

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

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

## THE VARIABILITY OF THE SPINAL LEFT AND RIGHT MICRO- AND MACROMERE OF TRITURUS CRISTATUS LAUR EMBRYO IN NATIONAL AND ARTIFICIAL MAGNETIC CONDITIONS

V. Gassieva

### Annotation

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 spinal 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. Despite two hundred year history of magnetobiological research, this field of knowledge in its development does not correspond to the theoretical and practical significance of the issue. This is probably explained by the fact that, despite extensive material about effects of magnetic fields of different nature on live systems, primary mechanisms of their action are not investigated. Of great interest is the influence of magnetic fields on cell division in embryonic development. Morphological research, including the study of morphogenesis of early development, are fundamental, because the variability of the morphology of embryo blastomeres lays in the basis of the variability of future tissues, organs, organ systems, and finally, biodiversity of mature organisms. 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 spinal micromere, the left and right spinal macromere, triturus cristatus laur, biodiversity, geomagnetic, hypomagnetic and rotation of the embryos in vertical constant magnetic field.

### Аннотация

Классические исследования процесса дробления земноводных имеет продолжение в современной науке. Современные опыты 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.

Хотя магнитобиологическим исследованиям около двухсот лет, по своему развитию эта область знания отстает от теоретической и практической значимости вопроса. Причиной этому, вопреки обширному материалу о влиянии магнитных полей различной природы на живые системы, является то, что недостаточно исследованы первичные механизмы их действия. Большой научный интерес представляет воздействие магнитных полей на деление клеток в эмбриональном развитии. Морфологические исследования, в том числе исследования морфогенеза раннего развития, являются фундаментальными для науки, потому что изменчивость морфологии blastomeres зародышей лежит в основе изменчивости будущих тканей, организмов, систем органов и био-разнообразия зрелых организмов.

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 спинных 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, спинные левый и правый микромеры, спинные левый и правый макромеры, биоразнообразие, гребенчатый тритон, геомагнитный, гипомангнитный, вращение эмбрионов в вертикальном постоянном магнитном поле.

## ВВЕДЕНИЕ

Изучение изменчивости морфологии ранних blasto-

меров, в частности их высоты, дает представление об их морфофункциональной изменчивости.

На основании изменчивости вертикальных размеров blastomerov, можно судить о том, что изменчивость структуры цитоплазмы приводит к асимметричному делению клеток, являющуюся причиной того, дочерние blastomerov могут оказаться разными по морфологии: разноразмерными и функционально различными [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, гипомагнитном 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 икрометание, 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 полосоками 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 спинных левых микромеров у эмбрионов гребенчатого тритона, вращавшихся в вертикальном постоянном магнитном поле изменчивы в слабой степени ( $C_v=10,57\%$ ). Распределение частот значений рассматриваемого признака отличается от статистически нормального. В этих условиях, в соответствии с критериями сдвига положения выборок Вилкоксона ( $W=937,5$ ,  $P<0,001$ ) и Ван – дер – Вардена ( $X=-11,95$ ,  $P<0,01$ ) установлены достоверные различия в распределении медиан спинных левых микромеров с контрольными эмбрионами. В то же время, достоверных различий по критериям Ансари – Бредли и Клотца в широте варьирования спинных левых микромеров у эмбрионов, вращавшихся в вертикальном постоянном магнитном поле и зародышей из геомагнитной среды не обнаружено. В соответствии с интегральным критерием Колмогорова – Смирнова ( $K - S=0,6176$ ,  $P<0,001$ ) установлены достоверные различия в распределении частот высот спинных левых микромеров у эмбрионов, вращавшихся в вертикальном постоянном магнитном поле с контрольными зародышами (табл. 1).

В гипомагнитном поле данные blastomerov вариabельны в средней степени ( $C_v=13,83\%$ ). Распределение частот значений спинных левых микромера соответствует статистически нормальному. В соответствии с критериями Фишера и Стьюдента достоверных различия между значениями выборочных дисперсий и средних арифметических величин спинных левых микромеров у зародышей из гипомагнитного и геомагнитного условий не установлено (табл. 2).

Размеры высот спинных правых микромеров варьируют в средней степени у вращавшихся в вертикальном постоянном магнитном поле зародышей ( $C_v=11,75\%$ ).

Распределение частот значений рассматриваемого признака отличается от статистически нормального. Установлены достоверные различия между контрольными и опытными зародышами в распределении медиан спинных правых микромеров по критериям сдвига положения Вилкоксона ( $W=940$ ,  $P<0,01$ ) и Ван – дер – Вардена ( $X=-11,74$ ,  $P<0,01$ ). Достоверных различий в масштабе варьирования спинных правых микромеров в соответствии

с критериями Ансари – Бредли и Клотца у эмбрионов, вращавшихся в вертикальном постоянном магнитном поле и контрольных зародышей не обнаружено. В соответствии с интегральным критерием Колмогорова–Смирнова [K. - C.=0,6176, P<0,001] установлены достоверные различия в распределении высот спинных правых микромеров у эмбрионов в указанном магнитном поле и зародышей из геомагнитной среды (табл. 1).

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

В гипомагнитном поле размеры этих blastomeres изменчивы в средней степени (Cv=14,58%). Распределение частот значений спинных правых микромеров соответствует статистически нормальному. В соответствии с критериями Фишера и Стьюдента достоверных различий между значениями выборочных дисперсий и средних арифметических величин спинных правых микромеров у зародышей из гипомагнитного и геомагнитного условий не установлено (табл. 2).

Статистические сравнения вертикальных размеров blastomeres зародышей гребенчатого тритона, разви-

вавшихся в норме и гипомагнитных условиях (опыт 4). РЮО, г. Цхинвал, 2010.

У эмбрионов, вращавшихся в вертикальном постоянном магнитном поле размеры спинных левых макромеров варьируют в слабой степени (Cv= 7,48%). Распределение частот значений рассматриваемого признака 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 спинных левых макромеров у зародышей, вращавшихся в вертикальном постоянном магнитном поле и зародышей из геомагнитного поля не установлено. Установлены достоверные различия в распределении частот вертикальных размеров спинных левых макромеров у эмбрионов, вращавшихся в вертикальном постоянном магнитном поле с зародышами из геомагнитной среды в соответствии с интегральным критерием Колмогорова – Смирнова [K. - C.=0,5, P<0,001] (таблица 1).

Размеры высот этих же blastomeres в гипомагнитном поле изменчивы в слабой степени (Cv=6,43%). Распределение частот значений рассматриваемого признака отличается от статистически нормального. Установлены

Таблица 1.

Сравниваемые пары blastomeres	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	
Спинные левые микромеры			W=937,5 P<0,001	X= - 11,95 P<0,01	Za=541,5 P>0,05	K=27,9 P>0,05	K.-C.= 0,6176 P<0,001
Спинные правые микромеры			W=940 P<0,01	X= - 11,74 P<0,01	Za=555 P>0,05	K=27,67 P>0,05	K.-C.= 0,6176 P<0,001
Спинные левые макромеры			W=1063 P>0,05	X= - 5,951 P>0,05	Za=546,5 P>0,05	K=33,57 P>0,05	K.-C.=0,5 P<0,001
Спинные правые макромеры			W=1048 P>0,05	X= - 6,7 P<0,05	Za=553 P>0,05	K=32,26 P>0,05	K.-C.= 0,5 P<0,001

Таблица 2.

Сравниваемые пары blastomeres	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	
Спинные левые микромеры	F=0,8446 P>0,05	T=1,67 P>0,05					
Спинные правые микромеры	F=0,7531 P>0,05	T=1,64 P>0,05					
Спинные левые макромеры			W=543,5 P<0,05	X= - 6,084 P<0,05	Za=327,5 P>0,05	K=18,89 P>0,05	K.-C.= 0,52 P<0,01
Спинные правые макромеры			W=537,5 P<0,05	X= - 6,47 P<0,05	Za=333,5 P>0,05	K=18,37 P>0,05	K.-C.= 0,52 P<0,01

достоверные различия в соответствии с критериями сдвига положения выборок Вилкоксона ( $W=543,5$ ,  $P<0,05$ ) и Ван – дер – Вардена ( $X= - 6,084$ ,  $P<0,05$ ) в распределении медиан спинных левых макромеров у зародышей из геомагнитной среды с таковыми у контрольных зародышей. Достоверных различий в соответствии с критериями Ансари – Бредли и Клотца в широте варьирования спинных левых макромеров у зародышей из гипомагнитного и геомагнитного полей не установлено. В соответствии с интегральным критерием Колмогорова – Смирнова ( $K - S=0,52$ ,  $P<0,01$ ) установлены достоверные различия в распределении частот спинных левых макромеров у эмбрионов из гипомагнитного и геомагнитного условий (таблица 2).

У зародышей, вращавшихся в вертикальном постоянном магнитном поле, вертикальные размеры спинных правых макромеров варьируют в слабой степени ( $C^2=7,88\%$ ). Распределение частот значений рассматриваемого признака отличается от статистически нормального. В указанных условиях установлены достоверные различия в соответствии с критерием Ван – дер – Вардена ( $X= - 6,7$ ,  $P<0,05$ ), но нет различий по критерию Вилкоксона в распределении медиан спинных правых макромеров у контрольных и опытных зародышей. Не установлено достоверных различий в соответствии с критериями

Ансари – Бредли и Клотца в широте варьирования спинных правых макромеров у зародышей из данных условий в сравнении с контрольными эмбрионами. В соответствии с интегральным критерием Колмогорова – Смирнова ( $K - S=0,5$ ,  $P<0,001$ ) установлены достоверные различия в распределении частот высот спинных правых макромеров у эмбрионов, вращавшихся в вертикальном постоянном магнитном поле с зародышами из геомагнитной среды (табл. 1).

Размеры высот этих же blastomerov в гипомагнитном поле изменчивы в слабой степени ( $C^2=6,7\%$ ). Распределение частот значений спинных правых макромеров отличается от статистически нормального. В этих условиях в соответствии с критериями различия в сдвиге положения выборок Вилкоксона ( $W=537,5$ ,  $P<0,05$ ) и Ван – дер – Вардена ( $X= - 6,47$ ,  $P<0,05$ ) установлены достоверные различия в распределении медиан спинных правых макромеров у зародышей из гипомагнитного и геомагнитного полей. Достоверных различий в соответствии с критериями Ансари – Бредли и Клотца в широте варьирования спинных правых макромеров у эмбрионов из гипомаг-

нитной среды в сравнении с контрольными зародышами не установлено. В соответствии с интегральным критерием Колмогорова – Смирнова ( $K - S=0,52$ ,  $P<0,01$ ) установлены достоверные различия в распределении частот вертикальных размеров спинных правых макромеров у зародышей из гипомагнитного и геомагнитного условий (таблица 2).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Средней степени вариации подвержен спинной правый микромер в геомагнитном, вертикальном постоянном магнитном и гипомагнитном условиях, спинной левый микромер вариабелен в средней степени у контрольных зародышей и зародышей из гипомагнитного поля, а у зародышей, вращавшихся в вертикальном постоянном магнитном поле данный blastomerov вариабелен в слабой степени. Согласно данным статистических сравнений в соответствии с критериями различия сдвига положений выборок Вилкоксона, Ван – дер – Вардена и Колмогорова – Смирнова установлены достоверные различия в распределении центральных тенденций (медиан) спинных левых и правых микромеров у эмбрионов, вращавшихся в вертикальном постоянном магнитном поле. Также в гипомагнитной среде установлены достоверные различия в распределении медиан спинных левых и правых макромеров по критериям различия сдвига положений выборок Вилкоксона, Ван – дер – Вардена и Колмогорова – Смирнова. Таким образом: влияние вертикального постоянного магнитного поля на развитие зародышей гребенчатого тритона стабилизирует вертикальные размеры спинных левых микромеров. Перечисленные blastomerovы 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 левых и правых микромеров в геомагнитном и гипомагнитном 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 последующих 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.