

УДК 618.431:612.127.2.233

АНАЛОГИИ ПОВЕДЕНИЯ РЫБОК В ВОДЕ И ПЛОДОВ В УТРОБЕ БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН ПРИ ОСТРОЙ ГИПОКСИИ

Ураков А.Л., Уракова Н.А., Чернова Л.В.

ГБОУ ВПО «Ижевская государственная медицинская академия» МЗ РФ, Ижевск,
e-mail: urakoval@live.ru

В условиях женской консультации и вивария изучена динамика двигательной активности плодов в околоплодных водах внутри маток беременных женщин при добровольной задержке ими дыхания в скрининговые сроки и аквариумных рыбок породы гуппи в пресной воде без поступления в нее воздуха. Показано, что при острой гипоксии живые и здоровые плоды беременных женщин и аквариумные рыбки ведут себя практически одинаково: прекращают свою двигательную активность, находятся в этом состоянии вплоть до истощения резервов адаптации к дефициту кислорода, а затем начинают судорожно совершать дыхательные движения и подергиваться всем своим телом. При этом у плодов появляются резкие дыхательные движения ребер грудной клетки и рук, разжимаются кулаки и возникают периодические судорожные подергивания всего туловища, но ротовая полость остается закрытой. В этот же период гипоксии у рыбок широко открывается рот, учащаются и усиливаются дыхательные движения рта и жаберных дуг, колебательные движения боковых плавников и хвоста, возникают периодические судорожные подергивания всего тела.

Ключевые слова: плоды беременных женщин, рыбы, гипоксия, двигательная активность.

THE ANALOGY OF THE BEHAVIOR OF FISH IN THE WATER AND FETUSES IN THE WOMB OF PREGNANT WOMENS WITH ACUTE HYPOXIA

Uraikov A.L., Uraikova N.A., Chernova L.V.

Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, e-mail: urakoval@live.ru

In a women's clinic and in vivarium was studied dynamics of the motor activity of the fetuses in the amniotic fluid inside queens of pregnant womens with voluntary delay their breath in screening terms and aquarium fish breed guppies in fresh water without admission of air. It is shown that in acute hypoxia living and healthy fetuses of pregnant womens and aquarium fish behave almost identically: terminate their motor activity, are in this state until the exhaustion of the reserves of adaptation to lack of oxygen, and then begin firing to make respiratory movements and twitch unwillingly his entire body. At that fetuses are beginning to make sharp respiratory movements ribs, chest and hands, opens fists and experience intermittent spasmodic twitching the whole body, but the oral cavity remains closed. In the same period of hypoxia in fish wide open mouth, more frequent and stronger respiratory movements of the mouth and the gill arches, the swinging motion of the side of the fins and tail experience intermittent spasmodic twitching the whole body.

Keywords: fetuses pregnant womens, fish, hypoxia, motor activity.

Причиной биологической смерти почти всех животных на земле является гипоксическое повреждение клеток коры их головного мозга [1-9]. В частности, этот механизм смерти присущ всем теплокровным животным, включая человека, и холоднокровным животным, включая рыб [10, 11-13]. Поэтому при острой гипоксии живых и здоровых плодов в утробе беременных женщин и взрослых рыб в воде их поведение может быть однотипным. При этом при гипоксии поведение взрослых рыб и плодов внутри матки будет отражать механизмы их адаптации к гипоксии, закрепленные в них генетически в процессе эволюции [1, 10]. Поскольку состояние и особенности жизнедеятельности рыб и внутриутробных плодов похожи друг на друга, вполне вероятно, что динамика поведения тех и других при гипоксии может иметь одну и ту же последовательность. Скорее всего, отличие может быть несущественным. Вероятно, что это отличие может касаться продолжительности отдельных периодов адаптации, поскольку интенсивность аэробного метабо-

лизма определяется температурой тела животных, а температура тел плодов и рыб в естественных условиях отличается друг от друга более чем на 10°C [2-5, 14-17].

Цель исследования – определение общей динамики двигательной активности здоровых плодов в утробе беременных женщин и взрослых здоровых рыб в воде при внезапной гипоксии.

Материалы и методы исследования

Проведены клинические наблюдения с помощью УЗИ за двигательной активностью плодов во второй половине беременности у 200 беременных женщин при добровольной задержке ими дыхания во время плановых посещений ими в скрининговые сроки женских консультаций при родильных домах города Ижевска в 2009 – 2013 годы. Ультразвуковое исследование беременных женщин и плодов было проведено с использованием приборов экспертного класса ALOKA SSD – ALPHA 10 и Medison SonoAce-600-C и стандартных датчиков конвексного типа с частотой 3 – 7 МГц по опубликованной ранее методике [1].

В условиях научной лаборатории с температурой воздуха +24 – +25° С проведены эксперименты на 100 взрослых здоровых рыбках породы гуппи обоего пола

массой 300 – 320 мг. Моделирование острой гипоксии у рыбок достигалось путем помещения каждой из них в пресную воду при температуре +25°C, находящуюся внутри отдельной пластиковой прозрачной герметичной емкости объемом 5 мл (в этой роли использовались пластиковые инъекционные шприцы). В процессе гипоксии был проведен мониторинг двигательной активности рыб на глаз и с помощью кино съемки в видимом диапазоне спектра излучения.

Статистическая обработка результатов проведена с помощью программы BIOSTAT по общепринятой методике [1].

Результаты исследования

Полученные нами результаты подтвердили правильность предположения о том, что в условиях острой гипоксии двигательная активность здоровых плодов в околоплодных водах у беременных женщин и взрослых здоровых рыб в обычной воде изменяется однотипно и с одинаковой последовательностью.

Установлено, что после помещения рыбок в емкости с пресной водой и после герметизации этих емкостей у рыбок практически тут же происходит снижение двигательной активности. Их тело становится неподвижным в воде, у рыбок уменьшается в несколько раз частота и диапазон колебательных движений боковых плавников, хвоста и тела. Определено, что в условиях углубляющейся гипоксии рыбки остаются мало подвижными на протяжении $24,3 \pm 0,6$ ($P \leq 0,05$, $n = 100$) минут, после чего внезапно происходит усиление их двигательной активности. Первыми симптомами усиления двигательной активности рыб является открытие рта во всю его ширину, усиление и учащение вентиляционных движений ротовой полости и жаберных дуг, а также ускорение пропускания воды через открытый рот и жабры. Вслед за этим очень скоро появляются усиленные колебательные движения боковых плавников, хвоста и всего тела. При этом рыбы судорожно мечутся по емкости, «пытаются найти выход» из нее и периодически испражняются.

Важно указать на то, что высокая двигательная активность длится у рыб около минуты, но этот период не является непрерывным. Показано, что он 2 – 3 раза периодически прерывается кратковременными (длительностью 5 – 10 секунд) неподвижными состояниями рыб. При этом как во время судорожных подергиваний, так и в перерывах между ними рыбы выглядят обеспокоенными, их рот остается широко открытым, а процесс протекания воды через рот и жабры остается активным и учащенным.

Следовательно, при исчерпании у рыб резервов адаптации к гипоксии через 20 – 25 минут после прекращения поступления

воздуха в воду, в которой находятся рыбки, у них активизируется двигательная активность, динамика которой напоминает собой 2-3 периода беспорядочных подергиваний, напоминающих собой судорожные подергивания, продолжительностью по 5 – 10 секунд каждый период, чередующихся периодами мышечного покоя длительностью также по 5 – 10 секунд каждый период. При этом рыбы периодически испражняются. Поскольку рыбки сохраняют высокую двигательную активность и создают вихреобразные потоки воды, каловые массы измельчаются и значительная часть их постепенно превращается во взвешенную в воде суспензию. Поэтому по мере удлинения периода гипоксии вода становится все более мутной от их испражнений.

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что общая продолжительность череды прерывающихся судорожных подергиваний рыб при их острой гипоксии в воде длится $65,0 \pm 0,9$ ($P \leq 0,05$, $n = 100$) секунд. Затем двигательная активность у рыб внезапно снижается до нуля, и период высокой двигательной активности у рыб окончательно заканчивается. Правда, при этом рыбы продолжают пропускать воду через полуоткрытый рот и жабры.

В таком состоянии рыбы сначала тонут (опускаются на дно емкости), оказавшись на дне, они быстро переворачиваются животом вверх и всплывают на самый верх емкости. После этого рыбы окончательно остаются в неподвижном положении. Однако надо указать на то, что, находясь в положении вверх животом, рыбы сохраняют ротовую полость широко открытой и продолжают прогонять воду через рот и жабры, но делают это в несколько раз реже и менее интенсивно, чем до этого.

Важно подчеркнуть, что после всплытия вверх и принятия положения вверх животом рыбы сохраняют редкие дыхательные движения рта и жаберных дуг, то есть остаются живыми еще около 1 минуты, и только после этого погибают.

Таким образом, взрослые здоровые аквариумные рыбки породы гуппи реагируют на острую гипоксию изменением своей двигательной активности в следующей последовательности: в начальный период гипоксии рыбки как будто бы замирают и принимают мало подвижное состояние, в котором находятся столько времени, сколько позволяют им имеющиеся резервы адаптации к гипоксии, затем в начале исчерпания резервов адаптации к гипоксии рыбки возбуждаются, широко открывают рот, активно и часто прогоняют жабрами воду через рот и жаберные дуги, усиливают до макси-

мальных значений колебательные движения боковых плавников, хвоста и тела, мечутся в воде в беспорядочных подергиваниях всего своего тела, продолжающихся по 5 – 10 секунд и прерывающихся 2 – 3 раза периодами покоя также длительностью по 5 – 10 секунд, периодически испражняются, а после полного исчерпания всех резервов адаптации к гипоксии успокаиваются и как бы засыпают, тонут в воде, опускаясь на дно емкости, тут же переворачиваются кверху брюхом и всплывают в верхние слои воды, где остаются в неподвижном и бессознательном состоянии еще какое-то время, совершая при этом все более и более редкие и слабые дыхательные движения жабрами вплоть до окончательного их прекращения.

Параллельно с этим нами изучено поведение здоровых плодов в утробе матери при добровольной задержке ею дыхания. При этом мы исходили из того, что при задержке дыхания беременными женщинами в их организме развивается гипоксия, которая распространяется и на их плод [1,18,19]. Установлено, что внутриутробная гипоксия плода проявляется характерными изменениями их двигательной активности, динамика которых оказалась аналогичной динамике двигательной активности рыб при их острой гипоксии в воде [20].

В частности, оказалось, что сразу после задержки дыхания беременными женщинами их плоды тут же замирают, практически полностью перестают шевелиться и принимают абсолютно неподвижное положение. В этом неподвижном состоянии плоды находятся в норме более 20 – 25 секунд вплоть до начала исчерпания у них резервов адаптации к гипоксии, после чего у них развиваются непрерывные и беспорядочные судорожные подергивания всем туловищем. Однако за секунду раньше появляются внезапные «дыхательные» движения ребер у грудной клетки. Следует подчеркнуть то, что при этом ротовая полость у плодов остается закрытой.

Однако при более длительном сохранении внутриутробной гипоксии при задержке дыхания у беременной женщины и/или при фетоплацентарной недостаточности происходят следующие изменения двигательной активности плода: продолжают периодически активные дыхательные движения ребер, судорожные подергивания конечностями и всем телом, разгибаются руки, разжимаются кулаки, практически полностью выпрямляются пальцы рук, открывается анальное отверстие и выделяются испражнения, мекониальные массы оказываются в околоплодной воде, дробятся на мелкие части из-за разрушающего дей-

ствия, оказываемого на них механическими ударами частями тела плода и гидродинамическими ударами потоков околоплодной воды, вследствие чрезмерно активных беспорядочных судорожных подергиваний всех частей тела плода, затем при углублении и удлинении гипоксии плод открывает рот и захлебывается околоплодной водой [1,21,22].

Таким образом, при острой гипоксии взрослые рыбки и плоды беременных женщин ведут себя практически одинаково: первоначально прекращают свою двигательную активность и находятся практически в неподвижном состоянии вплоть до исчерпания своих резервов адаптации к дефициту кислорода, затем начинают совершать активные дыхательные движения грудной клеткой (плоды) или ртом и жабрами (рыбки), судорожно подергиваться всем своим телом, а также конечностями (плоды) или плавниками и хвостом (рыбки), испражнять каловые массы и захлебываться (плоды) или пропускать сквозь полость рта и жаберных дуг (рыбы) «грязную» воду.

Следовательно, неподвижное состояние живых плодов и рыб при острой гипоксии может служить диагностическим симптомом их благополучия и достаточности у них резервов адаптации к дефициту кислорода. С другой стороны, появление активных дыхательных движений ребер и грудной клетки (плоды) или жаберных дуг и рта (рыбки) в сочетании с беспорядочными судорожными подергиваниями всего тела, может служить диагностическим симптомом начала исчерпания резервов адаптации к гипоксии. В свою очередь, появление каловых масс в воде может служить диагностическим симптомом финальной стадии гипоксии, начала гипоксических повреждений клеток коры головного мозга, инфицирования дыхательных путей каловыми массами и клинической смерти.

Список литературы

1. Радзинский В.Е., Ураков А.Л., Уракова Н.А., Гаускнехт М.Ю. Оценка устойчивости плода к внутриутробной гипоксии в период задержки дыхания беременной женщиной // Репродуктивное здоровье. Восточная Европа. – 2012. – № 1. – С. 119 – 127.
2. Ураков А.Л. Холод в защиту сердца // Наука в СССР. – 1987. – № 2. – С. 63 – 65.
3. Ураков А.Л. Холод в защиту сердца // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 11. – С. 32 – 36.
4. Ураков А.Л. Рецепт на температуру. – Ижевск: Удмуртия. 1988. – 80 с.
5. Ураков А.Л. Рецепт на температуру // Наука и жизнь. – 1989. – № 9. – С. 38 – 42.
6. Ураков А.Л. Как действуют лекарства внутри нас. (Самоучитель по фармакологии). – Ижевск: Удмуртия. 1993. – 432 с.

7. Ураков А.Л. Основы клинической фармакологии. – Ижевск: Ижевский полиграфкомбинат. 1997. – 164 с.
8. Ураков А.Л., Коровяков А.П., Корепанова М.В., Кравчук А.П., Уракова Н.А. Постмортальная клинико-фармакологическая оценка влияния инфузионно введенных в стационаре растворов лекарственных средств на процесс прижизненного развития гипотили гиперосмотической комы // Проблемы экспертизы в медицине. – 2001. – № 2. – С. 22 – 24.
9. Ураков А.Л., Стрелкова Т.Н., Корепанова М.В., Уракова Н.А. Возможная роль качества лекарств в клинико-фармацевтической оценке степени безопасности инфузионной терапии // Нижегородский медицинский журнал. – 2004. – № 1. – С. 42 – 44.
10. Чернова Л.В. Антигипоксанты: миф или реальность? // Электронный научно-образовательный вестник Здоровье и образование в XXI веке. – 2013. – Т. 15. – № 6. – С. 20-23.
11. Ураков А.Л., Стрелков Н.С., Липанов А.М., Гаврилова Т.В., Дементьев В.Б., Уракова Н.А., Решетников А.П. Бином Ньютона как «формула» развития медицинской фармакологии. – Ижевск: Изд-во Института прикладной механики Уральского отделения РАН, 2007. – 192 с.
12. Ураков А.Л. Дыхательная маска для внутриутробного плода (внутриматочный акваланг) и способ обеспечения газообмена в организме плода за счет искусственного дыхания (вентиляции его легких дыхательным газом) внутри матки // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 10. – С. 58 – 62.
13. Urakov A. Intrauterine lungs ventilation of human fetus as saving his life during hypoxia myth or reality ? // Journal of Perinatal Medicine. – 2013. – V. 41. – P. 476.
14. Kasatkin A.A., Urakov A.L., Urakova N.A. How to improve the indicators of the health of the newborns for epidural analgesia in pregnant woman in labour ? // Acta Anaesthesiologica Scandinavica. – 2013. – V. 57. Suppl. S 120. – P. 16.
15. Urakov A., Urakova N., Demytyev V. Infrared thermography as a means to quantify the effects of intrauterine fetal hypoxia // Resuscitation. – 2013. – V. 84S. – P. S73 – S74.
16. Urakov A.L., Urakova N.A., Kasatkin A.A. Dynamics of temperature and color in the infrared image fingertips hand as indicator of the life and death of a person. Lecture notes of the ICB seminar “Advances of infra-red thermal imaging in medicine” (Warsaw, 30 June – 3 July 2013). Edited by A.Nowakowski, J.Mercer. Warsaw. 2013. – P. 99 – 101.
17. Urakova N.A. Decrease of the temperature of the head of the fetus during birth as a symptom of hypoxia // Thermology International. – 2013. – V. 23. – № 2. – P. 74 – 75.
18. Urakova N., Urakov A., Gausknekht M. Russian innovative ultrasonic method of assessing the sustainability of the fetus to hypoxia as the opportunity of forecasting of asphyxia, perinatal outcomes and the choice of the method and term of delivery // J. Perinat. Med. – 2013. – V. 41. – P. 183.
19. Urakova N., Urakov A., Gausknekht M. The prediction of the future for your child? It is possible! The methodology of the functional test of the stability of the fetus to hypoxia // J. Perinat. Med. – 2013. – V. 41. – P. 247.
20. Ураков А.Л., Уракова Н.А. Устойчивость плода к гипоксии и родам // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2012. – Т. 4. – С.221 – 223.
21. Уракова Н.А., Ураков А.Л., Гаускнехт М.Ю. Инновационные возможности оценки устойчивости плода к гипоксии // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 1. – URL: www.science-education.ru/101-5328. (дата обращения: 05.02.2012).
22. Уракова Н.А., Ураков А.Л., Гаускнехт М.Ю. Прогностическая ценность функционального теста на устойчивость плода к внутриутробной гипоксии // Акушерство и гинекология. (Спецвыпуск). – 2012. – С. 27 – 31.