

倒刺鲃胚胎发育的研究

易祖盛¹, 陈湘舜², 王 春³, 林小涛³

(1. 广州大学 华南生物多样性研究所, 广东 广州 510405; 2. 华南师范大学 生命学院, 广东 广州 510623; 3. 暨南大学 水生生物研究所, 广东 广州 510622)

摘要:2001~2002年, 采用连续观察法对倒刺鲃(*Spinibarbus denticulatus denticulatus* Oshima)人工授精的受精卵的发育进行观察, 倒刺鲃胚胎发育分为22个时期, 成熟卵直径2.87~3.12 mm, 金黄色, 沉性, 具弱粘性。卵膜遇水后30~50 s膨胀达最大, 外膜径达3.35~3.55 mm。在水温(25±0.5)℃条件下, 受精卵历时43 h 45 min孵化, 积温1 093.75℃·h。初孵仔鱼全长(8.93±0.35) mm, 肌节数为12+16+14; 具心跳、血液循环, 无色素, 活动能力弱, 沉于水底。与本亚科其他鱼类的发育比较, 倒刺鲃具有下列3个特点: 第二极体明显; 发育过程中没有尾泡期; 眼基期有较多的肌节。

关键词:倒刺鲃; 胚胎发育

中图分类号:S959.46 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-8737-(2004)01-0065-05

倒刺鲃(*Spinibarbus denticulatus denticulatus* Oshima)又称青竹鲤、青竹柏、竹包鱼。属鲤科(Cyprinidae), 鲃亚科(Barbinae), 倒刺鲃属(*Spinibarbus*)。是我国特有的鲤科经济鱼类, 分布于元江、珠江、海南岛等水系^[1-3], 广东省阳山、连山的小北江, 西江是其主要分布区, 其种群数量较几年前大为减少, 成为易危种类。该鱼肉质细嫩、味鲜美、具较高的食用价值, 成鱼体型优美、颜色碧绿, 鳃部胭脂红色, 亦具较高观赏价值。对其生物学资料, 仅见零星简要记载^[1-3]。有关胚胎发育的研究, 仅有同属的中华倒刺鲃(*S. sinensis*)^[4]和光倒刺鲃(*S. hollandi*)^[5]的报道, 但有关倒刺鲃的胚胎发育未见报道, 目前养殖的苗种主要是野生苗, 为探索该鱼资源增殖途径和保护措施, 解决养殖的苗种问题, 我们于2000年开始, 对其进行人工繁殖的尝试与研究, 并于2001年7月14日获得成功。本研究是根据2001年、2002年的5个批次的材料, 对倒刺鲃胚胎发育进行连续观察作出的结果。

1 材料与方法

1.1 材料

性成熟亲鱼2001年选自阳山水产局太平苗种场, 2002年选自鹤山苗种场养殖的性成熟倒刺鲃, 经人工催产, 干法授精, 所获受精卵用于胚胎发育观

察。

1.2 胚胎发育的观察

受精卵置于培养皿中培养, 每天早晚换水1次, 记录水温。部分观察材料用适量的胰蛋白酶溶解卵膜, 在Hank's液中培养, 并经常更换培养液。用双筒Olympus解剖镜对受精卵的发育过程进行连续观察, 分别于2001年7月、8月, 2002年8月和9月进行了5批次观察, 对每个发育期均作详细的绘图和描述, 对一些典型特征进行了显微摄影(Leica), 对2001年8月的1个批次在尾芽期后进行了显微录像。

2 结果

2.1 卵

成熟卵外形近似圆球形, 呈金黄色, 卵质透明。未吸水的卵直径为2.87~3.12 mm, 沉性。卵膜遇水后30~50 s膨胀达最大, 外径平均达3.35~3.55 mm, 具弱粘性, 开始时能附着于池壁或盆底, 并呈同心圆状规则排列, 约30 min后遇振动则失去粘性, 但仍沉于水底。

2.2 胚胎发育过程

受精卵在10~25 min时排出第2极体, 第2极体明显可见(图版1-1), 并保留到囊胚期。受精后30~40 min在动物极形成胚盘并逐渐增高, 卵裂局限在胚盘, 分裂球及囊胚的高度约占整个卵垂径的

收稿日期:2003-05-19; 修订日期:2003-07-14.

基金项目:广东省重点农业攻关项目(2002B21507).

作者简介:易祖盛(1964-), 男, 硕士, 副教授, 主要从事水产养殖和鱼类多样性的研究. E-mail:yi-zs@163.net, yizusheng@gzhu.edu.cn

1/4,以内卷和下包的方式形成原肠胚,整个发育过程分21个时期(表1,图版1)。初孵仔鱼柳叶状,卵黄囊较平而细长,全长 $(8.93 \pm 0.35) \text{ mm}$ [$(8.54 \sim 9.32) \text{ mm}$],有血液循环,无色素细胞,眼无色素,活动能力弱,除偶尔做短距离窜游外,平时静止于水底。在温度 25°C 时胚胎发育历时43 h 45 min。

3 讨论

3.1 胚胎发育的特点

在水温 25°C 时,受精卵经43 h 45 min孵化,积温为 $1\,093.75^\circ\text{C} \cdot \text{h}$ 。初孵仔鱼器官发育不完善,出膜时间相差6~8 h,发育程度相差较大,出膜早的鱼尚未见血液循环,但出膜晚的鱼可见到胸鳍基的发育,血液循环出现,肛门可见。

在发育上,第二极体在受精后15~40 min都明显可见,这在其他鱼类,特别是鲤科鱼类很少见。这一特征可用于多倍体育种,同时由于卵很大,似可作为细胞学研究的良好材料。

发育过程中,始终没有发现其他鲤科鱼类的尾泡期,与同亚科的瓣结鱼(*Tor brevifilis brevifilis*)相同^[6]。

肌节出现后发育到下一个时期一眼基期用时1 h 24 min,但肌节数目增加到12对,比其他鲤科鱼类如尖鳍鲤(*Cyprinus acutidorsalis*)7对明显多^[9]。

将鲃亚科鱼类胚胎发育作一比较,结果见表2。

3.2 繁殖时间

据本研究2年的养殖实验发现,倒刺鲃的繁殖时间为每年的6~9月,《广东淡水鱼类志》记载为4~6月^[2],但由于野外生物学资料的贫乏,至今仍未完全清楚自然情况下的产卵场,故对产卵时间尚无确切的说法。

3.3 卵的特性

倒刺鲃的卵较大,为 $2.87 \sim 3.12 \text{ mm}$,与白鲟(2.7 mm)卵的大小相似,而明显大于其他的鲤科鱼类(鲤、鲫约 1.2 mm ,青、草、鲢、鳙约 1.5 mm)。大卵能延长从内源转向外源性营养的时间,从而有利

于仔鱼建立初次摄食,提高存活率,但同时也降低了繁殖力^[11],倒刺鲃的繁殖力每尾7 000~10 000粒卵,繁殖力明显小于其他鲤科鱼类,青鱼27万~695万,鳙鱼64万~348万。初孵仔鱼全长 $(8.93 \pm 0.35) \text{ mm}$ ($8.54 \sim 9.32 \text{ mm}$),属特大型个体,比四大家鱼的初孵仔鱼全长($5.6 \sim 7.0 \text{ mm}$)大,体形匀称,有利于仔鱼的发育。

倒刺鲃卵微粘性,体积质量大于水,卵周隙仅 $0.5 \sim 0.6 \text{ mm}$,在静水条件下,沉于水底,先期具弱粘性,搅动可浮起,文献记载倒刺鲃属漂流性卵^[2],而易伯鲁认为,漂流性卵产出后即吸水膨胀,出现较大的卵周隙,但体积质量仍稍大于水,可借助于江河水流的翻滚,使卵悬浮于水流中不停漂流,在静止的水环境中,则将沉于底部。可见,倒刺鲃卵的类型为沉性卵。

参考文献:

- [1] 单乡红,林人端,乐佩琦,等.中国动物志:鲤形目(下卷)[M].北京:科学出版社,2000.42~44.
- [2] 中国水产科学研究院珠江水产研究所.广东淡水鱼类志[M].广州:广东科技出版社,1991.141~143.
- [3] 褚新洛,崔桂华.云南鱼类志(上册)[M].北京:科学出版社,1989.153.
- [4] 熊天寿,陈明忠.中华倒刺鲃的人工繁殖和移养实验[J].淡水渔业,1998,(6):11~13.
- [5] 苏敏,林丹军,尤水隆.黑脊倒刺鲃胚胎发育的观察[J].福建师范大学学报(自然科学版),2002,18(2):80~84.
- [6] 谢恩义,阳清发,何学福.瓣结鱼的胚胎及幼鱼发育[J].水产学报,2002,26(2):115~121.
- [7] 严太明,何学福,贺吉胜.宽口光唇鱼胚胎发育的研究[J].水生生物学报,1999,23(6):636~640.
- [8] 唐安华,何学福.云南光唇鱼*Acrossocheilus yunnanensis* (Regan)的胚胎和胚后发育的初步观察[J].西南师范大学学报,1982,(1):90~99.
- [9] 易祖盛,王春,陈湘霖.尖鳍鲤早期发育的研究[J].中国水产科学,2002(2):63~69.
- [10] 叶富良,张健东.鱼类生态学[M].广州:广东教育出版社,2002.94~100.

表1 倒刺鲃胚胎发育(25 ± 0.5) $^{\circ}\text{C}$
Table 1 Embryonic development of *S. denticulatus denticulatus* (25 ± 0.5) $^{\circ}\text{C}$

发育期 Embryonic development stage	各发育期简要特征 Brief characteristics	发育时间 Time	图序 Plate 1
1. 卵裂前 One-cell	受精后 10~15 min, 第2极体排出。 受精后 1 h 胚盘形成。	0h10min 1h00min	1 2
2. 卵裂 Cleavage			
2 细胞 2-cell	胚盘顶部中央出现一纵裂沟, 并向两侧伸展, 使胚盘分裂成 2 个大小相似, 半球形的分裂球。	1h19min	3
4 细胞 4-cell	第 2 次纵裂, 其分裂沟与第 1 次分裂沟垂直, 随着分裂沟的扩大和变深, 形成 4 个大小相似的分裂球。	1h38min	
8 细胞 8-cell	胚盘出现与第 1 次分裂沟平行, 且位于其两侧的 2 条分裂沟, 形成 8 个大小相似、整齐排列的 2 排分裂球。	2h04min	4
16 细胞 16-cell	胚盘出现与第 2 次分裂沟平行, 且位于其两侧的 2 条分裂沟, 形成 16 个大小相似、整齐排列的分裂球。	2h38min	5
32 细胞 32-cell	胚盘进行第 5 次分裂, 仍为经裂, 形成 32 个分裂球, 排列欠整齐。	3h08min	
64 细胞 64-cell	胚盘进行第 6 次分裂, 为纬裂, 2 层, 排列不整齐。	3h42min	
128 细胞 128-cell	分裂球多层, 细胞界限清晰	4h15min	6
多细胞 Multicellular	多层分裂球迭加如桑椹, 动物极隆起呈小丘状。	4h46min	7
3. 囊胚期 Blastula			
囊胚早期 Early blastula	分裂球已难以分辨, 胚层隆起较高, 囊胚层形成, 原生质网缩小。	6h04min	8
囊胚中期 Mid blastula	细胞渐小, 胚层开始向下移动。	7h17min	9
囊胚晚期 Late blastula	胚层继续下包, 胚环形成, 原生质网消失; 囊胚细胞层的高度逐渐下降, 从外形看几乎类似于刚受精的卵。	8h16min	10
4. 原肠期 Gastrula			
原肠早期 Early gastrula	胚环下包约 1/3, 卵呈圆形。	10h39min	11
原肠中期 Mid gastrula	胚环下包 1/2~2/3, 在胚环一侧即未来胚胎的后端出现明显增厚的隆起, 称为胚盾。	12h26min	12
原肠晚期 Late gastrula	胚环下包 2/3~4/5, 出现锥形胚体。	14h48min	13
5. 神经胚 Neurula	胚环下包 8/9, 神经板雏形出现, 卵黄栓外露。	15h20min	14
6. 胚孔封闭 Closure of blastopore	卵黄囊腔出现, 胚体呈椭圆形, 前部具明显的凹沟。	16h42min	15
7. 肌节出现 Appearance of myomere	出现肌节 3~5 对, 胚体椭圆形更明显。	17h45min	16
8. 眼基 Optic rudiment	出现窄长的眼基轮廓, 脊索出现, 肌节 12 对。	19h14min	17
9. 眼囊 Optic vesicle	眼基扩大如扁豆形, 肌节 15 对。	21h51min	18
10. 嗅板 Olfactory plate	眼囊前下方出现 1 对颜色稍暗的小圆斑, 即嗅板。肌节 18 对。	22h32min	19
11. 尾芽 Tail bud	尾芽突出, 脑部分化为 5 个脑泡, 肌节 19 对。	22h55min	20
12. 嗅囊 Optic olfactory	嗅囊出现。	23h35min	21
13. 听囊 Optic capsule	听囊出现, 肌节 20 对。	23h48min	22
14. 尾鳍 Caudal fin	尾部伸长, 肌节 22 对。	24h25min	23
15. 眼晶体形成 Formation of eye lens	眼晶体形成, 肌节 23 对, 眼径 0.22 mm $\times$ 0.15 mm, 比听囊 0.12 mm $\times$ 0.08 mm 稍大。	24h56min	24
16. 肌肉效应 Muscular contraction	胚体开始颤动, 尾部鳍褶明显, 肌节 25 对。	25h14min	25
17. 心脏原基 Rudiment of heart	卵黄囊呈葫芦状, 前端出现心脏原基。	28h15min	26
18. 耳石 Appearance of otoliths	出现 2 粒耳石, 卵黄囊前圆, 后棒状; 尾鳍褶稍宽; 体不断抽动; 肌节 27~32 对。背鳍褶明显, 起点于第八肌节, 向后逐渐增宽。腹鳍褶和臀鳍褶明显。	30h45min	27
19. 心脏搏动 Heart pulsation	卵膜开始软化, 胚体伸长, 尾褶延伸; 心脏搏动, 胚体翻滚较为剧烈。肌节 32 对。	39h39min	28
20. 血液循环 Blood circulation	血液开始流动; 胚体继续伸长; 卵膜开始变薄, 胚胎在次级卵膜内翻滚, 运动, 3~5 次/min。心脏搏动加快, 心率 60 次/min。居维氏管在卵黄囊的中部, 较宽。血液由心脏出发, 经主动脉流向全身, 再由后主静脉、尾静脉、主静脉、卵黄静脉, 经居维氏管回到心脏。在尾鳍褶上可见许多血管。	42h42min	29
21. 孵出 Hatching	胚体剧烈翻滚摆动, 尾部将卵膜击破先出, 经 2~3 min 的摆动, 头部亦脱膜而出, 孵化结束。初孵仔鱼肌节为 12+16+14=42 对。眼径 0.52 mm $\times$ 0.50 mm, 嗅囊 0.36 mm $\times$ 0.24 mm, 听囊 0.41 mm $\times$ 0.35 mm, 眼与听囊相距 0.51 mm, 心脏位于卵黄囊前端的围心腔中, 居维氏管近卵黄前端, 尾静脉呈淡黄色。初孵仔鱼活动能力弱, 伏于水底。偶尔窜游。	43h45min	30

表2 倒刺鲃与其他鲃亚科鱼类的胚胎发育特点比较

Table 2 Comparison of the embryonic development character between *S. denticulatus denticulatus* and the other Barbinae

项 目 Item	倒刺鲃属 <i>Spinibarbus</i>			光唇鱼属 <i>Acrossocheilus</i>		结鱼属 <i>Tor</i>
	倒刺鲃 <i>S. d. denticulatus</i>	光倒刺鲃 <i>S. sinensis</i>	中华倒刺鲃 <i>S. hollandi</i>	宽口光唇鱼 <i>A. monticolus</i>	云南光唇鱼 <i>A. yunnanensis</i>	鳊结鱼 <i>T. b. brevifilis</i>
卵色 Color of egg	金黄	橘黄	金黄	金黄	金黄	淡黄
卵径/mm Egg diameter	2.87-3.12	1.9-2.1	1.8-2.0	1.55-2.11	1.85-2.0	1.7-1.9
吸水膨胀后卵径/mm Diameter after absorbing water	3.55-4.25	2.8-3.2	4.0-5.0	2.27-2.55	4.05	2.5-2.7
粘性 Spherical	弱	弱	弱	弱	弱	粘性
第二极体 Second polar body	明显	—	—	—	—	—
尾泡 Tail vesicle	无	尾芽出现, 眼晶体期前消失	—	眼晶体期后出现, 肌肉效应期明显, 耳石出现前消失。	眼晶体期后出现。	无
眼囊期肌节数 The number of myomere of optic vesicle stage	15	8-11	5-7	9	11	7-9
出膜方式 Pattern of hatching	尾先出	尾先出	—	尾先出	—	头先出
出膜仔鱼长/mm Length of newly hatched larva	8.93	7.4	—	6.0-6.2	7.5	6.6
出膜仔鱼肌节数 The number of myomere of newly hatched larvae	12+16+14	36-40	—	11+18+9	42-44	—
出膜时发育阶段 The development stage of hatching	心跳, 血液循环, 有血细胞	心跳, 血液循环不完善, 鳃裂出现3对	心跳	晶体有少数色素, 血液循环。	心跳, 血液循环不完善	血液循环
从受精到出膜的时间/h The time from fertilization to hatching	43.9	45.25	43.67	56.5	66	71.11
水温/℃ Water temperature	25±0.5	25-28	19-22	19.5-21.2	17-26	20.5-23
资料来源 Reference	本文	[6]	[5]	[8]	[9]	[7]

Embryonic development in *Spinibarbus denticulatus denticulatus*

YI Zu-sheng¹, CHEN Xiang-lin², WANG Chun³, LIN Xiao-tao³

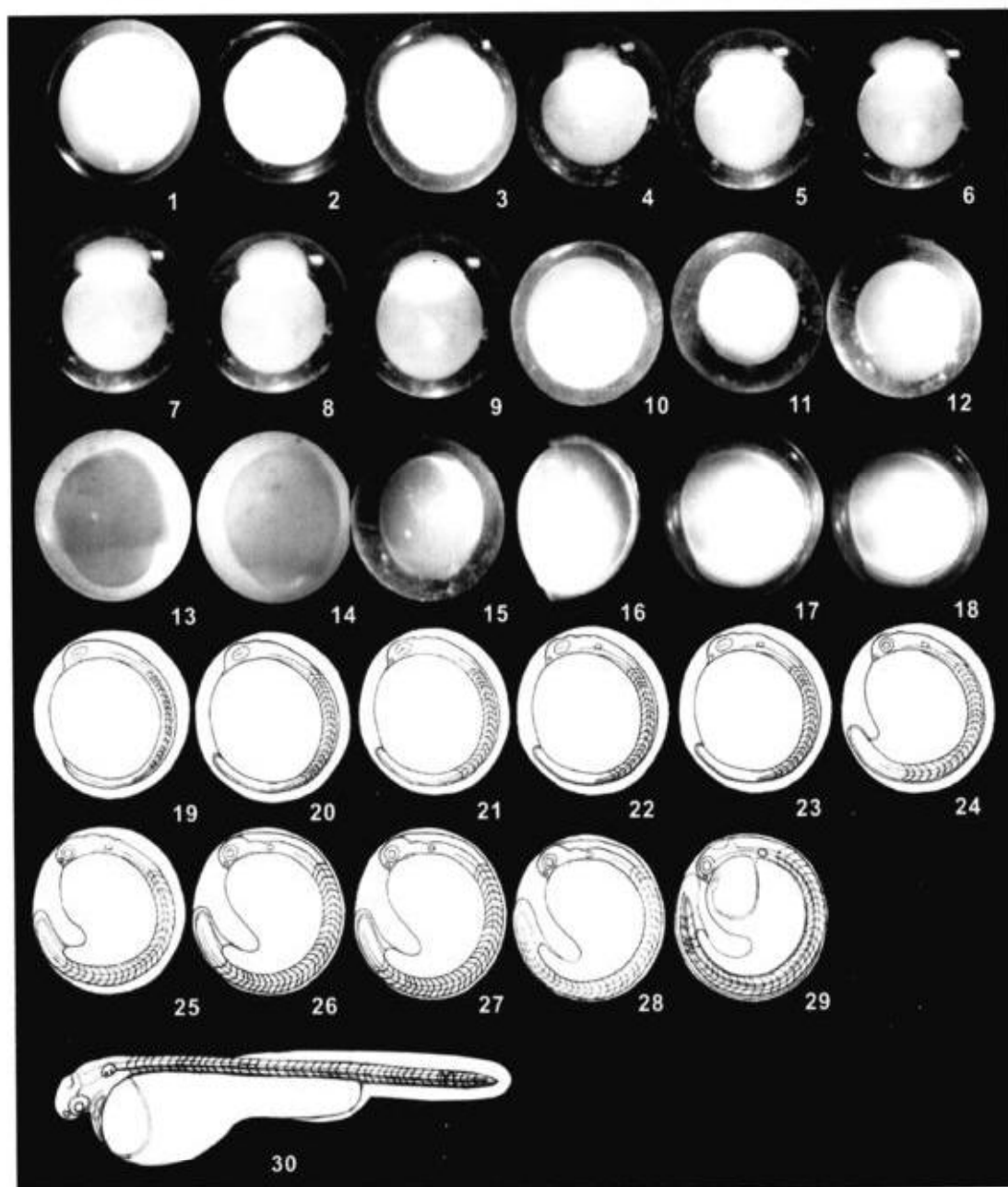
(1. Institute of Biodiversity, Guangzhou University, Guangzhou 510405, China; 2. School of Life Science, South China Normal University, Guangzhou 510623, China; 3. Institute of Hydrobiology, Jinan University, Guangzhou 510622, China)

Abstract: The embryos were obtained by artificial induction of hormone-injecting in mature *Spinibarbus denticulatus denticulatus*. The embryo development of the *S. d. denticulatus* was observed consecutively during 2001-2002, and 22 developmental stages of the embryos were described and illustrated. The fully mature unfertilized egg is 2.87-3.12 mm in diameter, and the fertilized eggs of the fish are sinkable, slightly sticky, nearly spherical and orange-yellowish. The diameter of swollen egg with membrane is 3.35-3.55 mm in water. When water temperature is (25±0.5) °C, 43.75 h were needed to hatch the embryos. Newly hatched larvae have a total length of (8.93±0.23) mm, with about 12+16+14 myomeres and blood circulation; the active ability is infirm. The general procedure of embryo development in *S. d. denticulatus* is similar to that of Barbinae, but for the former, the second polar body is clearer. The embryonic development stage does not have tail vesicle, but has more myomere at optic rudiment stage.

Key words: *Spinibarbus denticulatus denticulatus*; embryo development

易祖盛等:倒刺鲃胚胎发育的研究

YI Zu-sheng et al; Embryonic development in *Spinibarbus denticulatus denticulatus*



图版 I 倒刺鲃的胚胎发育

1. 第二极体排出; 2. 胚盘; 3. 2 细胞; 4. 8 细胞; 5. 16 细胞; 6. 128 细胞; 7. 桑椹胚; 8. 囊胚早期; 9. 囊胚中期; 10. 囊胚晚期; 11. 原肠早期; 12. 原肠中期; 13. 原肠晚期; 14. 神经胚; 15. 胚孔封闭; 16. 肌节出现; 17. 眼基; 18. 眼囊; 19. 嗅板; 20. 尾芽; 21. 嗅囊; 22. 听囊; 23. 尾鳍; 24. 眼晶体形成; 25. 肌肉效应; 26. 心脏原基; 27. 耳石; 28. 心脏搏动; 29. 血液循环; 30. 孵出。

Plate I Embryonic development in *Spinibarbus denticulatus denticulatus*

1, Rejecting of second polar body; 2, Blastodisc; 3, 2-cell; 4, 8-cell; 5, 16-cell; 6, 128-cell; 7, Morula; 8, Early blastula; 9, Mid blastula; 10, Late blastula; 11, Early gastrula; 12, Mid gastrula; 13, Late gastrula; 14, Neurula; 15, Closure of blastopore; 16, Appearance of myomere; 17, Optic rudiment; 18, Optic vesicle; 19, Olfactory plate; 20, Tail bud; 21, Optic olfactory; 22, Optic capsule; 23, Caudal fin; 24, Formation of eye lens; 25, Muscular contraction; 26, Rudiment of heart; 27, Appearance of otoliths; 28, Heart pulsation; 29, Blood circulation; 30, Hatching.