula stage, gastrula stage, organogenesis stage, and hatching stage. Under the conditions used in our experiments (temperature: (21.0 ± 0.2) °C, salinity: 26), the fertilized eggs hatched out larvae after 36.5 h. Post-embryonic development was divided into the pre-larval stage, post-larval stage, juvenile stage, and young stage, on the basis of the yolk sac, oil ball, fin membrane, scales, and body color. The total length (TL) of the newly hatched larvae was (2.96 ± 0.15) mm, with a single oil ball. The larvae opened their mouths and were fed rotifers three days after hatching (dah). Four days after hatching, larvae consumed the complete yolk sac, and the oil ball was completely consumed at nine dah. At 24 dah, the fin membrane completely disappeared, and the primary ctenoscales appeared on the body and abdomen, and belted beard grunts entered the juvenile stage. Ctenoid scales covered the entire body at 45 dah, melanin appeared more clearly throughout the whole body, and the abdomen was grayish white, and the belted beard grunts entered the young stage. There were three important morphological features in the early development of belted beard grunts. From 2 dah to 38 dah, 1-9 hard spines appeared and degenerated on the back of the head. The pelvic fins began to appear and grow allometrically starting on five dah and gradually declined from long-winged to fan-shaped at 38 dah. at 56 dah (during the juvenile stage), six horizontal melanin bands were clearly visible on the body surface, and there was no obvious difference in body shape from the adult fish.

Key words: *Hapalogenys mucronatus*; embryonic development; larva; juvenile fish; young fish; morphological characteristics

Corresponding author: SHI Huilai. E-mail: shihuilai1980@163.com