

细鳞裂腹鱼胚胎和卵黄囊仔鱼的发育

陈礼强¹, 吴青², 郑曙明², 刘法江²

(1. 西南大学 动物科技学院, 重庆 400716; 2. 西南大学 荣昌校区水产系, 重庆 402460)

摘要: 对人工繁殖的细鳞裂腹鱼 (*Schizothorax chongi*) 胚胎和卵黄囊仔鱼的发育过程进行了连续观察。在水温 (17±1) °C 下, 胚胎发育历时 124 h 后孵出仔鱼, 孵出 9 d 后仔鱼鳔充气并开始平游; 从受精卵到孵化出膜所需要的平均积温为 2 108.00 h·°C。根据对细鳞裂腹鱼胚胎发育外部形态及典型特征的分析, 将其胚胎发育分为受精卵期、卵裂期、囊胚期、原肠胚期、神经胚期和器官形成期 6 个阶段, 共 25 个发育时期, 描述了各发育时期的特征。分析发现, 在裂腹鱼亚科中, 细鳞裂腹鱼胚胎和仔鱼发育速度较快, 特别是在肌肉效应期以后更加明显; 心跳频率并不是简单的由慢到快的线性增长, 而是一个快慢相间的曲线变化的过程; 胚胎发育的各个时期对环境的敏感性不同, 原肠期对外界环境变化最为敏感。[中国水产科学, 2008, 15(6): 927-934]

关键词: 细鳞裂腹鱼; 胚胎发育; 卵黄囊仔鱼发育

中图分类号: Q959

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2008)06-0927-08

细鳞裂腹鱼 (*Schizothorax chongi*) 隶属鲤科 (Cyprinidae), 裂腹鱼亚科 (Schizothoracinae), 俗称雅鱼, 又称洋鱼、细甲鱼等, 自然分布于中国的长江上游、金沙江、岷江、大渡河、青衣江及乌江下游等水域, 是产区的名贵鱼类, 也是中国特有的重要冷水性经济鱼类。裂腹鱼亚科鱼类在全世界约有 11 属 97 种, 中国分布约有 70 余种。有关裂腹鱼亚科鱼类的胚胎和仔鱼发育的研究报道尚不多, 目前仅见陈永祥等^[1-2] 对四川裂腹鱼 (*S. kozloui*)、史建全等^[3] 对青海湖裸鲤 (*Gymnocypris przewalskii*)、吴青等^[4-5] 对齐口裂腹鱼 (*S. prenanti*) 及松潘裸鲤 (*G. potanini*)、冷云等^[6] 对小裂腹鱼 (*S. parvus*) 的相关研究。笔者在 2005-2006 年对人工驯养的细鳞裂腹鱼进行人工繁殖, 其间对其胚胎及早期仔鱼的发育进行了研究, 旨在为该鱼的基础生物学研究积累一些资料, 也为人工繁殖和养殖生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料来源

细鳞裂腹鱼亲鱼取自重庆市金佛山雅鱼养殖有限公司养殖场。2006 年 3-5 月, 采用激素诱导, 干法授精总共获得受精卵 40 余万粒, 置于养殖场的流水孵化槽中孵化。从中随机采样 10 组, 共计

受精卵 1 000 粒, 立即充氧、并在泡沫箱上层加冰以保持水温稳定, 运回实验室。

1.2 实验方法

实验室中的受精卵在 30 000 mL 玻璃缸中采用静水孵化, 充气, 定期换水和捞出死卵, 并用空调将水温控制在 (17±1) °C。在 Olympus BX-51 双目显微镜和体视镜下进行活体连续观察, 参照参考文献 [7-8] 将胚胎发育进行发育阶段的划分, 每一发育阶段依照其发育特征再划分为若干时期。每次观察卵的数量不少于 30 粒, 仔鱼不少于 10 尾, 当其中 70% 以上达到某个时期则记为该发育阶段的起始时间, 选择各个时期的典型特征拍照并测量记录相关数据。在养殖场孵化的卵则每天观察 3 次, 同样纪录水温、发育时期和时间等相关数据, 以便作重复观察和对比分析。积温的计算: 胚胎发育各阶段的积温 = 此阶段胚胎发育时间 × 水温。

2 结果与分析

2.1 胚胎发育各阶段经历时间和所需积温

从表 1 可以看出, 在水温 (17±1) °C 条件下, 细鳞裂腹鱼胚胎从受精卵到孵化出膜历时 124 h, 其中受精卵历时 2 h 30 min, 卵裂期耗时 9 h 30 min, 囊胚期耗时 7 h 20 min, 原肠期为 17 h 40 min, 神经胚

收稿日期: 2007-01-23; 修订日期: 2007-04-23.

基金项目: 重庆市科委自然科学基金项目 (KJ050211).

作者简介: 陈礼强 (1981-), 男, 在读硕士研究生, 主要从事水产动物生理生化研究. E-mail: liqiangchen1981@126.com

通讯作者: 郑曙明. E-mail: zhsm22@163.com

期为 11 h 50 min, 器官形成期则需 75 h 10 min (不含胚后发育时间)。从受精卵到孵化出膜所需要的积温为肠期 2 108.00 h·℃, 其中器官形成期所需积温最多, 为 1 277.83 h·℃, 占总积温的 60.62%; 其次依次为原肠胚期 300.33 h·℃, 占 14.25%; 神经胚期 201.17 h·℃, 占 9.54%; 卵裂期 161.50 h·℃, 占 7.66%; 囊胚期 124.67 h·℃, 占 5.91%; 受精卵阶段最小, 只需要 42.50 h·℃, 占 2.02%。而在养殖场流水中孵化的受精卵, 在水温 10.4~22.8 ℃ 的条件下,

最快需要 120 h 孵化出膜, 最慢则需 180 h。

2.2 胚胎各时期的形态特征

细鳞裂腹鱼的卵为沉性, 成熟的卵呈圆形, 含有大量的卵黄, 呈淡黄或金黄色。卵径为 2.6~3.0 mm, 在吸水后 2 h 卵迅速膨胀, 卵径变为 3.4~4.1 mm, 平均为 3.8 mm。胚胎发育可分为受精卵期、卵裂期、囊胚期、原肠胚期、神经胚期和器官形成期 6 个阶段, 共 25 个发育时期, 每个发育时期的特征和所需的时间见表 1。

表 1 细鳞裂腹鱼胚胎发育进程表
Tab.1 Embryonic development of *Schizothorax chongi*

发育时期 Development stage	受精后时间 Time after fertilization	外部特征 Appearance character	图序 Plate
胚盘隆起 Blastodisk stage	2~30	原生质集中在卵子的动物极而形成隆起的胚盘, 胚盘隆起较高。	1
2 细胞期 2-cell stage	5~30	胚盘分裂为 2 个大小相等的分裂球。	2
4 细胞期 4-cell stage	6~0	分裂球再次分裂, 分裂沟与第一次垂直, 形成 4 个大小相等的分裂球。	3
8 细胞期 8-cell stage	6~20	有两分个裂面, 与第一次的分裂面平行, 形成大小相等的 8 个分裂球。	4
16 细胞期 16-cell stage	7~0	也有两个裂面, 但与第二分裂面平行, 形成 16 个分裂球。	5
32 细胞期 32-cell stage	7~30	32 分裂球不规则的盖在卵的动物极上, 大小差异大。	6
64 细胞期 64-cell stage	8~0	分裂球更小, 但大小比较均匀。	7
多细胞期 Morula stage	10~10	分裂球分得很小, 形成多细胞胚体。	8
囊胚早期 Early blastula stage	12~0	分裂球很小, 细胞界线不清楚, 囊胚层举在卵黄上, 但囊胚层并不高。	9
囊胚中期 Mid-blastula stage	14~30	囊胚层较早期低, 细胞界线不清。	10
囊胚晚期 Late blastula stage	16~50	囊胚表面向卵黄部分下包, 约占整个胚胎的 1/3, 囊胚层变扁。	11
原肠早期 Early gastrula stage	19~20	胚盘下包 1/2, 胚环出现, 背唇呈新月状。	NP
原肠中期 Mid-gastrula stage	24~0	胚盘下包 2/3, 胚盾出现。	12
原肠晚期 Late gastrula stage	35~30	胚盘下包 3/4。	13
神经胚期 Neural embryo formation	37~0	胚盘下包 4/5, 神经板形成, 胚体转为侧卧。	14
胚孔封闭期 Blastopore formation	40~30	胚孔关闭, 脊索呈柱状。	15
体节出现期 Metameres appearance	48~50	在胚体中部出现两对体节, 神经板头端隆起。	16
眼囊出现期 Eye sac formation	71~40	眼囊出现在脑泡两侧, 呈长椭圆形, 脑可以分出原始的前、中、后三部分。	17A、 17B
尾芽期 Caudal bud appearance	81~30	眼囊变圆, 尾芽在腹面出现, 即胚体末端与卵黄球分离。	18
晶体出现期 Eye lens formation	83~0	圆形的晶体在眼囊中出现, 体节 13~15 对。	19
耳囊出现期 Ear vesicle present	86~30	一个椭圆形的“透明空腔”出现在脑泡后方, 体节的前部, 即耳囊。	20A、 20B
肌肉效应期 Muscular effect	87~30	胚胎开始现间断性出微弱的肌肉收缩, 收缩是从背部肌节起点向尾部传递, 继而尾部开始摆动。	21
心跳期 Heart beating	96~40	可见心脏位于头部眼囊下方与卵黄相间的地方, 开始轻微搏动, 然后逐渐加强。	22
出膜前期 Hatching prophase	109~0	胚胎在卵膜内剧烈转动, 中脑与后脑膨大, 全身无色素。	23
出膜期 Hatching	124~0	胚胎尾部先破膜, 继而全部出膜。全身透明, 有血管分布。侧卧水底, 偶尔尾部卷曲着挣扎。	24

注: 胚胎发育期间水温为 (17±1)℃。“NP”表示无照片。

Note: Water temperature was (17±1)℃ during embryonic development. “NP” means no photo.

2.3 卵黄囊仔鱼的发育分期

出膜 0 日龄仔鱼: 刚出膜的仔鱼全身无色素, 卵黄囊很大, 淡黄色; 尾鳍上未见鳍褶, 4 h 0 min 之后才慢慢展开, 继而胸鳍原基出现。心脏呈袋状, 心跳频率为 (59.38 ± 3.28) 次/min, 血液无色。侧卧于水底, 只能尾部扭动, 体节 49~51, 鱼体全长 0.9~1.1 cm。

1 日龄仔鱼: 胸鳍呈圆形, 尾鳍可见成辐射状。卵黄囊底部有一红色斑块, 心脏索状, 血液淡红色, 心率 (71.09 ± 2.21) 次/min, 鳃弓四列, 前三行可见血液流动。

2 日龄仔鱼: 眼球开始出现黑色素, 头顶有少量点状黑色素。血液变为红色, 全身血管分布清晰可见。心跳加快, 心率为 (101.30 ± 3.83) 次/min (图版 25)。

3 日龄仔鱼: 头顶开始出现黑色的花斑, 眼睛变黑。卵黄囊明显变小, 约为初孵仔鱼卵黄囊的一半。活动能力明显加强, 受惊后在水底快速乱窜。鱼体全长 1.1~1.2 cm。心率为 (86.63 ± 4.80) 次/min。

4 日龄仔鱼: 口开启, 鼻孔形成。眼睛为黑色, 头顶上色斑明显增多, 卵黄囊上也有色斑出现。心脏发育基本完成, 心率为 (83.66 ± 2.45) 次/min (图版 26)。

5 日龄仔鱼: 头部和体侧的黑斑很多。每根鳃弓上有 5~7 个指状的凸起即为鳃丝。卵黄囊进一步缩小, 呈长条形; 在卵黄囊上前方出现一空腔, 内有一团黄色物质, 即以以后的体腔和肠道。心脏搏动有力, 心率为 (95.84 ± 2.05) 次/min (图版 27)。

6 日龄仔鱼: 背鳍开始呈三角状向上凸起, 心脏搏动更强, 但心跳减慢为 (82.88 ± 2.30) 次/min。鱼体不再侧卧, 而是正立于水底, 间或性上窜, 体长 1.2~1.3 cm。

7 日龄仔鱼: 肠管黄色, 沿着卵黄囊上的体腔向尾部延伸。大部分仔鱼都四处游动, 在水中做抛物线运动。心率 (114.43 ± 1.59) 次/min。体长 1.2~1.4 cm (图版 28)。

8 日龄仔鱼: 鳔充气, 为一室, 长条形, 仔鱼开始平游。肠管建成, 位于鳔下方, 可见肠道内有几个小的气泡, 卵黄囊呈长条形, 尚未被完全吸收。尾鳍开始出现角质化。围心腔形成, 位于鳃的下方, 心率 (142.46 ± 4.76) 次/min。体长 1.3~1.5 cm (图版 29)。

2.4 环境突变造成发育畸形

一批受精卵由于加冰量不足, 在运输途中温度剧烈变化, 出现大量的畸形发育, 以致最后死亡率很高。出现畸形的主要发育时期有: 分裂中后期, 囊胚中期, 原肠期, 初出膜仔鱼; 而死亡的时期主要集中在囊胚早期、原肠中期和初孵仔鱼。在细胞分裂中期畸形发育表现为分裂球大小极不均匀, 在细胞分裂区另一侧出现几个单独的分裂小球 (图版 30); 到分裂末期则可见大量的分裂小球组合成 2 个大的球体状凸起, 外形似二分裂期, 区别在于二分裂期在胚盘上只有 2 个分裂球, 而畸形分裂末期的 2 个球状突起是由许多分裂小球组合而成的 (图版 31); 原肠期畸形发育则主要是在植物极出现异常的球状凸起, 使胚盘下包受阻 (图版 32); 初孵仔鱼在心脏处卵黄囊出现异常凸起, 或是脊柱弯曲 (图版 33、34)。而在养殖场孵化的同一批未经过运输的受精卵则只发现有个别的脊柱弯曲现象。

3 讨论

3.1 胚胎发育过程的划分

鱼类胚胎发育具有种的特异性, 主要受遗传因素的影响。胚胎发育同时也是一个比较复杂的过程, 细胞增殖和分化同时出现, 但会以不同的速度进行^[9]。杜劲松等^[10]把白斑狗鱼 (*Escax lucius* Linnaeus) 胚胎的发育从受精到孵出描述为 6 个阶段, 33 个发育期。根据胚胎发育的外部形态及典型特征, 本研究将细鳞裂腹鱼的胚胎发育过程分为 6 个发育阶段, 25 个发育时期。在水温 (17 ± 1) °C 的情况下, 细鳞裂腹鱼整个胚胎发育历时 124 h, 四川裂腹鱼在平均水温 16.35 °C 条件下需要 130 h 孵出^[1]; 青海湖裸鲤在 17~18 °C 需要 120~134 h^[3]; 而在水温 (17 ± 2) °C 情况下, 齐口裂腹鱼和松潘裸鲤的胚胎发育耗时分别为 180 h 和 204 h^[4-5]; 从肌肉效应到孵化出膜细鳞裂腹鱼耗时仅 37 h, 而青海湖裸鲤、齐口裂腹鱼、四川裂腹鱼、松潘裸鲤分别耗时 47 h、48 h、71 h 和 76 h。由此可见, 与裂腹鱼亚科的其他鱼类相比较, 细鳞裂腹鱼的胚胎发育速度相对较快, 特别是在肌肉效应期以后更为明显。卵黄囊仔鱼经过 9 d 的发育, 鳔开始充气, 可以在水中自由游动并开始主动觅食。鳔刚开始充气的仔鱼肠道内都有 2~5 个小的气泡, 而后期仔鱼肠道内则没有气泡。推测细鳞裂腹鱼鳔的充气过程可能是: 仔鱼作抛物线运动, 由头部伸出水面, 口张开吞咽空气到食道中, 通

过食道与鳔相连接的管道将气体输送到鳔中,多余的气体通过肠道运输到肛门而排出体外。这一过程同时也使得肠道贯通,为以后消化系统的正常运转奠定了基础。

3.2 心跳频率的变化

细鳞裂腹鱼胚胎和卵黄囊仔鱼发育期间心跳频率并不是和其他裂腹鱼亚科的鱼类一样,由慢到快的直线性增加变化^[1-2],而是经历了一个心跳频率先逐渐加快,然后又减慢,再增快的曲线变化过程。本实验观察发现,细鳞裂腹鱼在心脏搏动期的心跳频率为 (34.25 ± 2.95) 次/min,到了出膜零日龄的心率为 (59.38 ± 3.28) 次/min,出膜2日龄心搏增加到 (101.30 ± 3.83) 次/min,这期间心搏是不断增快的;而到了第4天心搏又减缓到 (83.66 ± 2.45) 次/min,第5、6、7天心搏都在80~96次/min之间徘徊;8d之后,心跳频率开始迅速加快,到了仔鱼鳔充气时最快心搏已经达到 (142.46 ± 4.76) 次/min。在这一心跳速度的快慢变化过程中,仔鱼的心脏基本完成了其发育过程,围心腔形成,把心脏和体腔其他内脏器官分开;心脏搏动不仅有节律而且非常有力,使得仔鱼血液循环系统的运输能力大大增强,这也为后期各器官形成过程中所需的大量营养物质的运输提供了有力保障。

3.3 环境因素对胚胎发育的影响

环境因素能够影响鲢鳙鱼类的存活、孵化时间和仔鱼(从孵出到上浮的一段时间)的发育、上浮以及鱼苗(上浮,能够自由游泳的幼鱼)的存活率^[11]。在胚胎发育的过程中,温度直接影响发育的速率^[12],其他的外在因子,如溶解氧、盐度、光照等同样会影响胚的发育和成活率^[7]。Ojanguren和Braña^[13]研究发现,棕鳟(*Salmo trutta*)胚胎发育的上限温度是14~16℃,在16~18℃没有卵能够发育。吴青等^[4-5]则认为裂腹鱼亚科中的松潘裸鲤的孵化和幼鱼饲养水温不宜超过23℃,而齐口裂腹鱼的孵化水温可高达24℃而不出现异常和畸形。本研究表明,在水温10.4~22.8℃的条件下能够正常发育;在此温度范围内,适当的提高孵化的温度可以提高生产的效率,降低风险,减少因疾病感染等因素造成的死亡。另外,在孵化期间如果水中的泥沙和杂质过多,就会黏附在卵膜上,阻塞胚胎的正常的新陈代谢,影响其正常发育,甚至造成受精卵因窒息而大批量死亡。

鱼类的受精卵在不同的发育时期对外界环境

的反映也不一样。如西藏亚东鲑的胚胎在发育过程中,受精卵对外界环境呈现一个由“稳定-敏感-危险期-稳定-安全-不太稳定”的过程^[14]。细鳞裂腹鱼的胚胎和卵黄囊仔鱼的发育过程对外界环境的反映与亚东鲑相类似,只是“敏感期”和“危险期”提前到了囊胚期和原肠期,而不象亚东鲑在神经胚期和体节形成期比较敏感和危险。根本的原因可能还是在于不同鱼类受精卵在胚胎发育的整个进程中,自身的发育有各自的特殊点。比如在原肠期,由于细胞的分裂迅速和流动量大,代谢旺盛,耗氧多,对环境要求高,处在这个时期的胚胎如果遇到水温突变等异常情况都可能导致细胞重排时间和空间程序的混乱,容易造成胚胎的死亡或往后器官发生出现畸形^[7]。细鳞裂腹鱼原肠期就是胚胎发育过程中一个特别危险的时期,死亡率也是整个发育过程中最高的。这一结果在实践中也有很大的指导意义,在人工繁殖中,特别要注意在孵化的中间阶段要保持环境的相对稳定,使卵处于安静的状态;在进行运输时则必须选择胚胎发育的稳定期和安全期,控制好温度,不能有太大的波动,以免造成胚胎畸形和死亡。

致谢:重庆市金佛山雅鱼养殖有限公司养殖场的曾令勤、赵见文以及巫溪县水产站蒲德成同志在人工繁殖及鱼苗培育过程中给予了大力支持,特此感谢!

参考文献:

- [1] 陈永祥,罗泉笙. 乌江上游四川裂腹鱼的胚胎发育[J]. 四川动物,1997,16(4): 163-167.
- [2] 陈永祥,罗泉笙. 乌江上游四川裂腹鱼幼鱼发育的观察[J]. 贵州大学学报,1997,14(2): 106-109.
- [3] 史建全,祁洪芳,杨建新,等. 青海湖裸鲤人工繁殖及鱼苗培养技术的研究[J]. 淡水渔业,2000,30(2): 3-6.
- [4] 吴青,王强,蔡礼明,等. 齐口裂腹鱼的胚胎发育和仔鱼的发育[J]. 大连水产学院学报,2004,19(3): 218-221.
- [5] 吴青,王强,蔡礼明,等. 松潘裸鲤的胚胎发育和胚后仔鱼发育[J]. 西南农业大学学报,2001,23(3): 276-279.
- [6] 冷云,徐伟毅,刘跃天,等. 小裂腹鱼胚胎发育的观察[J]. 水利渔业,2006,26(1): 32-33.
- [7] 刘筠. 中国养殖鱼类繁殖生理学[M]. 北京: 农业出版社,1993.
- [8] 楼允东. 组织胚胎学[M]. 北京: 中国农业出版社,2000.

- [9] 殷名称. 鱼类生态学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995, 136-137.
- [10] 杜劲松, 海萨, 苏德学, 等. 白斑狗鱼胚胎和仔鱼发育的研究 [J]. 水生生物学报, 2004, 28 (6): 630-635.
- [11] Beachan T D, Murray C B. The effect of spawning time and incubation temperature on meristic variation in chum salmon (*Oncorhynchus keta*) [J]. Can J Zool, 1986, 64: 45-48.
- [12] Atkinson D. Ectotherm life-history responses to developmental temperature [A]. In Animals and temperature. Phenotypic and evolutionary adaptation [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1996, 183-204.
- [13] Ojanguren A F, Braña F. Thermal dependence of embryonic growth and development in brown trout [J]. J Fish Biol, 2003, 62: 580-590.
- [14] 豪富华, 陈毅峰, 蔡斌. 西藏亚东蛙的胚胎发育 [J]. 水产学报, 2006, 30 (3): 289-295.

图版说明

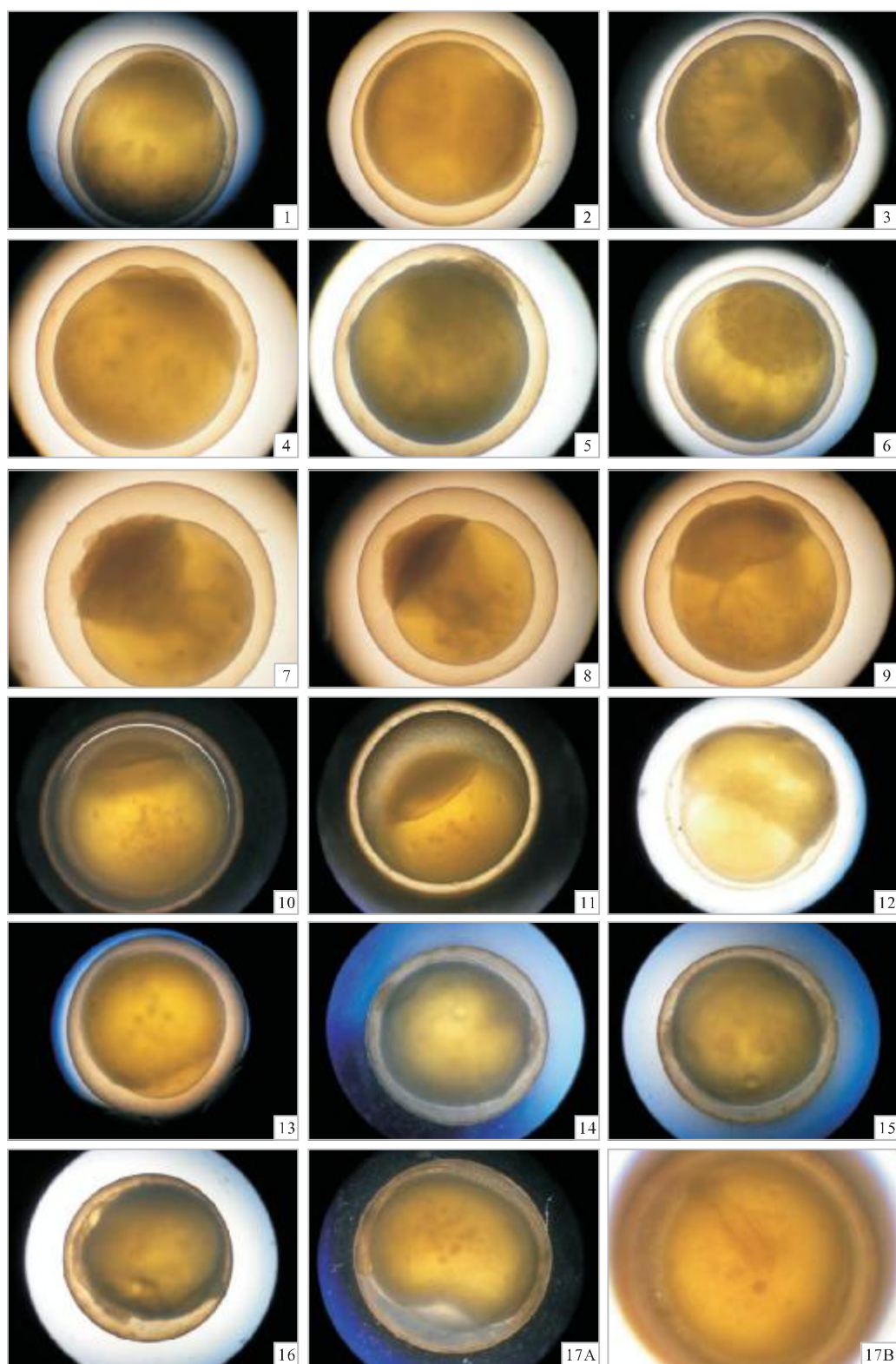
1. 胚盘隆起期 ×40; 2.2 细胞期 ×40; 3.4 细胞期 ×40; 4.8 细胞期 ×40; 5.16 细胞期 ×40; 6.32 细胞期 ×40; 7.64 细胞期 ×40; 8. 多细胞期 ×40; 9. 囊胚早期 ×40; 10. 囊胚中期 ×40; 11. 囊胚晚期 ×40; 12. 原肠中期 ×40; 13. 原肠晚期 ×40; 14. 神经胚期 ×40; 15. 胚孔封闭期 ×40; 16. 体节出现期 ×40; 17. 眼囊期 ×40 (A 侧、B 背面); 18. 尾芽期 ×40; 19. 晶体形成期 ×40; 20. 耳囊出现期 ×40 (A 侧、B 背面); 21. 肌肉效应期 ×40; 22. 心跳期 ×40; 23. 出膜前期 ×40; 24. 出膜期 ×5; 25. 孵出 3 d 仔鱼 ×5; 26. 孵出 5 d 仔鱼 ×5; 27. 孵出 6 d 仔鱼 ×5; 28. 孵出 8 d 仔鱼 ×5; 29. 孵出 9 d 仔鱼 ×5; 30. 多细胞期畸形 ×40; 31. 囊胚初期畸形 ×40; 32. 原肠期畸形 ×40; 33. 初孵仔鱼卵黄囊畸形 ×5; 34. 初孵仔鱼脊柱弯曲 ×5

Explanation of Plate

1, Fertilized eggs ×40; 2, Blastodisc stage ×40; 3, Two-cell stage ×40; 4, Four-cell stage ×40; 5, Eight-cell stage ×40; 6, Sixteen-cell stage ×40; 7, Thirty-two-cell stage ×40; 8, Morula stage ×40; 9, Early blastula stage ×40; 10, Mid-blastula stage ×40; 11, Late blastula stage ×40; 12, Mid-gastrula stage ×40; 13, Late gastrula stage ×40; 14, Neural embryo formation ×40; 15, Blastopore formation ×40; 16, Metameres appearance ×40; 17, Eye bud formation ×40; 18, Eye sac formation ×40 (A, B); 19, Caudal bud appearance ×40; 20, Eye lens formation ×40; 21, Muscular effect ×40; 22, Heart beating ×40; 23, Hatching prophase ×40; 24, Hatching ×5; 25, 3 d fry after hatching ×5; 26, 5 d fry after hatching ×5; 27, 6 d fry after hatching ×5; 28, 8 d fry after hatching ×5; 29, 9 d fry after hatching ×5; 30, Abnormal development in morula stage ×40; 31, Abnormal development in early blastula stage ×40; 32, Abnormal development in gastrula stage ×40; 33, Abnormal larva ×5; 34, Abnormal larva ×5

陈礼强等: 细鳞裂腹鱼的胚胎和卵黄囊仔鱼的发育

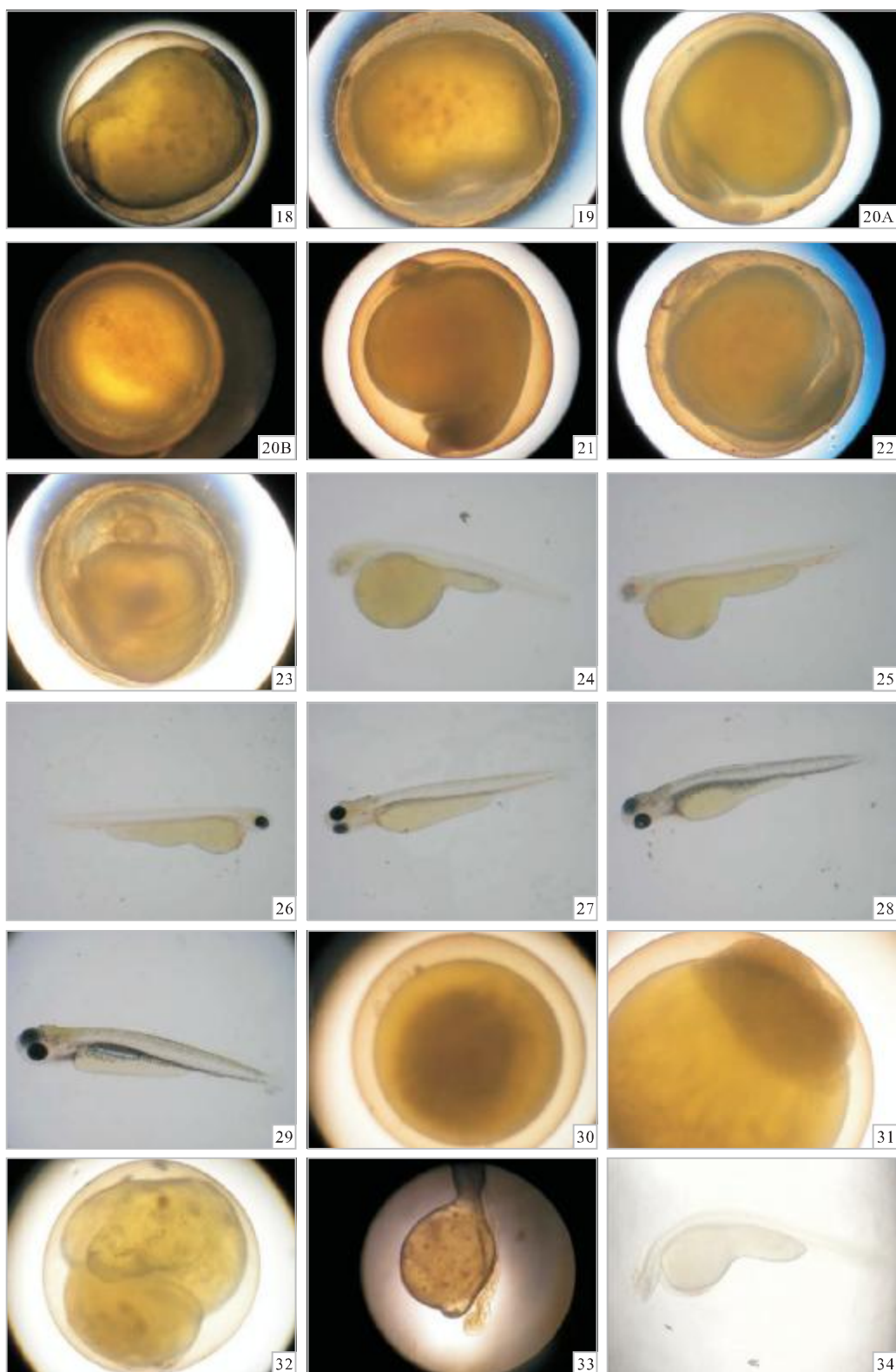
CHEN Li-qiang et al: Development of embryo and yolk sac larva of *Schizothorax chongi*



图版 (1-17) Plate (1-17)

陈礼强等: 细鳞裂腹鱼的胚胎和卵黄囊仔鱼的发育

CHEN Li-qiang et al: Development of embryo and yolk sac larva of *Schizothorax chongi*



图版 (18-34) Plate (18-34)

Development of embryo and yolk-sac larva of *Schizothorax chongi*

CHEN Li-qiang¹, WU Qing², ZHENG Shu-ming², LIU Fa-jiang²

(1.College of Animal Science and Technology of Southwest University, Chongqing 400716, China; 2.Department of Fisheries, Southwest University (Rongchang Campus), Chongqing 402460, China)

Abstract: *Schizothorax chongi*, which is one of the most important economical cold water fish, distributed in China uniquely. In recent decades, because of the deterioration of ecological environments and excessive catching, the resources of *Schizothorax chongi* declined sharply. Now, this species has become an endangered fish and listed as the state-protected rare species. In order to protect and exploit it reasonably, the propagation for artificially domesticated brood were researched in the past 5 years. The fertilized eggs were obtained by injecting exterior hormone into the parent female fish and using artificial propagating technology. The development of embryo and yolk-sac larva of *Schizothorax chongi* were observed consecutively. Under $(17 \pm 1)^\circ\text{C}$, it took 124 h from fertilization to hatching with the average cumulative temperature of $2\ 108.00\ \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$. The yolk-sac larvae started to swim horizontally when the pneumatic cyst became inflated 9 days after hatching. The embryonic development process could be divided into 6 stages, including fertilized egg stage, cell division stage, blastula stage, gastrula stage, neurula stage and organ formation stage, and contained twenty-five developing phases as other teleosts, each of which the characteristics were described. The development rate of embryo and yolk-sac larva of *Schizothorax chongi* was faster than other species in Schizothoracinae, and the development rate of muscle effector was even faster. The frequency of palpitation was not simply linear growth from slow to fast, but was a curve change process with speed interaction. In addition, each stage during early development had different sensitivity to peripheral environment, with the gastrular stage more sensitive than other stages. [Journal of Fishery Sciences of China, 2008, 15 (6): 927–934]

Key words: *Schizothorax chongi*; embryo development; yolk-sac larvae development

Corresponding author: ZHENG Shu-ming. E-mail: zhsm22@163.com

《水产科学》征订启事(2009年)

《水产科学》杂志是由辽宁省水产学会主办的水产科技期刊,国内外公开发行 (ISSN 1003-1111 CN 21-1110/S)。主要刊载渔业资源、海淡水捕捞、水产养殖与增殖、水产生物病害及防治、水产饲料与营养、水产品保鲜与加工综合利用、渔船、渔业机械与仪器及水产基础科学等方面研究的新进展、新技术、新方法等。设有研究与应用、综述与专论、渔业信息等栏目。读者对象为水产科技工作者,大中专院校水产、生物、环保等专业师生,渔业行政、事业和企业单位有关管理和技术人员及广大知识渔民。

本刊是中文水产、渔业类核心期刊和全国农业系统优秀期刊。月刊, A4 开本, 56 页, 每月 25 日出版, 定价 5.00 元/期, 全年 60.00 元。邮发代号 8-164。订阅者请到邮局订阅, 也可直接汇款至本刊编辑部订阅, 还可通过银行信汇订阅。开户行: 工商银行大连星海支行, 账号: 3400202309008900681, 户名: 辽宁省海洋水产科学研究院, 请注明订阅《水产科学》。

地 址: 大连市沙河口区黑石礁街 50 号 辽宁省海洋水产科学研究院

《水产科学》编辑部

邮政编码: 116023

电 话: (0411) 84679512

传 真: (0411) 84671027

E-mail: shchkbjb@yahoo.com.cn