

А. А. Беляков, Н. Н. Фёдорова

## ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ СУТОЧНОЙ ПРЕДЛИЧИНКИ ШЕМАИ (*CHALCALBURNUS CHALCOIDES*)

Исследовались особенности развития шемаи (*Chalcalburnus chalcoides*). Установлено, что развитие основных систем органов шемаи происходит гетерохронно. При вылуплении наиболее дифференцирована нервная система. У суточных предличинок шемаи имелись все отделы головного мозга, но самым длинным оказался продолговатый мозг. Первый и второй желудочки мозга представлены в виде узких каналов, еще более узким являлся сильвиев проток, третий желудочек был относительно широким, самым широким был четвертый, особенно его задняя часть. У предличинок шемаи в значительной степени были развиты органы чувств. У выклюнувшихся зародышей в слуховых пузырьках выражена закладка эндолимфатического протока, в глазном яблоке присутствуют все три оболочки, обонятельные ямки выстланы двумя-тремя слоями призматического эпителия. В первые сутки после выклева мезонефрос осуществляет только функцию универсального кроветворного органа. На этой стадии происходит дифференцировка мышечной ткани – миобластическая и развитие хрящевой ткани – хондрогенез. Вдоль всего зародыша проходила хорда, под ней находилась спинная аорта, заполненная первичными эритроцитами. Сердце зародыша состояло из предсердия и желудочка. В желудочно-кишечном тракте имелись три физиологические атрезии. Желточный мешок сохранял грушевидную форму, был заполнен желтком.

**Ключевые слова:** предличиночные стадии развития, онтогенез, основные жизненно важные органы.

### Введение

Каспийская шемая обитает в прибрежных районах Северного и Южного Каспия, Черного и Азовского морей, держится в прибрежной части, на расстоянии 2–3 км от берега. В Северном Каспии встречается очень редко. Проходная рыба, на нерест заходит в реки Терек, Кура, Кубань, Дон, Днепр и другие южные реки. В зарегулированном стоке р. Куры образует жилую форму. В р. Волге отмечались единичные экземпляры, в р. Урале шемая отсутствует [1]. Небольшое промысловое значение имеет азово-черноморская шемая. В последние десятилетия уловы шемаи в Азовском бассейне значительно снизились [2], в настоящее время шемая занесена в Красную книгу Российской Федерации. В связи с вышеизложенным актуальны исследования особенностей развития и формирования жизненно важных органов в раннем онтогенезе, результаты которых могут способствовать совершенствованию биотехники подращивания предличинок и личинок шемаи. Целью работы явился анализ развития основных физиологических систем шемаи в раннем онтогенезе при искусственном воспроизводстве.

### Методы исследования

Исследования по изучению раннего онтогенеза и выявлению отклонений хода развития предличинок шемаи проводились на базе Темрюкского рыбопитомника (Краснодарский край) в весенне-летний период 2014 г., а также на базе кафедры «Гидробиология и общая экология» Астраханского государственного технического университета.

В работе использован комплекс методов: ихтиологические, физиологические, гистологические, статистические.

Материалом для исследования служили предличинки шемаи первых суток развития. Объем проанализированного материала составил 100 экземпляров нормально и атипично развивающихся особей.

Пробы, после фиксации в нейтральном формалине, просматривали под бинокулярным микроскопом МБС-10 без предварительного препарирования. Зафиксированных предличинок помещали в чашку Петри с водой и определяли стадии развития [3, 4]. При помощи окулярмикрометра и торсионных весов ВТ-500 измеряли общую длину и массу каждой особи.

Гистологический анализ был проведен по общепринятым методам. Было сделано 10 серий сагиттальных и фронтальных срезов предличинок шемаи первых суток после выклева. Изучение серий срезов проводили под микроскопами МБИ-3, Olimpus Vx-40, снимки делали с помощью микроскопа Olimpus Vx-40. Окраска – гематоксилин-эозин [5]. Весь цифровой материал был обработан статистически.

### Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования были получены следующие результаты. Отношение длины головного отдела к общей длине тела предличинки составило 19,4 %, хвостового отдела – 43,3 %. Сразу после выклева спинной мозг имел округлую форму, проходя вдоль всего туловищного и хвостового отдела, представляя собой полый тяж.

В спинном мозге, как и головном, были хорошо различимы три слоя: очень узкий – эпендимный, самый широкий – плащевой, состоявший из нейробластов, наружная вуаль – из отростков нейробластов. Вдоль спинного мозга сегментарно располагались мелкие, в виде просяных зернышек, спинномозговые узлы. У суточных предличинки шемаи имелись все отделы головного мозга, но самым длинным оказался продолговатый мозг. Происходила дифференцировка промежуточного мозга: к верхнему отделу примыкал формирующийся эпифиз, к нижнему – эпителиальный зачаток гипофиза. Средний мозг образовывал небольшое возвышение – зрительные доли. Мозжечок был представлен небольшим скоплением нейробластов. Обонятельные доли имели вид небольших парных выростов на переднем мозге. Желудочки мозга – I и II – были представлены в виде узких канальцев, III желудочек был относительно широким, более узким являлся силвиев проток, но ромбовидная ямка оказалась очень широкой, особенно в ее задней части (рис. 1).

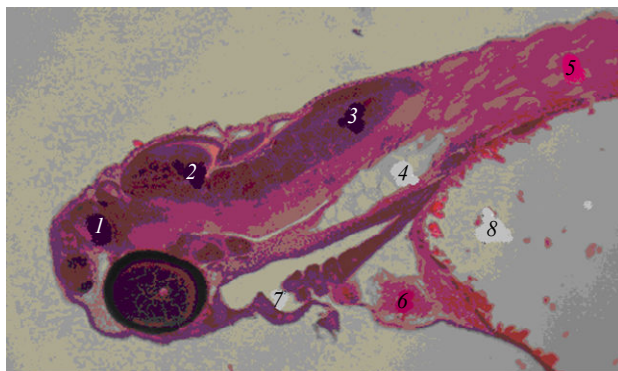


Рис. 1. Головной отдел предличинки шемаи.  
Ув. 100. Окраска – гематоксилин-эозин.

1 – обонятельные доли головного мозга; 2 – продолговатый мозг;  
3 – спинной мозг; 4 – хорда; 5 – мышечные сегменты; 6 – желудочек сердца;  
7 – жаберная полость; 8 – желточный мешок

В глазном яблоке присутствовали все три оболочки. В зрительной части сетчатки имелся довольно широкий пигментный слой, это - наружный слой сетчатки, прилегающий к сосудистой оболочке глазного яблока; хрусталик на этой стадии – шаровидный, занимал одну пятую объема глазного яблока. Передний эпителий роговицы – кубический, задний – плоский (рис. 2).

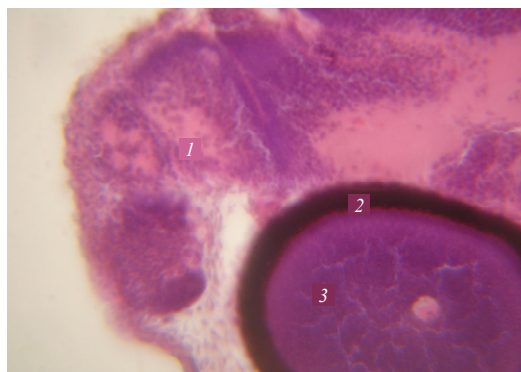


Рис. 2. Фрагмент головного отдела зародыша шемаи.  
Ув. 400. Окраска – гематоксилин-эозин:

1 – обонятельные доли головного мозга;  
2 – зрительная часть сетчатки с широким пигментным слоем;  
3 – наружная часть сетчатки

На выклеве у предличинок обонятельные ямки широкие, выстланные 2–3 слоями призматических клеток. Слуховые пузырьки относительно крупные.

Дифференцировка элементов скелетно-мышечной системы происходила в течение первых суток после выклева: в местах закладок будущих мышечных волокон уже образовались симпластические структуры – мышечные трубочки. В них еще не начиналась дифференцировка миофибрилл, но ядра удлиненной формы из центральных отделов мышечных трубочек уже начинали смещаться на их периферию (рис. 3).

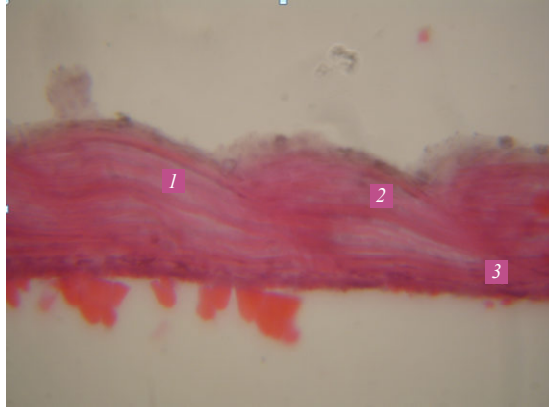


Рис. 3. Фрагменты мышечных сегментов туловищного отдела зародыша шемаи.

Ув. 400. Окраска – гематоксилин-эозин:

1 – мышечная трубочка; 2 – ядра мышечных трубочек;  
3 – мышечные сегменты

Мышечные трубочки были объединены соединительнотканными перемычками в мышечные сегменты, неодинаковые по толщине (по 30–35 мышечных трубочек в одном), в некоторых из них имелись небольшие полости, что указывало на отек скелетной мышечной ткани. Следует отметить, что мышечные сегменты уменьшались по толщине в каудальном направлении: самые мелкие мышечные сегменты были в хвостовом отделе (20 мышечных сегментов); наиболее крупные – в туловищном отделе (20–22 сегмента). В первые сутки после выклева вдоль всего зародыша проходила хорда, под ней находилась довольно тонкая спинная аорта, заполненная первичными эритроцитами (рис. 4).

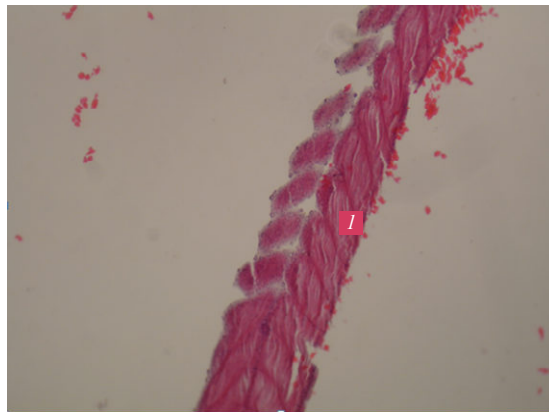


Рис. 4. Фрагмент туловищного отдела зародыша.

Ув. 400. Окраска – гематоксилин-эозин:

1 – туловищные сегменты

После выклева в местах, где должен был образовываться хрящ, а затем – костная ткань, уже имелись хондрогенные островки из мезенхимных клеток, которые дифференцировались в хондробласты. В этих островках хондробласты плотно прилегали друг к другу. На предличиночных стадиях хрящевых закладок отростков позвонков не обнаружено; черепная коробка не сформировалась, существовали ее отдельные хрящевые фрагменты: обонятельная, слуховая,

хрящевая капсула глаз, значительные хрящевые закладки в основании черепа, а также небольшие закладки челюстей. По периферии хрящевых закладок на границе с мезенхимой начинала формироваться надхрящница.

Эпителий, выстилающий внутреннюю стенку желточного мешка, напоминал низкий кубический. В цитоплазме его клеток обнаруживались мелкие гранулы желтка. Наиболее широкая часть желточного мешка располагалась на уровне 2–12 мышечных сегментов, затем его ширина постепенно уменьшалась. Большая часть желтка к моменту выклева оставалась неиспользованной. Стенка желточного мешка относительно тонкая: кожный эпителий состоял из 2–3 слоев клеток, напоминающих кубические, причем в поверхностном слое стенки желточного мешка имелись крупные пигментные клетки. В молодой соединительной ткани стенки мешка находились кровеносные сосуды, наполненные первичными эритроцитами.

В широкой глоточной полости уже после выклева наблюдались четыре закладки жаберных дуг, в которых имелись кровеносные сосуды, крупными были первая и вторая дуги. Каждая мезенхимная закладка жаберных дуг на этих стадиях развития была покрыта 3–4 слоями мелких кубических эпителиальных клеток (рис. 5).

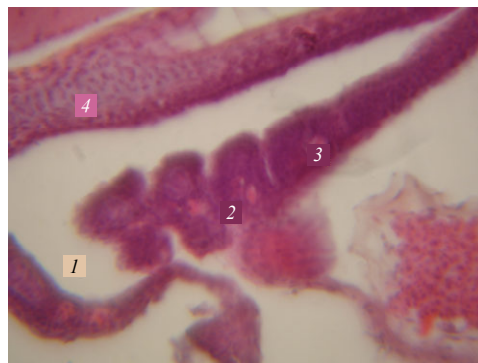


Рис. 5. Фрагмент головного отдела зародыша.

Ув. 400. Окраска – гематоксилин-эозин:

1 – глоточная полость; 2 – закладки жаберных дуг;

3 – сосуды закладок жаберных дуг; 4 – хрящевая закладка будущих костей в основании черепа

У предличинки сразу после выклева на передней брюшной стенке, которая была стенкой желточного мешка, находилось сердце, состоявшее из желудочка и предсердия, покрытых перикардом. Миокард состоял из округлых кардиомиобластов с крупными округлыми ядрами. Верхушка и задняя поверхность желудочка граничили с верхней поверхностью небольшой закладки печени. Печеночные клетки были «собраны» в отдельные печеночные пластинки, между которыми имелись небольшие промежутки (рис. 6).

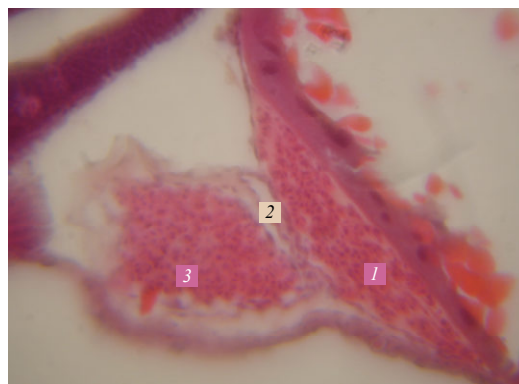


Рис. 6. Сердце и печень предличинки шемаи.

Ув. 40. Окраска – гематоксилин-эозин:

1 – клеточные пластинки в закладке печени;

2 – перикардиальная полость; 3 – желудочек сердца

После выхода зародыша из оболочек в формирующемся пищеварительном тракте отмечены следующие особенности: ротовое отверстие было открытым; имелись три физиологические атрезии: отсутствовало соединение между желточным мешком и глоткой, желточным мешком и формирующимся кишечником, еще не было сформировано анальное отверстие.

К моменту выклева у предличинки начал формироваться мезонефрос: его верхней границей была верхняя треть желточного мешка, нижней – каудальный конец желточного мешка. Мезонефрос – парный клеточный тяж, образованный мезенхимой, в котором сегментарно располагались почечные везикулы, и именно в нем находились очаги кроветворения. Параллельно мезонефросу проходил так называемый вольфов канал, выстланный низким кубическим эпителием.

На теле предличинки, вместо отдельных плавников, имелась общая плавниковая складка. Эта складка напоминала вуаль: внизу ее образовывали мелкие округлые клетки (с круглыми ядрами), соединенные в слои (10–2 слоев), выше этих слоев находилось, по-видимому, слизистое образование.

### Выводы

1. Развитие основных систем органов шемаи происходит гетерохронно.
2. При вылуплении наиболее дифференцирована нервная система: у суточных предличинки имелись все отделы головного мозга, но самым длинным оказался продолговатый мозг, в котором расположены жизненно важные центры – сосудодвигательный и дыхательный.
3. В постэмбриогенезе интенсивно развивалась нервная система, органы чувств, сердечно-сосудистая система.
4. В связи с усложнением плавательных движений активно формировалась опорно-двигательная система: дифференцировка элементов скелетно-мышечной системы происходила в течение первых суток после выклева.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иванов В. П.* Рыбы Каспийского моря / В. П. Иванов, Г. В. Комарова. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2012. С. 136–139.
2. *Битехтина В. А.* Разведение рыбака и шемаи в озере Соленом (Кубань) / В. А. Битехтина, Г. И. Карпенко, Е. С. Проскура // Тр. Всесоюз. науч.-исслед. ин-та морского рыбного хоз-ва и океанографии. М.: ВНИРО, 1978. С. 138–150.
3. *Смирнова Е. Н.* Развитие кубанской шемаи в эмбриональном и личиночном периодах жизни / Е. Н. Смирнова // Тр. Ин-та морфологии животных АН СССР. М.: ВНИРО, 1961. Вып. 33. С. 30–62.
4. *Лужин Б. И.* Зародышевое развитие карпа / Б. И. Лужин // Рыбоводство и рыболовство. 1977. № 2. С. 24–26.
5. *Волкова О. В.* Основы гистологии с гистологической техникой / О. В. Волкова, Ю. К. Елецкий. М.: Медицина, 1982. 304 с.

Статья поступила в редакцию 1.10.2014

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Беляков Анатолий Александрович** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры «Гидробиология и общая экология»; mgrushko@mail.ru.

**Фёдорова Надежда Николаевна** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; д-р мед. наук, профессор; профессор кафедры «Гидробиология и общая экология»; helen212@yandex.ru.



A. A. Belyakov, N. N. Fedorova

**MORPHOLOGICAL FEATURES OF DAILY SHEMAYA PRELARVAE  
(*CHALCALBURNUS CHALCOIDES*)**

**Abstract.** The specific characteristics of Shemaya (*Chalcalburnus chalcoides*) development were studied. It is stated that the development of the main systems of shemaya organs is heterochronous. When hatching, the nervous system is the most differentiated. The daily Shemaya prelarvae had all the sections of the brain, but the longest one was the medulla. The first and second ventricles of the brain are presented in the form of narrow channels, even more narrow was Sylvius duct, the third ventricle was relatively broad, but the most extensive was the fourth one, especially the rear. The senses of Shemaya pre-larvae were rather developed. The hatched embryos had a rudiment of endolymphatic duct in the auditory vesicles, all three membranes in an eye-bulb, nasal fossa is lined with two or three layers of prismatic epithelium. During the first days after hatching mesonephros performs only the function of the universal blood-forming organ. This stage is characterized by the differentiation of the muscle tissue – myoblastoma, and the development of cartilage – chondrogenic. Along the whole embryo there was held a chord, below it there was a dorsal aorta filled with primary erythrocytes. The heart of the embryo consisted of the auricula and ventricle. In the gastrointestinal tract, there were three physiological atresia. The yolk sac preserved a pear-like shape and was filled with yolk.

**Key words:** pre-larvae stages of development, ontogenesis, main vital organs.

REFERENCES

1. Ivanov V. P., Komarova G. V. *Ryby Kaspiskogo moria* [Fishes in the Caspian Sea]. Astrakhan, Izd-vo AGTU, 2012. P. 136–139.
2. Bitekhtina V. A., Karpenko G. I., Proskurina E. S. Razvedenie rybtsa i shemai v ozere Solenom (Kuban') [Breeding of Vimba and Shemaya in the Lake Soleniy (Kuban)]. *Trudy Vsesoiuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta morskogo rybnogo khoziaistva i okeanografii*. Moscow, VNIRO, 1978. P. 138–150.
3. Smirnova E. N. Razvitie kubanskoi shemai v embrional'nom i lichinochnom periodakh zhizni [Development of Kuban shemaya in embryo and larvae periods of life]. *Trudy Instituta morfologii zhivotnykh AN SSSR*. Moscow, VNIRO, 1961, iss. 33, pp. 30–62.
4. Luzhin B. I. Zarodyshevo razvitie karpa [Embryo development of carp]. *Rybovodstvo i rybolovstvo*, 1977, no. 2, pp. 24–26.
5. Volkova O. V., Eletsii Iu. K. *Osnovy gistologii s gistologicheskoi tekhniki* [The fundamentals of histology with histological equipment]. Moscow, Meditsina Publ., 1982. 304 p.

The article submitted to the editors 1.10.2014

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Belyakov Anatolij Aleksandrovich** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department "Hydrobiology and General Ecology"; mgrushko@mail.ru.

**Fedorova Nadezhda Nickolaevna** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Medicine, Professor; Professor of the Department "Hydrobiology and General Ecology"; helen212@yandex.ru.

