

ИЗМЕНЧИВОСТЬ БРЮШНЫХ ЛЕВЫХ И ПРАВЫХ МИКРО - И МАКРОМЕРОВ ЗАРОДЫШЕЙ ГРЕБЕНЧАТОГО ТРИТОНА TRITURUS CRISTATUS LAUR В ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ МАГНИТНЫХ УСЛОВИЯХ

Гассиева Валентина Васильевна
Соискатель
каф. зоологии СОГУ
им. К.Л.Хетагурова

THE VARIABILITY OF THE ABDOMINAL LEFT AND RIGHT MICRO - AND MACROMERE OF TRITURUS CRISTATUS LAUR EMBRYO IN NATURAL AND ARTIFICIAL MAGNETIC CONDITIONS

V. Gassieva

Annotation

For two hundred years of magnetobiological research, an extensive material on the effects of magnetic fields of different nature on live systems was stored up. Of great interest is the influence of magnetic fields on cell division in embryonic development. Morphological research including the study of the early development are fundamental because the basis of the variability of future tissues of organs, organ systems and finally biodiversity of mature organisms on the whole lays in the basis of the variability of the morphology of embryo blastomeres. The article deals with the effect of different magnetic fields on the early embryogenesis of Triturus Cristatus Laur. Considered the vertical sizes of left and right abdominal micromeres and left and right spinal macromeres in natural geomagnetic field and in artificially created magnetic conditions (hypomagnetic field, vertical constant magnetic field) have been considered. The first division of blastomeres and their morphometry on the stage of the third division of fragmentation of caudate amphibians have not been studied enough in comparison with tailless amphibians. Modern studies of amphibians' cell - division morphology are an extension of classical studies and are aimed not only on identifying blastomeres symmetrical relations, but also at study of individual blastomeres descendants' fate. Their morphological variability has been examined in artificially modified magnetic conditions compared with the magnetic field of the Earth. The influence of the magnetic environment on the early embryo development of caudate amphibians, in addition to fundamental importance, indicate that the magnetic environment and its variability are effective environmental factor.

Keywords: The degree of variability, blastomere, the left and right abdominal micromere, the left and right abdominal macromere, triturus cristatus laur, biodiversity, geomagnetic, hypomagnetic and rotation of the embryos in vertical constant magnetic field.

Аннотация

За двести лет магнитобиологических исследований накопился обширный материал по влиянию магнитных полей различной природы на живые системы. Особый интерес представляет воздействие магнитных полей на деление клеток в эмбриональном развитии. Исследования морфологии и морфогенеза раннего развития являются фундаментальными, потому что составляющей изменчивости будущих тканей, органов, систем органов, и наконец, биоразнообразия зрелых организмов в целом является изменчивость морфологии blastomeres зародышей. Классические исследования процесса дробления земноводных продолжены в современных опытах направлены на выявление симметричных отношений blastomeres и выяснение судьбы потомков отдельных blastomeres. С целью изучения морфологической изменчивости последних исследования проводились в искусственно измененных магнитных условиях по сравнению с геомагнитным полем Земли. Первые деления blastomeres и их морфометрия на стадии третьего деления дробления у хвостатых амфибий по сравнению с бесхвостыми изучены недостаточно, поэтому в данной работе исследовано влияние различных магнитных полей на ранний эмбриогенез гребенчатого тритона. Рассмотрены вертикальные размеры брюшных левых и правых микро - и макромеров в естественной геомагнитной среде и в искусственных магнитных условиях (в гипомангнитном поле, при вращении эмбрионов в постоянном магнитном поле).

Ключевые слова:

Степень вариации, blastomere, брюшные левый и правый микромеры, брюшные левый и правый макромеры, биоразнообразие, гребенчатый тритон, геомагнитный, гипомангнитный, вращение эмбрионов в вертикальном постоянном магнитном поле.

Введение

Изучение изменчивости вертикальных размеров ранних blastomeres дает представление об их морфофункциональной изменчивости.

Изменчивость митотического веретена является причиной изменчивости структуры цитоплазмы и приводит к асимметричному делению клеток и, в конечном счете, к образованию разноразмерных и функционально различных дочерних blastomeres [Б.Албертс и др., 1987].

Цель работы состояла в исследовании биоразнообразия хвостатых амфибий на ранних стадиях эмбрионального развития в естественных геомагнитных и искусственно измененных магнитных условиях. В качестве объектов исследования были выбраны эмбрионы гребенчатого тритона, развивавшиеся в естественном, гипогеомагнитном и при вращении эмбрионов в постоянном магнитном полях. В рамках поставленной цели решались следующие задачи:

1. исследовать изменчивость морфологических признаков восьмиклеточных зародышей гребенчатого тритона в естественных и искусственно измененных магнитных условиях;

2. дать оценку влияния искусственно полученных магнитных полей как одного из экологических факторов на степень устойчивости естественного биоразнообразия у эмбрионов гребенчатого тритона.

Материал и методы исследования

Весь исследованный эмбриологический материал был получен в лаборатории. Для этого отловленная в природных водоемах в период сезона размножения пара тритонов (самка с самцом) содержалась в трехлитровой банке в отстоявшейся водопроводной воде, где они возобновили икротетание, прерванное по причине отлова и транспортировки их в лабораторию. Икринки откладывались на дно сосуда. Оттуда их на стадии зиготы перенесли в четыре чашки Петри с отстоявшейся водопроводной водой. Три чашки поместили в искусственно измененные геомагнитные условия, а одну оставили в качестве контроля в магнитных условиях Земли. В этих условиях зародыши развивались до третьей борозды дробления включительно. После чего они фиксировались в 10% растворе формалина в течение 7 – 10 суток. По истечении этого срока эмбрионы подвергались морфометрии под микроскопом МБС – 9. Всего было исследовано 102 зародыша гребенчатого тритона.

Изменения магнитных условий в опытах достигла следующим образом:

1. Гипомагнитные условия (гипомагнитное поле, ГпМП или ослабленное геомагнитное поле) созданы в деревянном контейнере, обложенном со всех сторон по-

лосками из низкоуглеродистой электротехнической стали марки (М – 350) толщиной 0,35 см. Размеры контейнера 20,5 × 17 × 9 см. Снаружи контейнер покрыт оболочкой из листовой меди, предназначенной для экранирования от электромагнитных полей.

2. чашка Петри с икринками ставилась на вращающуюся в горизонтальной плоскости платформу с частотой вращения 12 оборотов в минуту, где развивавшиеся зародыши оказывались в условиях постоянного магнитного поля, благодаря расположению постоянных магнитов относительно друг друга вертикально на расстоянии 9 см – это вращение в вертикальном постоянном магнитном поле (в – е. в ПМП).

После фиксации в 10% растворе формалина зародыши подвергались морфометрии, а полученные данные обрабатывались с помощью статистической программы "Stadia".

Результаты исследований и их обсуждение

Вертикальные размеры брюшных левых микромеров у зародышей гребенчатого тритона, вращавшихся в вертикальном постоянном магнитном поле изменчивы в средней степени ($C_v=13\%$). Распределение частот значений рассматриваемого признака отличается от статистически нормального. В соответствии с критериями сдвига положения выборок Вилкоксона ($W=885$, $P<0,001$) и Ван-дер-Вардена ($X=-12,77$, $P<0,001$) установлены достоверные различия в распределении медиан брюшных левых микромеров, вращавшихся в вертикальном постоянном магнитном поле в сравнении с таковыми у зародышей из геомагнитной среды. Дисперсионный анализ по критерию Ансари – Бредли ($Z_a=510$, $P<0,05$) показал наличие достоверных различий, но нет различий по критерию Клотца между опытными и контрольными зародышами. Также установлены достоверные различия в распределении высот брюшных левых микромеров у эмбрионов, вращавшихся в вертикальном постоянном магнитном поле в сравнении с зародышами из геомагнитной среды в соответствии с интегральным критерием Колмогорова – Смирнова ($K.-C.=0,7059$, $P<0,001$) (таблица 1).

Таблица 1.

Сравниваемые пары blastомеров	Критерий Фишера	Критерий Стьюдента	Критерий Сдвига (положения)		Критерий масштаба (рассеяния)		Интегральный критерий Колмогорова - Смирнова
			Критерий Вилкоксона	Критерий Ван - дер - Вардена	Критерий Ансари- Бредли	Критерий Клотца	
Брюшные левые микромеры			$W=885$ $P<0,001$	$X=-12,77$ $P<0,001$	$Z_a=510$ $P<0,05$	$K=32,86$ $P>0,05$	$K.-C.=0,7059$ $P<0,001$
Брюшные правые микромеры			$W=895$ $P<0,001$	$X=-12,37$ $P<0,001$	$Z_a=515$ $P<0,05$	$K=32,41$ $P>0,05$	$K.-C.=0,7059$ $P<0,001$
Брюшные левые макромеры			$W=1091$ $P>0,05$	$X=-5,174$ $P>0,05$	$Z_a=477,5$ $P<0,01$	$K=34,9$ $P>0,05$	$K.-C.=0,4412$ $P<0,01$
Брюшные правые макромеры			$W=1082$ $P>0,05$	$X=-5,637$ $P>0,05$	$Z_a=486,5$ $P<0,01$	$K=34,18$ $P>0,05$	$K.-C.=0,4412$ $P<0,01$

Таблица 2.

Сравниваемые пары бластомеров	Критерий Фишера	Критерий Стьюдента	Критерий Сдвига (положения)		Критерий масштаба (рассеяния)		Интегральный критерий Колмогорова - Смирнова
			Критерий Вилкоксона	Критерий Ван - дер - Вардена	Критерий Ансари- Бредли	Критерий Клотца	
Брюшные левые микромеры			W=652,5 P>0,05	X=2,378 P>0,05	Za=322,5 P>0,05	K=15,77 P>0,05	K.-C.= 0,6 P<0,001
Брюшные правые микромеры			W=662,5 P>0,05	X=2,944 P>0,05	Za=327,5 P>0,05	K=15,54 P<0,05	K.-C.=0,6 P<0,001
Брюшные левые макромеры	F=2,672 P<0,01	T=1,438 P>0,05					
Брюшные правые макромеры	F=2,693 P<0,01	T=1,6 P>0,05					

Размеры высот этих же бластомеров переменны в средней степени в гипомангнитной среде (Cv=14,58%). Распределение частот значений брюшных левых микромеров отличается от статистически нормального. Достоверных различий в соответствии с критериями Вилкоксона и Ван-дер-Вардена, а также Ансари - Бредли и Клотца в распределении медиан и в широте варьирования брюшных левых микромеров у зародышей из гипомангнитного поля и эмбрионов из геомагнитной среды не установлено. В соответствии с интегральным критерием Колмогорова - Смирнова (K. - C.=0,6, P<0,01) установлены достоверные различия в распределении частот высот брюшных левых микромеров у эмбрионов из гипомангнитной среды в сравнении с таковыми у контрольных зародышей (таблица 2).

Размеры высот брюшных правых микромеров у зародышей гребенчатого тритона, выращенных в вертикальном постоянном магнитном поле переменны в средней степени (Cv=13,55%). Распределение частот значений рассматриваемого признака отличается от статистически нормального. Установлены достоверные различия в соответствии с критериями сдвига положения выборок Вилкоксона (W=895, P<0,001) и Ван-дер-Вардена (X= 12,37, P<0,001) в распределении медиан брюшных правых микромеров у опытных и контрольных эмбрионов. Дисперсионный анализ по критерию Ансари - Бредли (Za=515, P<0,05) показал наличие достоверных различий, но нет различий по критерию Клотца в широте варьирования брюшных правых микромеров у эмбрионов, выращенных в вертикальном постоянном магнитном поле в сравнении с таковыми у контрольных зародышей. В этих условиях в соответствии с интегральным критерием Колмогорова - Смирнова (K. - C.= 0,7059, P<0,001) установлены достоверные различия в распределении частот высот брюшных правых микромеров у эмбрионов из вертикального постоянного магнитного поля в сравнении с зародышами из геомагнитной среды (таблица 1).

Статистические сравнения вертикальных размеров бластомеров зародышей гребенчатого тритона, развивавшихся в норме и гипермагнитных условиях (опыт 3). РЮО, г. Цхинвал, 2010.

Размеры этих же бластомеров переменны в средней степени в гипомангнитном поле (Cv=14,65%). Распределение частот значений брюшных правых микромеров отличается от статистически нормального. В соответствии с критериями Вилкоксона и Ван-дер-Вардена, а также Ансари - Бредли и Клотца достоверных различий в распределении медиан и в широте варьирования брюшных правых микромеров у зародышей из гипомангнитного поля и эмбрионов из геомагнитной среды не установлено. В соответствии с интегральным критерием Колмогорова - Смирнова (K. - C.=0,6, P< 0,01) установлены достоверные различия в распределении частот высот брюшных правых микромеров у эмбрионов из гипомангнитной среды в сравнении с таковыми у контрольных зародышей (таблица 2).

Статистические сравнения вертикальных размеров бластомеров зародышей гребенчатого тритона, развивавшихся в норме и гипомангнитных условиях (опыт 4). РЮО, г. Цхинвал, 2010.

В слабой степени (Cv=7,42%) изменчивы вертикальные размеры брюшных левых макромеров у зародышей гребенчатого тритона, выращенных в вертикальном постоянном магнитном поле. Распределение частот значений рассматриваемого признака отличается от статистически нормального. Сравнительный анализ распределений центральных тенденции (медиан) брюшных левых макромеров по критериям Вилкоксона и Ван-дер-Вардена показал отсутствие достоверных различий между контрольными и опытными зародышами. Установлены достоверные различия в соответствии с критерием Ансари - Бредли (Za=477,5, P<0,01), но нет различий по

критерию Клотца в широте варьирования брюшных левых макромеров у зародышей из данных условий с эмбрионами их геомагнитной среды. В соответствии с интегральным критерием Колмогорова – Смирнова [$K - S = 0,4412$, $P < 0,01$] установлены достоверные различия в распределении частот брюшных левых макромеров у вращавшихся в вертикальном постоянном магнитном поле эмбрионов в сравнении с контрольными зародышами (таблица 1).

В гипомангнитном поле размеры высот этих же blastomeres вариабельны в слабой степени ($Cv = 5,67\%$). Распределение частот значений брюшных левых макромеров соответствует статистически нормальному. Установлены достоверные различия между значениями выборок дисперсий брюшных левых макромеров у зародышей из гипомангнитного и геомагнитного условий в соответствии с критерием Фишера ($t = 2,672$, $P < 0,01$). Достоверных различий в соответствии с критерием Стьюдента между средними арифметическими величинами брюшных левых макромеров у эмбрионов из гипомангнитного поля в сравнении с контрольными зародышами не установлено (таблица 2).

Вертикальные размеры брюшных правых макромеров у зародышей, вращавшихся в вертикальном постоянном магнитном поле также изменчивы в слабой степени ($Cv = 7,56\%$). Распределение частот значений рассматриваемого признака отличается от статистически нормального. Достоверных различий в соответствии с критериями различия сдвига положения выборок Вилкоксона и Вандер-Вардена в распределении медиан брюшных правых макромеров у контрольных и опытных зародышей не обнаружено. Установлены достоверные различия в соответствии с критерием Ансари – Бредли [$Za = 486,5$, $P < 0,01$], но нет различий по критерию Клотца в широте варьирования брюшных правых макромеров у зародышей, вращавшихся в вертикальном постоянном магнитном поле и эмбрионов из геомагнитной среды. В соответствии с интегральным критерием Колмогорова – Смирнова [$K - S = 0,4412$, $P < 0,01$] установлены достоверные

различия в распределении частот вертикальных размеров брюшных правых макромеров у эмбрионов, вращавшихся в вертикальном постоянном магнитном поле в сравнении с контрольными зародышами (таблица 1).

Размеры высот брюшных правых макромеров в гипомангнитном поле также изменчивы в слабой степени ($Cv = 5,63\%$). Распределение частот значений брюшных правых макромеров соответствует статистически нормальному. Дисперсионный анализ по критерию Фишера ($t = 2,693$, $P < 0,01$) показал наличие достоверных различий между контрольными и опытными зародышами. В соответствии с критерием Стьюдента достоверных различий между средними величинами брюшных правых макромеров у эмбрионов из гипомангнитной среды в сравнении с контрольными зародышами не установлено (таблица 2).

Заключение

Таким образом: влияние вертикального постоянного магнитного поля на развитие зародышей гребенчатого тритона стабилизирует вертикальные размеры спинных левых микромеров. Остальные blastomeres разноразмерны и функционально различны (Албертс Б., и др., 1987).

Из сказанного следует, что искусственные магнитные условия усиливают изменчивость процесса дробления зародышей гребенчатого тритона путем дестабилизации вертикальных размеров спинных и брюшных левых и правых микромеров в геомагнитном, гипомангнитном, горизонтальном гипермагнитном полях. Изменчивость и абсолютные размеры дочерних микромеров и макромеров взаимосвязаны, причем изменчивость их одинаковая, а относительные размеры могут быть разными. То есть изменчивость дробления является механизмом создания и сохранения внутрисибсового и внутривидового биологического разнообразия (разнокачественности особей), большая часть которой регулируется на следующих стадиях онтогенеза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Албертс Б., Брей Д., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уотсон Дж. Молекулярная биология клетки. Изд-во "Мир", 1987. том 3, стр.296.
2. Калабеков А.Л., Доева А.Н. Регуляторы механизма межклеточных взаимодействий. Владикавказ "Ир", 1993.
3. Кулаичев А.П. Методы и средства анализа данных в среде Windows Stadia. М., Информатика и компьютеры, 2002, 341с.
4. Лакин Г.Ф. Биометрия. М., Высшая школа, 1990, 352 с.