
ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 612.014.4:597.0/5

**ВЛИЯНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ НА МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ
РАЗВИТИЕ МОЛОДИ СТЕРЛЯДИ *ACIPENSER RUTHENUS***

© 2006 г. В.И. Крючков¹, Д.К. Обухов², И.А. Новикова²

1 – Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Москва 117000

2 – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург 199034

Поступила в редакцию 23.05.2006 г.

На примере молоди стерляди *Acipenser ruthenus*, выращиваемой в искусственных условиях в течении 8 месяцев, показано влияние фактора освещенности на развитие молоди. Показано, что освещенность (круглосуточный свет) оказывает существенное влияние на темпы и характер формирования структурно-функциональной организации ЦНС рыб, ряда внутренних органов. Изменения проявляются на разных уровнях организации мозга (макроанатомическом, микроанатомическом, клеточном). Наблюдается четкая корреляция между степенью развития структур мозга, развитием и функционированием многих внутренних органов. Подтверждается мнение о существенном значении первичного сенсорного потока на формирование стереотипа ЦНС молоди рыб. Полученные данные могут иметь значение для формирования стратегии выращивания молоди осетровых рыб.

Уровень структурно-функционального развития центральной нервной системы (ЦНС) в значительной степени определяется интенсивностью сенсорной стимуляции животных в период ее формирования (Никоноров, 1982; Никоноров, Обухов, 1983; Витвицкая, 1991). Молодь, выращиваемая в более информационно-богатой среде обитания, характеризуется способностью к более значительному развитию условно-рефлекторной деятельности. При этом сам характер развития условно-рефлекторных реакций адекватен тем условиям существования, в которых находился организм (Касимов, 1980; Касимов и др., 1986; Obukhov, 1996).

На развитие ЦНС осетровых рыб, выращиваемых как в естественных, так и в искусственных условиях, оказывают существенное влияние внутренние (генетические) и внешние (экологические) факторы. Среди последних необходимо отметить такие параметры среды, как температура, соленость, освещенность, содержание кислорода, Рн среды, кормовая база, наличие или отсутствие хищников и др. Выращивание молоди рыб в сенсорно-обедненной среде приводило к замедлению роста мозга, снижению интенсивности синтеза ДНК/РНК в нейронах, ухудшению адаптивных свойств ЦНС, проявляющихся в изменении скорости выработки ряда условных рефлексов и способности к сохранению приобретенных навыков (Никоноров и др., 1988; Витвицкая, 1991). Вместе с тем, уровень развития ЦНС, как интегрирующей системы организма, без сомнения сказывается на развитии и формировании внутренних органов рыб.

В экспериментах, проведенных на ряде представителей позвоночных (рыб, амфибий, птиц, млекопитающих), было показано, что окончательное формирование структурно-функциональной архитектоники нейронных популяций мозга является афферентно зависимым процессом (Богданов, 1990; Богданов и др., 1986). В частности показано, что при выращивании млекопитающих (крыс, котят) в полной темноте в ЦНС этих животных происходят существенные структурные изменения регрессивного плана, наиболее ярко проявляющиеся в тех отделах мозга, которые связаны с переработкой зрительной информации. Более того, снижение или полное прекращение сенсорного потока даже во взрослом организме, при сформировавшейся нервной системе, приводит к существенному нарушению структурно-функциональной целостности нервной системы. Происходит массовая гибель нейронов, меняются структурно-функциональные параметры нервной ткани (Обухов, Ключева, 1988).

В данной работе мы попытались выяснить степень воздействия освещенности на формирование ЦНС молоди осетровых рыб, определить количественные показатели морфологической пластичности мозговых структур, выявить степень зависимости формирования мозга от возраста особи или внешнего фактора (свет, темнота), определить, имеются ли изменения во внутренних органах рыб при действии данного фактора.

Основное внимание при изучении ЦНС уделено структурам конечного мозга (telencephalon). Это связано с тем, что конечный мозг рыб получает разнообразную сенсорную информацию. В нем имеются зоны представительства всех основных анализаторных систем: обонятельной, зрительной, сомато-сенсорной, а сам он является интегративным центром головного мозга рыб (Никоноров, 1982; Андреева, Обухов, 1991; Nieuwenhuys, Meek, 1990).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В работе была использована молодь стерляди *Acipenser ruthenus*, выращиваемая в искусственных условиях в течение 8 месяцев после выклева. Условия содержания (гидрологический режим, питание) были едины для всех экспериментальных групп. Контрольная группа содержалась в условиях освещенности (100 люкс) день/ночь по 12 часов; экспериментальные группы содержались в условиях круглосуточного освещения или темноты соответственно.

Для микроскопического исследования мозга материал брался через 2, 4 и 8 месяцев после начала эксперимента. Мозг от 5 рыб из каждой группы фиксировался в жидкости Карнуа и окрашивался галлоцианином по Эйнарсону для изучения цитоархитектоники конечного мозга. Количественный анализ площади нейронов в одной из зон полушарий (зона Dd-I) проводился на автоматизированном анализаторе изображений IBAS-I (производство Германии)

с последующей статистической обработкой. В каждом случае обрабатывалось по 200 клеток.

Для определения степени влияния факторов возраста и освещенности на формирование структуры конечного мозга был применен многофакторный дисперсионный анализ. Данные для анализа снимались с точных зарисовок участка зоны Dd-I с помощью масштабных сеточек с горизонтально и вертикально ориентированными прямоугольниками, выполненными в масштабе рисунков (4 см x 1 см). О наличии или отсутствии слоистости можно судить по дисперсии: если слоистость выражена, то значение коэффициента вариации (C%) в выборках в горизонтальных сеточках больше, чем в выборках из вертикальной сеточки. Оценивались факторы: 1 – освещенности, 2 – возраста, 3 – ориентации. Достоверность полученных данных проверялась с помощью ϕ -преобразования Фишера. Данный анализ позволяет вычлениить воздействие факторов возраста и освещенности. При описании структуры мозга использованы данные по структуре мозга осетровых, полученные в наших предыдущих исследованиях (Обухов, Курбанов, 1987; Obukhov, 1996).

В этих же группах животных ($n=10$) проводился макроанатомический анализ развития молоди. Учитывались такие параметры, как длина и вес животных, вес ряда внутренних органов (сердца, печени, кишечника, селезенки). Среди показателей функциональной активности внутренних органов измерялись параметры дыхательной системы рыб (по методике, подробно описанной ранее) (Крючков, 1987; Крючков, Касимов, 1990).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

План строения конечного мозга осетровых рыб сходен с таковым у всех лучеперых рыб. Полушария построены по эвертированному типу и состоят из дорсальной (паллиум, D) и вентральной (субпаллиум, V) областей, разделяемых на ряд зон. В дорсальной области выделяется дорсо-латеральная (Dd-I), медиальная (Dm) и центральная (Dc) зоны, в вентральной – дорсальная (Vd), вентральная (Vv) и латеральная (VI) зоны (рис. 1).

Исследование формирования морфо-функциональной организации ЦНС осетровых рыб в раннем постнатальном гистогенезе показало, что к двум месяцам развития закладываются базовые характеристики цитоархитектоники и нейронной структуры полушарий. Это очень важный период жизни мальков осетровых рыб. Именно в это время у осетровых рыб формируется достаточно жесткий стереотип поведения, характеризующийся определенным уровнем развития условно-рефлекторной деятельности (Касимов и др., 1986; Обухов, Курбанов, 1987) (рис. 2).

При этом развитие мозга находится под постоянным давлением факторов среды, причем чем раньше начинают действовать эти факторы и чем больше их длительность, тем большая вероятность ожидать изменений в структуре мозга и

поведении животного, уровень которого находится в прямой зависимости от структурной сложности мозга (Никольская, 1997).



Рис. 1. Цитоархитектоника полушария конечного мозга осетровых рыб. Обозначения: D – паллиум; D.m., D.d-l., D.c. – медиальная, дорсо-латеральная, центральная зоны паллиума; V – субпаллиум; V.d., V.v., V.l. – дорсальная, вентральная, латеральная зоны субпаллиума; VM – медиальный мозговой желудочек; t.ch. – сосудистая оболочка мозга; z.lim – граница паллиума и субпаллиума. Окраска по методу Ниссля. Масштаб: 0,5 мм.

Fig. 1. Cytoarchitecture of telencephalon hemisphere in sturgeons. Abbreviations: D – pallium; D.m., D.d-l., D.c. – medial, dorso-lateral and central zones of pallium; V – subpallium; V.d., V.v., V.l. – dorsal, ventral and lateral zones of subpallium; VM – medial brain ventricle; t.ch. – tela chorioidea; z.lim – zona limitans (border between pallium and subpallium). Nissl stain preparation. Bar scale – 500 mm.

При этом развитие мозга находится под постоянным давлением факторов среды, причем чем раньше начинают действовать эти факторы и чем больше их длительность, тем большая вероятность ожидать изменений в структуре мозга и поведении животного, уровень которого находится в прямой зависимости от структурной сложности мозга (Никольская, 1997).

Как показало наше исследование, воздействие освещенности начинает сказываться на организме стерляди уже в одно-двухмесячном возрасте, хотя различия еще минимальны. Тем не менее эти различия проявляются на разных уровнях организации мозга. У животных контрольной и «световой» групп, дифференцировка паллиума и субпаллиума на зоны выражена более отчетливо, чем у «темновых» животных. У «световых» животных нейроны крупнее, четко

проявляется слоистая структура зоны (рис. 3А). В исследуемой дорсо-латеральной зоне паллиума у «темновых» животных основная масса нейронов сосредоточена вблизи поверхности мозгового желудочка, слоистый характер распределения клеток выражен в зоне также очень слабо. Таким образом, уже ко второму месяцу развития в полной темноте в конечном мозге стерляди значительно замедляются темпы формирования нормальной структуры мозга, нарушаются процессы миграции нейронов в толщу стенки мозга. Необходимо подчеркнуть, что стрессорному воздействию внешнего фактора подвергаются в этот период нейроны мозга, только вступившие на путь активной дифференцировки дендритных и аксонных систем, формирования функциональных связей (Обухов, Курбанов, 1987). Именно в этом состоянии нейроны наиболее восприимчивы к усилению или ослаблению афферентной стимуляции (Богданов, 1990).

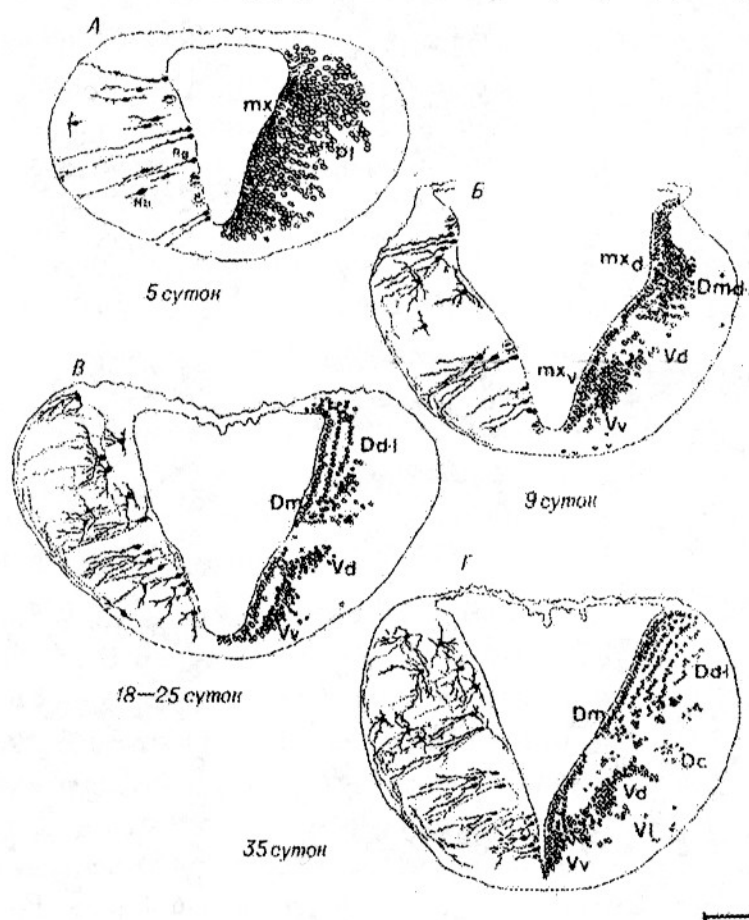


Рис. 2. Схема развития цитоархитектоники и нейронной структуры полушарий конечного мозга осетровых рыб на ранних этапах постнатального развития. Обозначения: mx_d, mx_v – матричные зоны, формирующие дорсальные и вентральные отделы полушарий; Nb – мигрирующие нейробласты и молодые нейроны; Rg – радиальная глия, остальные обозначения как на рисунке 1. Масштаб: 1 мм.

Fig. 2. Early postnatal development of cytoarchitecture and neuronal structure in sturgeon telencephalon. Abbreviations: mx_d, mx_v – matrix zones forming dorsal and ventral parts of hemisphere; Nb – neuroblasts and young neurones migrating to the brain wall; Rg – radial glia promoting migrations of neuroblasts to the brain wall; for other legents – see figure 1. Bar scale – 1 mm.

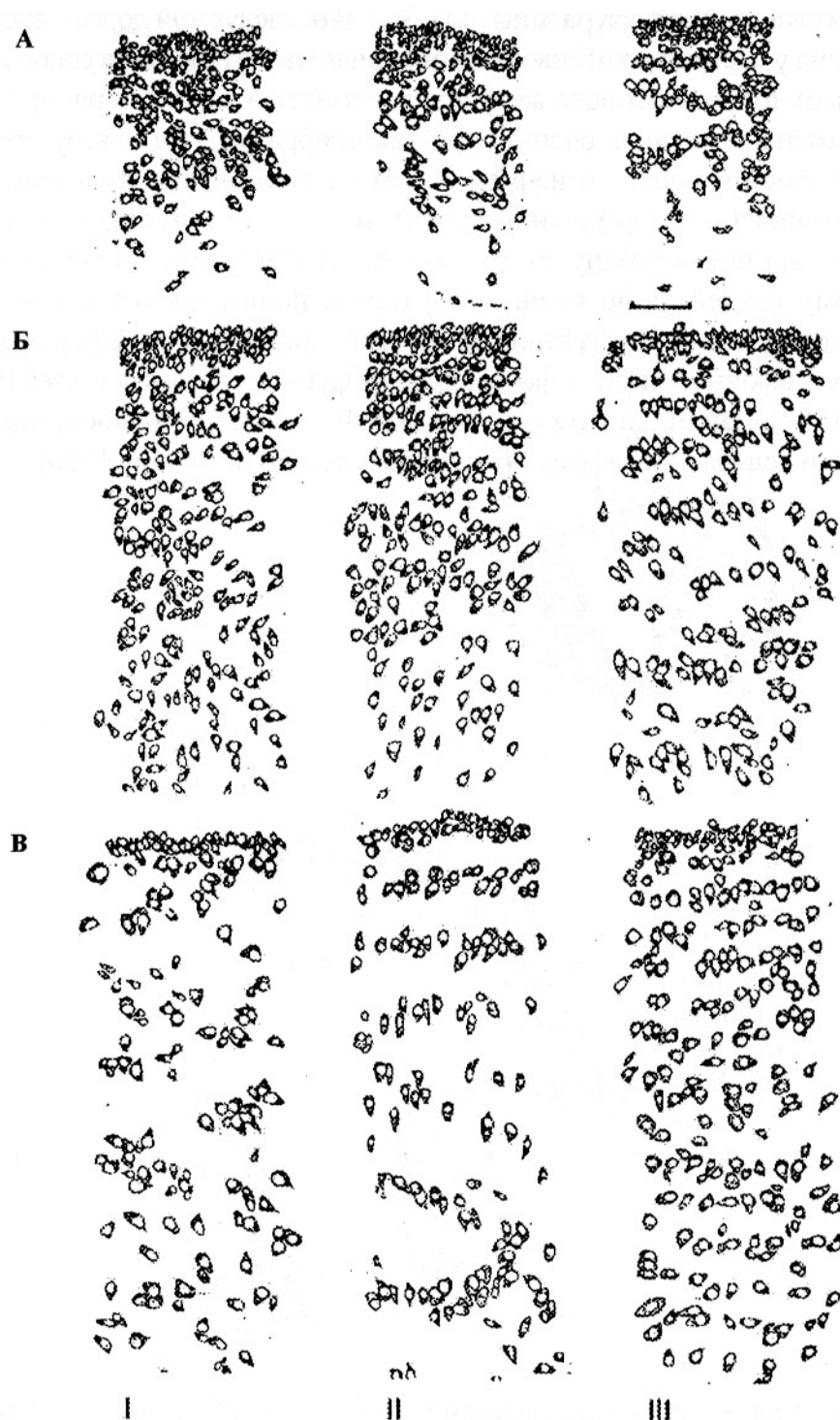


Рис. 3. Зарисовки участка дорсо-латеральной зоны паллиума мозга стерляди, развивающейся в разных условиях освещенности в течении 2-х (А), 4-х (Б) и 8-ми (В) месяцев после выклева. I – темнота, II – норма, III – свет. Окраска галлоцианином по Эйнарсону. Рис. аппарат РА-4У 42, масштаб: 100 мкм.

Fig. 3. A scheme of sterlet dorso-lateral zone of pallium under different illumination at the age of 2 months (I), 4 months (II) and 8 month (III). Gallocianin (Einarsson) stain preparation. Bar scale – 100 mkm.

К трех-четырем месячному возрасту различия в характере и темпах развития мозга усиливаются. В контрольной и световой группе животных формирование структуры полушарий, их дифференцировка практически завершается. В паллиуме и субпаллиуме выделяются зоны, характерные для мозга взрослых осетров. Резко увеличивается общая площадь полушарий. В дорсо-латеральной (**D.d-I**) зоне паллиума четко проявляется слоистость в распределении нейронов, число слоев достигает 10-13, причем у световой группы их число больше, чем у контрольной (8-10). У «темновой» группы число слоев нейронов в дорсо-латеральной зоне не превышает 8-ми (рис. 3Б).

К моменту завершения эксперимента (возраст мальков 7-8 месяцев) наблюдаются максимальные различия в формировании ЦНС у экспериментальных животных. У «темновых» животных только к этому периоду окончательно завершается формирование структуры полушарий, хотя число слоев нейронов и их упорядоченность все равно не достигает таковой у нормальных и, тем более, у «световых» животных (рис. 3В). Общая площадь полушария также остается меньше, чем в «световой» и контрольной группах.

В этом возрасте был проведен количественный анализ нейронов дорсо-латеральной зоны паллиума. Было показано, что средние значения площади нейронов зоны у рыб всех трех экспериментальных групп достоверно различаются. Наибольшей площадью обладают нейроны мозга рыб, выращенных в условиях постоянной освещенности. Еще более наглядную картину дают сравнительные гистограммы распределения площади нейронов по классам. Видно, что у «световых» рыб процент нейронов, имеющих большую площадь (свыше 80-100 мкм²), значительно превышает таковой у «темновых» и контрольных животных (рис. 4).

Чтобы исключить определенную субъективность при визуальном анализе микроскопических препаратов мозга и отделить воздействие фактора возраста от фактора освещенности на ориентацию клеток и формирование слоистости в зоне, был проведен многофакторный дисперсионный анализ. Из представленных данных видно, что именно фактор освещенности сильно влияет на формирование слоистой структуры зоны. Особенно отчетливо это проявляется в «темновой» группе, где формирование слоистости и правильной ориентации нейронов в зоне нарушено и сильно задерживается (рис. 3Б). Конечно и фактор времени (возраст животного и длительность эксперимента) также влияет на темпы формирования структуры мозга. В «темновой» группе формирование слоистости в зоне Dd-I отстает по времени от контрольной и «световой». Количественным показателем данного процесса является низкое значение коэффициента дисперсии (отношение горизонталь/вертикаль) в «темновой» группе (табл. 1).

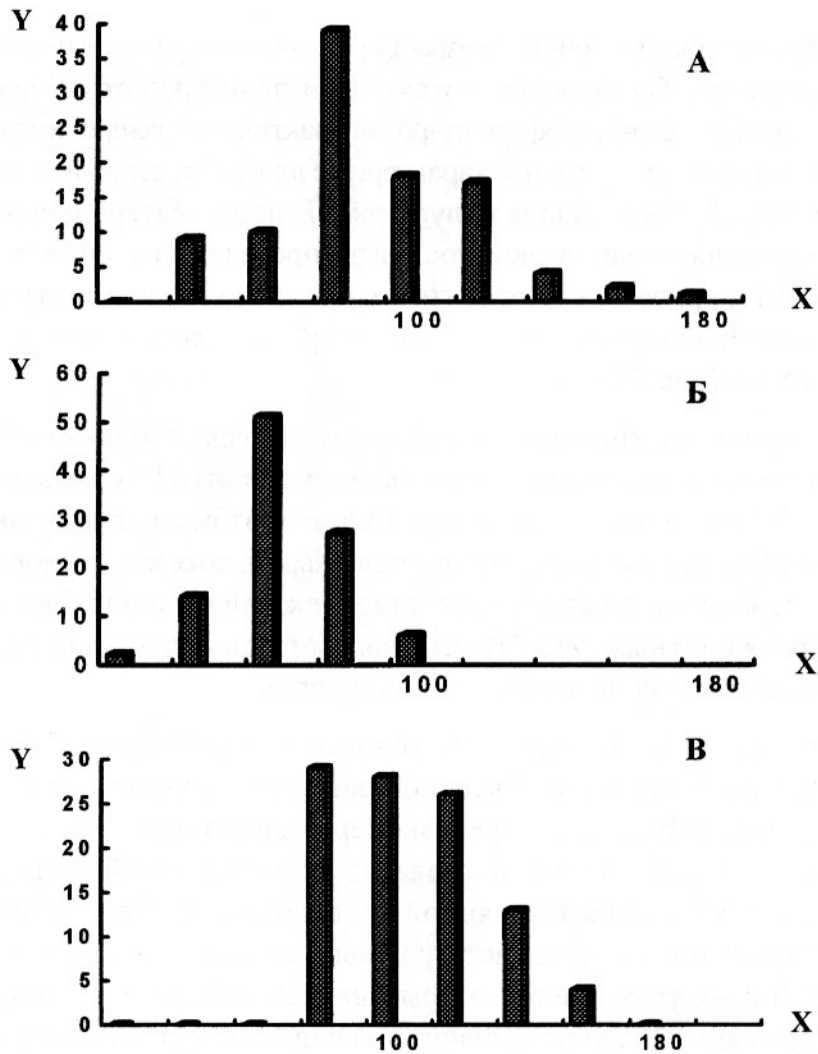


Рис. 4. Сравнительные гистограммы площадей нейронов дорсо-латеральной зоны паллиума после 7 месяцев выращивания в разных условиях освещенности. По оси X – размер нейронов в μm^2 , по оси Y – процент клеток определенного размерного класса. А – норма, Б – темнота, В – свет. Автоматизированный комплекс анализа изображений IBAS (Germany).

Fig. 4. Changes in neurone square in the dorso-lateral zone of pallium after breeding for 7 months under different illumination. On the X-axis – size-classes of nerve cells (in μm^2); on the Y-axis – procent of cells of the given classes. А – normal, Б – not illumination, В – illumination. TV-automatic imagine analazing complex IBAS (Germany).

Таблица 1. Значение коэффициентов дисперсии в экспериментальных группах животных.
Table 1. Results of the analysis of variance of the dispersion coefficietns in the experimental animal. For legents see article.

факторы	свет			темнота			норма		
	8 мес	4 мес	2 мес	8 мес	4 мес	2 мес	8мес	4 мес	2 мес
освещенность	4,14	3,24	2,08	1,15	1,08	1,94	2,56	1,51	2,11
возраст	1,63	2,48	1,59	1,25	1,39	1,23	3,74	2,85	2,69
ориентация	2,31	2,94	1,47	1,62	1,24	1,44	2,98	2,90	2,19

Отмеченные выше различия в развитии дорсо-латеральной зоны паллиума конечного мозга свидетельствуют о глубинных нарушениях в восприятии и переработке зрительной информации, поступающей в ЦНС рыб. При этом важно подчеркнуть, что зрение занимает в жизни рыб достаточно большое место. Основным центром переработки первичной зрительной информации в головном мозгу являются оптические доли среднего мозга (*Tectum opticum*), однако и конечный мозг (*Telencephalon*) активно участвует в этом процессе. Зрительная информация поступает в полушария по двум путям: ретино-текто-таламо-теленцефальному и ретино-таламо-теленцефальному (Nieuwenhuys, Meek, 1990; Обухов, 1993). Основными центрами переключения в промежуточном мозгу рыб являются так называемые преталамические ядра и вентро-медиальный таламус. Через первый из них зрительная информация достигает дорсальных (**Dd**) и дорсо-латеральных (**Dd-l**) отделов полушария. Через второй путь мультисенсорная информация (зрительная, слуховая, вкусовая, сомато-сенсорная, октаво-латеральная) проецируется в зоны **Dd**, **Dd-l**, а также в зону **Dc**. Случаи перекрытия проекционных зон различных анализаторных систем в определенных зонах паллиума и субпаллиума конечного мозга рыб (в том числе и осетровых) были ранее подтверждены в электрофизиологических исследованиях (Никоноров, Обухов, 1983). Морфологической основой такой широкой конвергенции является наличие в структурах паллиума крупных веерообразных и радиальных нейронов, дендритные и аксонные ветвления которых захватывают значительную площадь полушария конечного мозга осетровых рыб (Обухов, 1993; Obukhov, 1996).

Таким образом конечный мозг лучеперых рыб служит центром переработки мультисенсорной информации, структурная целостность и уровень развития которого существенно влияют на деятельность важнейших систем организма животного и его поведение.

Полученные данные по изменению структурных параметров организации мозга стерляди в условиях зрительной депривации коррелируют с данными по функциональной активности нервной системы, полученными на осетровых рыбах в условиях сходных экспериментов (Пономаренко и др., 1992). Кроме того, было показано, что в «темновой» группе происходит существенное (по сравнению с контрольной и «световой» группами) изменение физиологических показателей дыхательной системы рыб. Так, отмечается существенное увеличение общей длительности дыхательного акта, снижается частота дыхательных циклов, падает минутный объем дыхания, меняется сама структура дыхательного акта (выдох становится длиннее, чем вдох) (табл. 2).

Ослабление или усиление сенсорного потока в процессе развития мальков стерляди приводит также к существенным изменениям темпов роста других органов и систем животных. В период эксперимента отмечены достоверные изменения в линейно/весовых показателях развития ряда внутренних органов и животных в целом (табл. 3).

Таблица 2. Характеристика работы дыхательной системы молоди стерляди (возраст 8 месяцев) при различных режимах освещенности.

Table 2. Parametres of respiratory system functioning in sterlet fry (8 months old) under different illumination regimes.

Режим освещения	Количество циклов (в минуту)	Частота дыхания (Гц)	Минутный объем дыхания (мл ³)	Индекс эластичности	Коэффициент асимметрии дыхания	Пластичность жаберного аппарата	Длительность		дыхательного		цикла (сек)
							вдох		выдох		
норма	102,6 ± 3,9	1,71	745,7 ± 21,7	1,00	1,33	0,57	0,33	0,25			общая 0,58
свет	129,5 ± 10,0	2,14	1028,5 ± 34,0	1,40	1,33	0,57	0,27	0,20			0,47
темнота	56,3 ± 6,3	0,94	393,8 ± 25,6	3,00	0,60	0,38	0,40	0,67			1,07

Таблица 3. Линейные и весовые параметры молоди стерляди и ряда ее внутренних органов при выращивании в разных режимах освещенности.

Table 3. Comparative graphs of the development of fry macroanatomical parametres and its organs in different illumination regimes.

Режим освещения	Время экспери- мента (мес)	Вес тела (г)	Длина тела (см)	Вес сердца (мг)	Вес печени (мг)	Вес кишечника (мг)	Вес селезенки (мг)
норма	2	5,7 ± 1,3	10,5 ± 1,2	18,7 ± 1,5	109,9 ± 12	850 ± 32	17,9 ± 2,6
	4	14,0 ± 0,7	15,2 ± 0,9	29,7 ± 2,6	297,5 ± 21	1945 ± 46	34,1 ± 3,1
	8	29,7 ± 2,0	19,6 ± 2,3	43,1 ± 4,3	878,5 ± 32	1400 ± 27	64,6 ± 5,4
свет	2	11,1 ± 1,2	13,5 ± 1,4	28,3 ± 1,8	521,1 ± 18	1680 ± 18	44,8 ± 6,3
	4	22,6 ± 3,2	16,1 ± 0,9	63,7 ± 5,0	601,7 ± 24	3200 ± 24	55,0 ± 7,2
	8	41,3 ± 5,0	22,2 ± 1,2	54,9 ± 4,3	941,7 ± 27	3000 ± 32	97,0 ± 9,5
темнота	2	9,3 ± 1,4	12,2 ± 2,0	25,4 ± 3,2	441,3 ± 18	980 ± 19	33,2 ± 11
	4	13,9 ± 0,9	15,5 ± 1,7	36,9 ± 6,8	273,3 ± 16	1290 ± 24	35,9 ± 12
	8	19,9 ± 1,2	17,4 ± 3,4	31,4 ± 5,4	817,9 ± 17	1488 ± 31	60,0 ± 18

$M \pm m (n = 20), P < 0,05$

Таким образом, освещенность, как один из факторов среды обитания, оказывает существенное влияние на развитие мальков осетровых рыб. Это воздействие носит комплексный характер, затрагивая множество систем организма. В отношении ЦНС это влияние сказывается на самых разных уровнях организации головного мозга рыб (от микроанатомического до нейронного). В целом можно отметить, что недостаток освещенности в ранний постнатальный период негативно отражается на развитии молоди стерляди и, без сомнения, скажется в дальнейшем на общей жизнеспособности особей. Длительная освещенность, в свою очередь, приводит к стимулированию деятельности большинства органов рыб и увеличению темпов роста молоди. Полученные данные могут быть учтены при определении стратегии выращивания молоди осетровых рыб на рыбзаводах, направленной на повышение их жизнеспособности, а также при расчетах экономической целесообразности товарного выращивания осетровых рыб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андреева Н.Г., Обухов Д.К. Эволюционная морфология нервной системы позвоночных. СПб.: СПбГУ, 1991. 320 с.

Богданов О.В. Афферентация – как ведущий фактор эволюционной организации мозга // Физиол. журн. СССР. 1990. Т. 76. №12. С. 1659-1667.

Богданов О.В., Медведева М.В., Василевский Н.Н. Структурно-функциональное развитие конечного мозга. Л.: Наука, 1986. 151 с.

Витвицкая Л.В. Сравнительный анализ функций генома в клетках мозга при формировании адаптивного поведения у животных разного уровня онто- и филогенеза // Автореф. дисс. докт. биол. наук. М.: Институт генетики РАН им. Н.И. Вавилова, 1991. 46 с.

Касимов Р.Ю. Сравнительная характеристика поведения дикой и заводской молоди осетровых в раннем онтогенезе. Баку: Элм, 1980. 136 с.

Касимов Р.Ю., Обухов Д.К., Рустамов Э.К. Особенности постэмбрионального формирования конечного мозга и условно-рефлекторных реакций у осетровых рыб // Вопросы ихтиологии. 1986. Т. 26. №3. С. 457-463.

Крючков В.И. Оценка чувствительности рыб к действию углеводородного загрязнения по вегетативным показателям. В кн.: Методы ихтиотоксикологических исследований Л.: Наука, 1987. С. 74-75.

Крючков В.И., Касимов Р.Ю. Структура дыхательного акта молоди белуги *Huso huso* и осетра *Acipenser gueldenstaedti* при адаптации к воде различной солености // Вопросы ихтиологии. 1990. Т. 30. №3. С. 457-462.

Никольская К.А. Сравнительная характеристика познавательной деятельности рыб // Вопросы ихтиологии. 1997. Т. 37. №4. С. 524-531.

Никоноров С.И. Передний мозг и поведение рыб. М.: Наука, 1982. 208 с.

Никоноров С.И., Обухов Д.К. Структурно-функциональная организация переднего мозга костистых рыб // Функциональная эволюция ЦНС. Л.: Наука, 1983. С. 9-17.

Никоноров С.И., Витвицкая Л.В., Обухов Д.К., Кучеров О.А. Генетико-нейробиологический анализ разноразмерной молоди атлантического лосося, выращиваемой на рыбноводном предприятии // Вопросы ихтиологии. 1988. Т. 28. №5. С. 782-788.

Обухов Д.К. Сенсорные системы и конечный мозг лучеперых рыб. Апатиты: Изд. Кольского фил. РАН, 1993. С. 37-41.

Обухов Д.К., Ключева Н.А. Исследование структуры конечного мозга карпа в норме и при длительной сенсорной депривации. В кн.: Механизмы регуляции физиологических функций. Л.: Наука, 1988. С. 97-98.

Обухов Д.К., Курбанов З.М. Развитие конечного мозга осетровых рыб // Развивающийся мозг. М.: Изд. РАМН, 1987. Вып. 16. С. 36-41.

Пономаренко В.В., Крючков В.И., Левкович Ю.И. и др. Влияние светового фактора на поведение, возбудимость нервной системы и темпы роста молоди шипа. Мат. 8 Всерос. конф. по эколог. физиол. и биохим. рыб. Петрозаводск: Наука, 1992. С. 46-47.

Nieuwenhuys R., Meek J. The telencephalon of Actinopterygian fishes // Cerebral cortex (Jones E., Peters A., eds). N-Y.: Plenum Publ. Corp., 1990. V. 8. Pp. 31-73.

Obukhov D.K. Developments of the CNS of sturgeon fishes grown under different ecological conditions // Proc. Intern. Cong. Fish Biol., San-Francisco. Univ. Press., USA. 1996. Pp. 149-155.

INFLUENCE OF ILLUMINATION ON THE MORPHO-FUNCTIONAL DEVELOPMENT OF STERLET *ACIPENCER RUTHENUS* FRY

© 2006 y. V.I. Krjuchkov¹, D.K. Obukhov², I.A. Novikova²

1 – I.P. Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences, Moscow

2 – St-Petersburg State University, St-Petersburg

The influence of illumination on the development of sterlet *Acipenser ruthenus* fry bred under artificial conditions during 8 months has been demonstrated. The modern methods of quantitative analysis demonstrate, that 24 hrs illumination influences greatly both the rate and the pattern of the formation of CNS and some other internal organs. The changes are revealed at all levels (macroanatomical, microanatomical and cellular) of the brain structure. The level of the development of the brain structures, the fry reflex activity and development and functioning of many internal organs are apparently correlate with each other. The conception on the essential importance of the primary sensory input for the formation of CNS stereotype in fish fry is confirmed. The obtained data may be used under hatchery rearing of true sturgeons.