

784 /
1976 / 2



საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მაცნე
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР
PROCEEDINGS OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE GEORGIAN SSR

ბიოლოგიის
სერია
СЕРИЯ
БИОЛОГИЧЕСКАЯ

1976 №2 • თბილისი • 3020
T B I L I S I • T O M
Y O L .

2

BIOLOGICAL SERIES



საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მაცნე
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

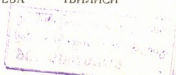
ბიოლოგიის სერია СЕРИЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ

ტომი 2, № 2
Том 2, № 2

ჟურნალი დაარსებულია 1975 წელს
Журнал основан в 1975 году

გამოდის წელიწადში 6-ჯერ
Выходит 6 раз в год

გამომცემლობა „მეცნიერება“ • თბილისი • 1976
ИЗДАТЕЛЬСТВО „МЕЦНИЕРЕБА“ • ТБИЛИСИ • 1976



სარედაქციო კოლეგია:

მთავარი რედაქტორი ვ. ოკუჯავა
მთავარი რედაქტორის მოადგილე თ. ონიანი
სწავლული მდივანი გ. ბეკაია

ლ. გაბუნია, ს. დურმიშიძე, მ. ზაალიშვილი, გ. თუმანიშვილი, ი. თუმაჯანოვი,
გ. კანდელაკი, ნ. კეცხოველი, კ. ნადარეიშვილი, პ. კომეთიანი, ბ. ყურაშვილი,
ნ. ძიძიშვილი, თ. ჭანიშვილი, შ. ჭანიშვილი, ნ. ჭავჭავაძე

პასუხისმგებელი მდივანი ლ. სარქიანი

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор В. М. Окужава
Зам. главного редактора Т. Н. Ониани
Ученый секретарь Г. Л. Бекаия

Л. К. Габуня, Н. А. Джавахишвили, Н. Н. Дзидзишвили, С. В. Дурмишидзе,
М. М. Заалишвили, Г. В. Канделаки, Н. Н. Кецховели, П. А. Кометiani,
Б. Е. Курашвили, К. Ш. Надарейшвили, И. И. Тумаджанов, Г. Д. Туманишвили,
Т. Г. Чанишвили, Ш. Ф. Чанишвили

Ответственный секретарь Л. Н. Саркисян

EDITORIAL BOARD:

Editor-in-Chief V. M. Okujava
Associate Editor T. N. Oniani
Editorial Secretary G. L. Bekaia

Sh. F. Chanishvili, T. G. Chanishvili, N. A. Djavakhishvili, S. V. Durmishidze,
N. N. Dzidzishvili, L. K. Gabunia, G. V. Kandelaki, N. N. Ketskhoveli,
P. A. Kometiani, B. E. Kurashvili, K. Sh. Nadareishvili, I. I. Tumanjanov,
G. D. Tumanishvili, M. M. Zaalishvili

Executive Secretary L. N. Sarkisian

Ответственный за выпуск Г. Л. Бекаия



СОДЕРЖАНИЕ შობაბრბი CONTENTS

13243

N. I. Kalandadze, Ts. V. Gachechiladze, M. V. Labadze. Анализ гистохимических изменений структурных компонентов яичников крыс в процессе постнатального развития	101
ბ. კალანდაძე, ც. გაჩეჩილაძე, მ. ლაბაძე. ვირთავის საკვერცხის სტრუქტურული კომპონენტების ჰისტოქიმიურ ცვლილებათა ანალიზი პოსტნატალური განვითარების პროცესში	
N. I. Kalandadze, Ts. V. Gachechiladze, M. V. Labadze. The analysis of histochemical alterations of the rat ovary structural components in the process of postnatal development	
H. T. Kintsurashvili. Исследование ядерных структур ооцитов ранней мейотической профазы у кур	107
ბ. კინწურაშვილი. ადრეული მეოზური პროფაზის ოციტების ბირთვული სტრუქტურების გამოკვლევა ქათმებში	
N. T. Kintsurashvili. Study of the structure of chick oocyte nucleus in early meiotic prophase	
M. A. Burduli, N. I. Kalandadze. Особенности течения экспериментального пульпита под влиянием некоторых медикаментозных средств	113
მ. ბურდული, ნ. კალანდაძე. ზოგიერთი მედიკამენტური საშუალების ზემოქმედების თავისებურებანი ექსპერიმენტული პულპიტის მიმდინარეობაზე	
M. A. Burduli, N. I. Kalandadze. Peculiarities of the clinical course of experimental pulpitis under the effect of some medicaments	
H. K. Chichinadze. О факторе, запускающем деление сперматогенного эпителия поврежденного семенника	120
ბ. ჩიჩინაძე. ტრავმით ინჰიბირებული სპერმატოგენული ეპითელის გამრავლების გამწეები ფაქტორის შესახებ	
N. C. Chichinadze. A factor triggering the reproduction of the trauma-inhibited spermatogenic epithelium	
L. E. Kutubidze. Условия жизни и зоопланктон Мухрованского озера	126
ლ. კუტუბიძე. მუხროვანის ტბის სიცოცხლის პირობები და ზოოლანქტონი	
L. E. Kutubidze. The life conditions and zoological plankton of the Muxhrovani Lake	
G. Sh. Nakhutsrishvili. Жизнь растений в экстремально-высокогорных условиях Кавказа	132
გ. ნახუტრიშვილი. მცენარეთა სიცოცხლე კავკასიის მაღალმთიანეთის ექსტრემალურ პირობებში	
G. Sh. Nakhutsrishvili. Plant life in extremely high mountain conditions of the Caucasus	
H. V. Gogebashvili, E. N. Akhvlediani. К вопросу интоксикации организма при общей травме туловища	141
ბ. გოგებაშვილი, ე. ახვლედიანი. სხეულის ზოგადი ტრავმის დროს ორგანიზმის ინტოქსიკაციის საკითხისათვის	
N. V. Gogebashvili, E. N. Akhvlediani. Intoxication of the organism during a total body trauma	
D. M. Grodzinskiy, K. A. Giginishvili, I. N. Gudkov. Исследование факторов, влияющих на противолучевую эффективность сульфидрильных соединений в опытах с растениями	148



დ. გროდზინსკი, კ. გიგინეიშვილი, ი. გუდკოვი. მცენარეებში სულფიდურ ჰიდროლურ შენაერთთა რადიოპროტექტორულ ეფექტურობაზე მოქმედ ფაქტორის შესწავლა

D. M. Grodzinski, K. A. Gigineishvili, I. N. Gudkov. Study of the factors affecting radioprotective efficiency of sulphhydryl compounds in plants

Г. Р. Гета швили. Влияние двухвалентных катионов на плавление ДНК в водно-диоксановых смесях 157

გ. გეტაშვილი. ორვალენტური კატიონების ზემოქმედება დნმ-ის დნობაზე წყალ-დიოქსანის ნარევებში

G. R. Getashvili. The effect of bivalent cations on the DNA melting in water-dioxan mixtures

Н. П. Мита гвария, Дж. Ш. Асатиани, И. А. Огнев, В. Г. Меладзе. Автоматическая экспресс-обработка результатов измерения величины мозгового кровотока с помощью малой аналоговой вычислительной машины 163

ნ. მითაგვარია, ჯ. ასათიანი, ი. ოგნევი, ვ. მელაძე. თავის ტვინის სისხლის მიმოქცევის გაზომვის შედეგების ავტომატური ექსპრეს-დამუშავება მცირე ანალოგიური გამოთვლელი მანქანის გამოყენებით

N. P. Mitagvaria, J. Sh. Asatiani, I. A. Ognev, V. G. Meladze. On line estimation of CBF measurements by a small analog-computer

Краткие сообщения

შოკლე წერილები

Short Communications

Д. Н. Мачарашвили. Динамика сухого веса клеток Пуркинье мозжечка морских свинок на разных этапах постнатального развития 168

დ. მაჭარაშვილი. ზღვის გოჭის ნათხემის პურკინიეს უჯრედებში მშრალი წონის დინამიკა პოსტნატალური განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე

D. N. Macharashvili. Dry mass dynamics of the guinea pig cerebellar Purkinje cells in various stages of postnatal development

Л. М. Высок, В. В. Герасимов. Калориметрическое исследование смешанных водно-этаноловых растворов рибонуклеазы 171

ლ. ვისოჩეკი, ვ. გერასიმოვი. რიბონუკლეაზის კალორიმეტრული შესწავლა წყალ-ეთანოლის ხსნარებში

L. M. Visochek, V. V. Gerasimov. Calorimetric study of the mixed ribonuclease aqueous-ethanol solutions

Г. А. Мачавариани. О голографических свойствах импульсных систем обработки информации 175

გ. მაჭავარიანი. ინფორმაციის დამუშავების იმპულსური სისტემების ჰოლოგრაფიულ თვისებათა შესახებ

G. A. Machavariani. On holographic properties of pulse processing systems

Хроника

ქრონიკა

Chronicle

Конференция по экспериментальной и теоретической биологии и медицине 179

Рецензии

რეცენზიები

Reviews

Л. Л. Натадзе. Рецензия на книгу Г. Ш. Каджая «Опыт эколого-морфологического анализа акарид Кавказа». 182

ლ. ნათაძე. რეცენზია გ. ჯაჯაიას წიგნზე „აკარების აკარიდების ეკოლოგიურ-მორფოლოგიური ანალიზი“.

L. L. Natadze. Review of G. Sh. Kadzhaja's book "Ecologic-morphological analysis of the Caucasian Acaridae (Acariformes)".

1303

ЭМБРИОЛОГИЯ И ГИСТОЛОГИЯ

**АНАЛИЗ ГИСТОХИМИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ
СТРУКТУРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЯИЧНИКОВ КРЫС
В ПРОЦЕССЕ ПОСТНАТАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ**

Н. И. Каландадзе, Ц. В. Гачечиладзе, М. В. Лабадзе

Тбилисский медицинский институт

Поступила в редакцию 25.10.1975

Изучен вопрос функциональных взаимоотношений развивающейся яйцеклетки с окружающими ее структурными элементами. Рассматриваются гистохимические изменения клеточных элементов яичника крыс в процессе роста яйцеклетки, а также по мере роста и становления организма. Отмечены общие черты, характеризующие функциональное состояние растущего ооцита, зреющего, полостного и граафова фолликула. Излагаются данные, связанные с началом полового созревания особи.

Взаимоотношение развивающейся яйцеклетки с материнским организмом является одним из важнейших вопросов современной эмбриологии и биологии.

Наибольший интерес представляет исследование питательных веществ и форм их перехода из материнских тканевых элементов в формирующийся ооцит. Немаловажную роль в росте и развитии яйцеклетки играет также преобразование указанных веществ, что находит выражение в смене определенных функциональных состояний данных структур.

Широкий спектр гистологических, гистохимических и электронно-микроскопических методик дает возможность констатации различных состояний яйцеклетки и связанных с ней других морфологических элементов [12, 11, 13].

Гистохимические показатели являются материальным субстратом тех функциональных состояний, которые протекают в исследуемых тканевых компонентах [9, 7 и др.]. Вместе с тем, выявленные гистохимические особенности представляют собой качественную предпосылку гормонообразования (на клеточном уровне) [10, 2, 14, 15], т. е. посредством обнаружения жизненно важных химических компонентов (белков, углеводов, липидов, ферментативных групп и других) тканевых структур можно косвенно судить о локализации и реализации гормонального фактора.

Мы задались целью проследить за динамикой гистохимических сдвигов структурных элементов яичника крыс в зависимости от дифференциации и роста указанных структур, начиная с раннего постнатального и кончая половозрелым периодом.

Объектом исследования служили яичники крыс пяти различных возрастных групп: 4—7, 10—15, 20—22, 30 и 60 дней* постнатального

* Эта возрастная группа соответствует периоду полового развития животного.

периода. Исследовано 50 животных по 10 на каждую возрастную группу.

Гистохимически определяли РНП по Андресу, ДНК по Фельтену, белки, в состав которых входят аминокислоты (триптофан, тирозин и гистидин), по Даниелли в модификации Амченковой; ШИК-позитивные вещества по Шабашу, активность глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы по методу Гесс, Скаринелли и Пирса.

Интенсивность гистохимических реакций, равно и содержание химического вещества, определялась визуально и оценивалась по пяти-балльной системе.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В I возрастной группе содержание РНП в клетках зачаткового эпителия яичника, а также в цитоплазме фолликулярных клеток примордиальных фолликулов равно 1—2+, тогда как в цитоплазме яйцеклетки — 2—3+, а в цитоплазме клеток зреющих фолликулов — 3+.

Содержание ДНК в ядрах клеток зачаткового эпителия равно 4—5+, так же как в ядрах фолликулярных клеток примордиальных фолликулов. В ядрах фолликулярных клеток зреющих фолликулов содержание ДНК равно 4+; в ядре яйцеклетки ДНК — в мелкоглыбчатой форме и в небольшом количестве.

Содержание белков в составе аминокислот — триптофана, тирозина и гистидина — в зачатковом эпителии и в цитоплазме яйцеклетки невысокое и равно 1+, тогда как в цитоплазме фолликулярных клеток зреющих фолликулов — 3—4+.

В клетках зачаткового эпителия обнаруживается скудное содержание ШИК-позитивного материала. В яйцеклетке примордиальных и зреющих фолликулов определяются мелкие зерна, тогда как в фолликулярных клетках примордиальных фолликулов они вообще не обнаруживаются. Содержание ШИК-положительного вещества в фолликулярных клетках зреющих фолликулов несколько повышается.

Гистоферментативная активность глюкозо-6-фосфат дегидрогеназы в этой возрастной группе не выявляется.

Во II возрастной группе содержание РНП в зачатковом эпителии яичника уменьшается по мере уплотнения клеток. В яйцеклетке содержание РНП равно 2—3+, в фолликулярных клетках примордиальных фолликулов, так же как и в клетках текальной оболочки зреющих фолликулов — 1—2+, в фолликулярных клетках зреющих фолликулов — 3+.

Содержание ДНК в ядрах клеток зачаткового эпителия, в ядрах клеток примордиальных фолликулов равно 4—5+; в ядрах клеток зреющих фолликулов — 4+; в ядрах клеток текальной оболочки — 2—3+; тогда как в ядре яйцеклетки ДНК мелкоглыбчатая в небольшом количестве.

Содержание суммарного белка в зачатковом эпителии равно 1+, то же — в цитоплазме клеток формирующейся текальной оболочки. Цитоплазма яйцеклетки содержит 1+, блестящая оболочка яйцеклетки — 2—3+; в фолликулярных клетках зреющих фолликулов содержание белка равно 3—4+.

В цитоплазме клеток зачаткового эпителия определяется небольшое содержание ШИК-позитивного материала, так же как и в цитоплазме яйцеклетки. В фолликулярных и текальных клетках указанный материал не обнаружен.

Активность глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы в фолликулярных клетках зреющих фолликулов выявляется впервые в возрасте 10 дней,

причем в клетках текальной оболочки ее активность выше, чем в фолликулярных клетках.

В III возрастной группе содержание РНП в цитоплазме зачаткового эпителия равно 1+, в цитоплазме яйцеклетки — 2—3+; в клетках формирующихся интерстициальных групп — 2—3+; в цитоплазме фолликулярных клеток — 1—2+.

ДНК ядер зачаткового эпителия равна 4—5+, ядер фолликулярных клеток примордиальных фолликулов — 4—5+, зреющих фолликулов — 4+, ядер клеток текальной оболочки, атретических фолликулов и клеток интерстициальных групп — 2—3+. В ядре яйцеклетки ДНК—мелкоглыбчатая, в незначительном количестве.

В клетках поверхностного эпителия содержание белков в составе аминокислот — триптофана, тирозина и гистидина равно 1+, в цитоплазме яйцеклетки — 1+, в блестящей оболочке — 2—3+, в цитоплазме клеток примордиальных и зреющих фолликулов — 2—3+, в клетках текальной оболочки и интерстициальных клетках — 1—2+.

В яйцеклетке и в клетках зреющих фолликулов отмечается увеличение содержания ШИК-позитивного материала.

Активность глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы в фолликулярных клетках равна 2+, тогда как в клетках текальных оболочек и интерстициальных клетках — 3+.

В IV возрастной группе содержание РНП в зачатковом эпителии равно 1+, в цитоплазме клеток примордиальных фолликулах — 1+, в цитоплазме клеток зреющих фолликулов — 4+, в цитоплазме клеток атретических фолликулов — 1—2+, в цитоплазме интерстициальных клеток — 2—3+.

Содержание ДНК в ядрах зачаткового эпителия равно 4—5+; в ядрах фолликулярных клеток примордиальных фолликулов — 3—4+, в ядрах клеток гранулезных слоев — 4+, в ядрах клеток атретических фолликулов, в ядрах клеток текальной оболочки, а также в клетках образующихся желтых тел — 2—3+.

Содержание суммарного белка в зачатковом эпителии и в цитоплазме яйцеклетки равно 1+, в блестящей оболочке яйцеклетки 2—3+, в клетках примордиальных и атретических фолликулов — 2—3+, в клетках зреющих фолликулов — 4—5+; в клетках текальной оболочки, в интерстициальных и лютеиновых клетках — 1—3+.

В цитоплазме яйцеклетки и фолликулярных клеток зреющих фолликулов выявляется невысокое содержание ШИК-позитивного материала.

Активность глюкозо-6-фосфат дегидрогеназы выявляется в фолликулярных клетках зреющих фолликулов — 2+. В интерстициальных клетках, в клетках текальной оболочки и в лютеиновых клетках — 3+.

В V возрастной группе содержание РНП в зачатковом эпителии — 1+, в цитоплазме яйцеклетки — 2—3+, в фолликулярных клетках зреющих фолликулов — 4+, в клетках графовых фолликулов — 4—5+, в клетках атретических фолликулов — 1—2+, в интерстициальных клетках — 2—3+, в лютеиновых клетках — 2+.

Содержание ДНК в ядрах клеток зачаткового эпителия равно 4—5+, в ядрах клеток примордиальных фолликулов — 3—4+, клеток зреющих фолликулов — 4+, клеток текальной оболочки, атретических фолликулов и интерстициальных клеток — 2—3+, в ядрах лютеиновых клеток — 3+.

Содержание белков в составе аминокислот — триптофана, тирозина и гистидина в зачатковом эпителии — 1—2+, в цитоплазме яйцеклетки — 1+, в ее блестящей оболочке — 2—3+, в клетках примордиальных и атретических фолликулов — 2—3+, в клетках зрею-



щих фолликулов —4—5+; в интерстициальных и лютеиновых клетках, а также в клетках текальной оболочки —1—2+.

ШИК-позитивный материал выявляется в клетках зачаткового эпителия, в яйцеклетке, а также в фолликулярных клетках зреющих фолликулов в небольшом количестве.

Активность глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы в фолликулярных клетках зреющих фолликулов обозначается —2+, в клетках текальной оболочки, интерстициальных и лютеиновых клетках — 3+.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Анализ полученных данных показывает, что содержание РНП неизменно в цитоплазме яйцеклетки одних и тех же фолликулов в пределах изученных возрастных групп.

В зачатковом эпителии в раннем постнатальном периоде отмечается некоторая тенденция к повышению содержания РНП, что можно связать с большим объемом зачатковой эпителиальной клетки в указанном возрастном периоде. В IV и V возрастных группах содержание РНП резко повышается в фолликулярных клетках зреющих фолликулов, что объясняется прогрессирующим клеточным размножением на данном этапе созревания фолликула. Содержание РНП достигает максимума у половозрелых (V группа) в цитоплазме фолликулярных клеток граафова фолликула, что, в свою очередь, определяется усиленной секреторной деятельностью клеток в результате интенсивного синтеза веществ и метаболизма [6, 1].

Стромальные элементы яичника характеризуются одинаковым содержанием РНП для всех возрастных групп. Необходимо отметить, что содержание РНП больше в фолликулярном эпителии, чем в текальной оболочке, что определяется трофической функцией эпителия.

В ядрах зачаткового эпителия отмечается наибольшее содержание ДНК, что можно объяснить обильной генетической информацией, необходимой для снабжения яйцеклетки и других клеточных структур [5, 4, 3].

Ядра фолликулярных клеток содержат большее количество ДНК, чем ядра соединительнотканых элементов. Однако на фоне различного соотношения ДНК для различных тканевых элементов содержание ее в одних и тех же структурных компонентах не меняется в исследуемых возрастных группах. Исключение составляют ядра фолликулярных клеток примордиальных фолликулов, где в IV и V возрастных группах наблюдается некоторое уменьшение содержания ДНК. Это дает основание предположить, что качественный баланс, получаемый от зачаткового эпителия, по истечении времени, снижается в ядрах указанных клеток.

Содержание белков в составе аминокислот — триптофана, тирозина и гистидина — в зачатковом эпителии, яйцеклетке, лютеиновых клетках, а также в клетках текальной оболочки и интерстициальных групп постоянно в пределах изученного возрастного периода. Однако содержание суммарного белка в фолликулярных клетках увеличивается с возрастом, что объясняется усилением активности белкового синтеза, связанного с установлением регулярного полового цикла [6].

С момента образования блестящей оболочки в ней концентрируется наибольшее содержание суммарного белка, находящегося в яйцеклетке, что легко объяснимо, благодаря факту частичного ее образования из кортикального слоя яйцеклетки, сосредоточившего в себе набор рибосом и митохондрий.



Содержание ДНК и суммарного белка в клетках текальной оболочки и интерстициальных клеточных группах одинаково, что еще подтверждает их гистогенетическую идентичность.

Факт наличия гликогена исключительно в яйцеклетке и окружающих ее эпителиальных элементах определяется самой сущностью питающих фолликулярных клеток, а также решающей ролью их в образовании блестящей оболочки [6, 13].

Гистотопографическая локализация максимальной ферментативной активности глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы, наряду с наличием других жизненно важных веществ в лютеиновых клетках, клетках текальной оболочки, а также в интерстициальных клеточных группах, лишней раз говорит об участии последних в гормонообразовании.

Таким образом, суммируя вышесказанное, следует заключить, что, хотя все выявленные гистохимические показатели яйцеклетки изменены в возрастном аспекте (в пределах изученных возрастных групп), но они подвержены изменениям по мере ее роста, дифференциации и созревания содержащего ее фолликула.

Относительно низкий уровень ферментативно-пластических процессов в яйцеклетке обусловлен метаболической активностью фолликулярных клеток.

И, наконец, результаты гистохимических исследований косвенно подтверждают вновь возникшую концепцию образования яйцеклетки и питающих ее фолликулярных клеток из зачаткового эпителия яичника [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Габаева Н. С., Ермолина Н. О. *Арх. анат., гистол. и эмбриол.*, **67**, 8, 24—35, 1974.
2. Дашнине А. Р. *Материалы докл. 13 научн. сессии Рижского мед. ин-та*, Рига, 1965.
3. Волкова О. В., Тарабнин С. Б. *Эмбриогенез человека и его регуляция*, «Наука», М., 1973.
4. Киршенбладт Я. Д. *Сравнительная эндокринология яичников*, «Наука», М., 1973.
5. Пожидаев Е. А. *Оогенез млекопитающих*, «Медицина», Л., 1967.
6. Равен Х. *Оогенез. Накопление морфогенетической информации*, «Мир», М., 1964.
7. Сакварелидзе С. Э. *Труды III объедин. научн. сессии Тбилисского, Азербайджанского и Ереванского мед. ин-тов*, Тбилиси, 1962.
8. Светлов П. Г. *Предисловие к русскому изданию «Происхождение и развитие половых клеток в онтогенезе позвоночных»*, «Медицина», Л., 1968, 5—10.
9. Шабадаш А. Л. *Тезисы докладов VI Всесоюзного съезда анатомов, гистологов и эмбриологов*, Харьков, 1958, 98.
10. Armstrong D. *Endocrin.*, **70**, 701, 1962.
11. Blanchette E. J. *Cell Biol.*, **31**, 501, 1966.
12. Govaert J. *Exp. Parasitol.*, **9**, 1941, 1960.
13. *Hum. Histology*. London, Philadelphia, 1965.
14. Kidwell W., Balogh K., Wiest W. *Endocrin.*, **79**, 352, 1966.
15. Taki J., Hamaoka N., Mori M. *Am. J. Obst. Gyn.*, **96**, 388, 1966.

ნ. კალანდაძე, ც. გაჩეჩილაძე, მ. ლაბაძე

თბილისის სამედიცინო ინსტიტუტი

რ ე ზ ი ე

ვირთაგვის საკვერცხის სტრუქტურული კომპონენტების ჰისტოქიმიურ თავისებურებათა შესწავლა იმ ფუნქციური ცვლილებების დადგენის საშუალებას იძლევა, რომელიც თან სდევს ოოგენეზის პროცესს.

ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად გამოვლინებულია დამხმარე სტრუქტურული ელემენტების როლი ოოციტის ცხოველმყოფელობაში და განსაზღვრულია სხვადასხვა მნიშვნელოვანი ქიმიური ნივთიერებების განაწილება თვით ოოციტში.

დადგენილია ეპითელური, მეზენქიმური და შემაერთქსოვილოვანი ელემენტების ფუნქციური აქტივობის ურთიერთკავშირი კვერცხუჯრედის განვითარების პროცესში.

THE ANALYSIS OF HISTOCHEMICAL ALTERATIONS OF THE RAT OVARY STRUCTURAL COMPONENTS IN THE PROCESS OF POSTNATAL DEVELOPMENT

N. I. KALANDADZE, Ts. V. GACHECHILADZE, M. V. LABADZE

Tbilisi State Medical Institute

Summary

The study of histochemical features of rat ovary structural components enables us to determine the functional alterations that accompany the process of oogenesis.

The results of the present study reveal the role of the lecertus structural elements in the oocyte vital activity.

The distribution of the different chemical substances in the oocyte itself has been determined.

The functional interconnection of the activity of the epithelial, mesenchymal and connective tissue elements in the process of ovicell development has been estimated.

УДК 691.3:591.465.12

ЭМБРИОЛОГИЯ И ГИСТОЛОГИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЯДЕРНЫХ СТРУКТУР ООЦИТОВ РАННЕЙ МЕЙОТИЧЕСКОЙ ПРОФАЗЫ У КУР

Н. Т. Кинцурашвили

Институт зоологии АН ГССР, Тбилиси

Поступила в редакцию 2.12.1975

Изучена дифференцировка половых клеток кур породы русская белая в эмбриональном и раннем постэмбриональном периоде развития. Гистоморфологическое и гистохимическое исследование показало, что мейотические изменения в яичнике кур указанной породы отмечаются на 40-й стадии эмбрионального развития. Ооциты на стадиях лептономы и зигонемы появляются на 42-й, а пахиномы — на 43-й стадиях развития. Ооциты на ранней дипломе отмечаются в яичнике 3-дневных цыплят. Ооциты на стадиях ранней мейотической профазы (прелептономы, лепто-, зиго- и пахиномы) безядрышковые. Ядрышко впервые появляется в яичниках 3-дневных цыплят в ооцитах ранней дипломе в виде округлых или сферических телец. Морфологически хорошо выраженное ядрышко обнаруживается и на стадии «ламповых щеток».

Цитохимическими исследованиями показано, что в процессе оогенеза в ооцитах происходит накопление информационной и рибосомальной РНК, которое необходимо для осуществления первых стадий эмбрионального развития. Стало известно и то, что синтез рибосомальной РНК в ооците происходит в ядрышке [5]. Наличие ядрышка указывает на синтетическую активность ооцита. Следовательно, цитохимическое изучение ядерных структур ооцитов мейотической профазы представляет большой интерес. Интерес к исследованию этого вопроса усиливается тем, что данные по морфологии и функционированию ядрышка ооцитов у кур довольно противоречивы.

По описанию Далмане [4], в эмбриональном яичнике кур ядрышко в виде сферических или округлых телец существует в ядре ооцита на стадии лептономы и зигонемы. На стадии пахиномы эти тельца сливаются в одно или два ядрышка. Ядрышко выявляется в ооцитах ранней и средней дипломе и сохраняется до начала вителлогенеза.

По данным Колебо [7], в ооцитах кур ядрышко описывается на стадии прелептономы, затем на стадии лептономы оно редуцируется и вновь появляется уже в ранней дипломе.

В ооцитах неполовозрелого цыпленка Брамбел, Гринфилд, Холандер и Хьюз [6, 8, 10, 11] описывают ядрышко на ранней дипломе и на стадии «ламповых щеток».

По данным Гагинской [1, 2, 3], в яичнике неполовозрелых птиц ядрышко существует лишь в тех одиночных ооцитах, которые вступают в большой рост; эти ядрышки затем дегенерируют. К наступлению половой зрелости в яичнике птиц сохраняются только ооциты, лишённые ядрышка.

Следует отметить, что данные о времени вступления ооцитов кур в разные стадии профазы мейоза разноречивы. Так, Холандер [10] первые мейотические изменения в яичнике кур описывает на 14-й день инкубации, Хьюз — на 13 день [11]. Ооциты на дипломе по Холандеру появляются на 21 день, а по Хьюзу — на 19 день.

Учитывая сказанное, мы предприняли морфологическое и цитохимическое исследование ядерного аппарата ооцитов кур в эмбриональном и раннем постэмбриональном периоде развития.

МЕТОДИКА

Материалом для исследования служили эмбрионы и нововывлупившиеся цыплята породы русская белая. Изучались яичники на 40—45 стадии развития по Гамбургеру и Гамильтону [9] и 1-, 4-, 6-, 8-, 14-дневные цыплята.

Материал фиксировался в смеси бихроматформалин — уксусной кислоты, в 10% нейтральном формалине и спирт — уксусной кислоте (3:1). Готовились серийные срезы толщиной 8 мк. Срезы окрашивались железным гематоксилином Гейденгайна по Эрлиху и Маллори.

С целью цитохимического изучения половых клеток, выявляли РНК, используя бромфеноловую синь, фельген с докраской по лихтгрюн и галоцианином по Эйнарсону.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Гистоморфологическое и цитохимическое исследование показало, что мейотические изменения в ооцитах кур впервые отмечаются на 40-й стадии эмбрионального развития—в яичнике появляются ооциты на стадии прелептономы. Ядро в таких ооцитах лежит эксцентрично. Оно содержит большое количество хроматиновых гранул, которые в центре ядра создают компактную массу. Между этой массой и ядерной мембраной расположена сетчатая структура многочисленных, очень тонких хромосомных ниток. Ядрышко в таких ооцитах не выявляется (рис. 1).



Рис. 1. Ооциты на стадии прелептономы (указаны стрелкой) в эмбриональном яичнике кур

На 42-й стадии развития в яичнике появляются ооциты следующей стадии мейотической профазы — лептономы и зигонемы. В ооцитах на стадии лептономы хромосомы становятся более отчетливо видимыми.

Хорошо видны четко обособленные друг от друга длинные, тонкие, хромосомные нити. Ядрышко не выявляется и в таких ооцитах. На стадии зигонемы хромосомы более толстые и образуют клубок, который иногда располагается в той части ядра, где в цитоплазме расположено тело Бальбиани. На этом месте клубок связан с ядерной мембраной хроматинными нитями. Иногда клубок расположен в центре ядра и от него выходят нити, направленные в противоположную сторону. Создается впечатление, будто хромосомный клубок связан с ядерной мембраной двумя «ножками». В ооцитах этой стадии развития ядрышко не выявляется (рис. 2).



Рис. 2. Ооциты на стадии зигонемы (указаны стрелкой) в эмбриональном яичнике кур

Ооциты на стадии пахинемы в яичнике появляются на 43-й стадии эмбрионального развития. Хромосомные нити короткие и толстые. Они расположены в кариоплазме равномерно, четко выражена их индивидуальность. Легко распознается хромомерное строение хромосом. На концах хромосом четко видны теломеры. Хромосомы одним концом связаны с ядерной мембраной. И на этой стадии ооциты не содержат ядрышка (рис. 3).



Рис. 3. Ооциты на стадии пахинемы (указаны стрелкой) в эмбриональном яичнике кур

Ооциты на стадии ранней диплонемы появляются только в постэмбриональном периоде, в яичнике 3-дневного цыпленка. На стадии диплонемы хромосомы расположены во всей кариоплазме. Некоторые хромосомы прикреплены одним концом к ядерной мембране. В пери-

ферической части ядра, иногда в центре, лежит ядрышко в виде большого, круглого, иногда овального тельца. На препаратах, окрашенных специфическими ядрышковыми красителями, видна неоднородность ядрышка — темные и светлые участки. Ядрышко связано с хромосомами (рис. 4).

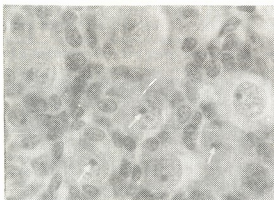


Рис. 4. Ядрышки (указаны стрелкой) ооцитов на стадии диплонемы в яичнике 3-дневного цыпленка

В яичнике 4-дневного цыпленка наибольшее количество ооцитов отмечается на стадии диплонемы. Некоторые из них довольно большого размера. Объем ядра такого ооцита $500-1300 \text{ мкм}^3$. Вокруг таких ооцитов расположены эпителиальные клетки, из которых впоследствии формируется фолликулярный эпителий.

В яичнике 8-дневного цыпленка уже сформированы настоящие примордиальные фолликулы. По степени развития ооцитов можно определить стадию средней диплонемы. Хромосомы в ооцитах этой стадии разрыхлены и представляют собой настоящую «ламповую щетку». Об этом свидетельствует существование в них хиазм. В фолликулах хорошо видно ядрышко, которое лежит на периферии ядра. Хромосомы одним концом связаны с ядрышком, а другим — с ядерной мембраной (рис. 5).



Рис. 5. Фолликул в яичнике 8-дневного цыпленка (ядрышко указано стрелкой)

У 14-дневного цыпленка все ооциты находятся на стадии диплонемы. По периферии коры яичника расположены мелкие ооциты ранней

диплономы, затем сравнительно большие. У последних фолликулярный эпителий еще не сформирован, а в центре коры яичника располагаются примордиальные фолликулы различного размера.

Цитоморфологическое и цитохимическое исследование показало, что в яичнике кур породы русская белая мейотические изменения впервые отмечаются на 40-й стадии эмбрионального развития. Ооциты на стадии лепто- и зигонемы появляются на 42-й, а на стадии пахине-мы — на 43-й стадии эмбрионального развития. Ооциты на ранней диплономе встречаются в яичнике 3-дневных цыплят.

Существующее в литературе разногласие по вопросу вступления ооцитов в разные стадии профазы мейоза, по нашему мнению, связано с породными различиями — Холандером исследована дифференциация яичника чистой породы кур леггорн, а Хьюзом — дифференцировка гибрида, полученного скрещиванием леггорна и род-исланд-реда [10, 11].

Цитохимическое исследование ооцитов, обработанных специфическими ядрышковыми красителями, показало, что ооциты на стадиях ранней мейотической профазы — прелептонемы, лепто-, зиго- и пахине-мы не содержат ядрышка. Ядрышко, по нашим данным, впервые появляется в ооцитах ранней диплономы в виде округлых или сферических телец. Морфологически хорошо выраженное ядрышко содержат и ооциты на стадии ламповых щеток.

При изучении яичников неполовозрелого цыпленка нами было замечено, что часть ооцитов, находящихся на стадии ранней и средней диплономы, содержит ядрышко, другая часть этих ооцитов лишена ядрышка. Мы думаем, что эти последние представляют собой периферические части ядрышковых ооцитов. В этом нас убедило изучение сериальных срезов некоторых ооцитов. Поскольку ядрышко значительных размеров, естественно, на срезах мы находили довольно большое число ядрышковых ооцитов.

Для окончательного решения вопроса о существовании в яичниках неполовозрелых кур двояких ооцитов — с ядрышком и без него — необходимо последовательное изучение сериальных срезов всех ооцитов, находящихся в яичнике. Это практически трудно выполнимо из-за большого количества ооцитов. Нам кажется, что в решении этого вопроса плодотворным будет изучение ядерных структур ооцита с применением сканирующего микроскопа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гагинская Е. Р. Цитология, **146**, 5, 568—577, 1972.
2. Гагинская Е. Р. Тезисы докладов 5 Всесоюзного совещ. эмбр., 1974.
3. Гагинская Е. Р., Грузова М. Н. Цитология, **11**, 10, 1241—1251, 1969.
4. Далмане А. Р. Сб.: Клеточное ядро и его ультраструктура, 1968.
5. Кикнадзе И. И. Функциональная организация хромосом, 1972.
6. Brambell F. W. R. Phil. Trans. Roy. Soc., London, sec. S., **214**, 113—151, 1926.
7. Callebaut M. J. Embr. exp. Morph., **18**, 3, 299—304, 1967.
8. Greenfield M. L. J. Embr. exp. Morph., **15**, 3, 297—316, 1966.
9. Hamburger V., Hamilton H. L. J. Morph., **88** (1), 44—92, 1951.
10. Hollander F. Arch. d'anat. micr., **7**, 117—180, 1904.
11. Hughes G. G. J. Embr. exp. Morph., **11**, 513—536, 1963.

5. კინურაზვილი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი

რეზიუმე

ქათმის ემბრიონული და ადრეული პოსტემბრიონული პერიოდის საკვერცხის ჰისტომორფოლოგიურმა და ციტოქიმიურმა გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ რუსული თეთრი ჯიშის ქათმებში მეიოზური პროფაზისთვის დამახასიათებელი ბირთვული ცვლილებები სასქესო უჯრედებში პირველად ემბრიონული განვითარების მე-40 სტადიაზე აღინიშნება. ოციტები ლეპტონემისა და ზიგონემის სტადიაზე განვითარების 42-ე სტადიაზე ვითარდებიან, ხოლო პაქინემის ოციტები — 43-ე სტადიაზე. ოციტები ადრეული დიპლონემის სტადიაზე მხოლოდ პოსტემბრიონულ პერიოდში ჩანს 3-დღიანი წიწილის საკვერცხეში.

სასქესო უჯრედების ციტოქიმიურმა გამოკვლევამ, კერძოდ, ბირთვების სპეციფიკური საღებავების გამოყენებამ დაგვანახა, რომ ადრეული მეიოზური პროფაზის პრელეტონემის, ლეტონემის, ზიგონემისა და პაქინემის სტადიაზე ოციტები ბირთვებს არ შეიცავენ. ბირთვები ვლინდება მხოლოდ ადრეულ დიპლონემის ოციტებში. მორფოლოგიურად კარგად ჩამოყალიბებულ ბირთვებს ოციტები განვითარების მომდევნო — ლამფის ჯაგრისის სტადიაზე შეიცავენ.

STUDY OF THE STRUCTURE OF CHICK OOCYTE NUCLEUS IN EARLY MEIOTIC PROPHASE

N. T. KINTSURASHVILI

Institute of Zoology, Georgian Academy of Sciences, Tbilisi, USSR

Summary

Histomorphological and cytochemical studies on the chick germ-cell at the embryonic and postembryonic stages have shown the changes in the nucleus of Russian white chick, specific for the meiotic prophase, first manifest themselves on the fourth day of embryonic development. Oocytes in leptotene and zygotene stages occur on the forty-second day of incubation, in pachytene on the forty-third day. Early diplotene stage oocytes are seen only in the postembryonic stage of a germ-cell in a three-day old chick.

Cytochemical study of germ-cells, particularly the implementation of specific stains of nucleolus, has revealed that oocytes contain no nucleolus in early meiotic prophase of preleptotene, leptotene, zygotene and pachytene stages.

Nucleolus appears only in early diplotene oocytes. The latter containing morphologically well generated nucleolus in the subsequent lamp brush stage.

УДК 616.314.18-002-091

ГИСТОЛОГИЯ

ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ПУЛЬПИТА ПОД ВЛИЯНИЕМ НЕКОТОРЫХ МЕДИКАМЕНТОЗНЫХ СРЕДСТВ

Бурдули М. А., Каландадзе Н. И.

Тбилисский медицинский институт

Поступила в редакцию 26.2.1976

Опыты по воспроизведению экспериментальной модели острого гнойного пульпита с последующим воздействием на него различными медикаментозными веществами были поставлены на щенках. В начальных фазах воспаления применялись лекарственные средства антимикробного (левомецетин) и противовоссудативного (гидрокортизон) действия. В фазе репарации этиотропные препараты заменялись патогенетическими (анаболический стероид — ретаболил). Установлено, что процесс репаративной регенерации не наблюдается после однократного влияния левомецетина или левомецетина с гидрокортизоном. Применение ретаболила стимулирует репаративные способности ткани пульпы и ведет ее к восстановлению гистологической структуры и соответствующей функции.

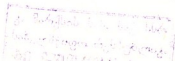
В настоящее время в стоматологической практике при пульпитах широко применяется «биологический», или консервативный, метод лечения, направленный на сохранение структуры и функции воспаленной пульпы. Однако ряд важных вопросов этого метода лечения остается нерешенным, так как антибиотики не стимулируют, а глюкокортикоиды подавляют репаративные способности пульпы [3, 5, 4, 7, 1, 6].

Наиболее обнадеживающие результаты в клинике были получены при лечении воспаленной пульпы анаболическим стероидом — метандростенолоном [2], применяя его в комбинации с антибиотиком и глюкокортикоидом без учета стадии воспаления. Следует подчеркнуть, что, во-первых, при лечении пульпитов принцип комплексной терапии еще не стал общепринятым, а, во-вторых, строго не учитывался характер периодов воспалительного процесса. В начальной стадии воспаления не всегда применяются целенаправленно лекарственные средства антимикробного и противовоссудативного действия, а во втором периоде вовремя не заменяются этиотропные препараты патогенетическими, стимулирующими репаративные способности пульпы.

Естественно, что всестороннее изучение динамики пульпита и особенностей его течения под воздействием различных медикаментозных средств целесообразно в условиях эксперимента.

Исходя из вышеизложенного, мы задались целью в эксперименте на искусственно воспроизведенной модели пульпита гистологическими и гистохимическими методами изучить:

- 1) эффективность влияния препаратов антимикробного (левомецетин) и противовоссудативного (гидрокортизон) действия;
- 2) особенности течения пульпита, когда к началу второй фазы воспаления этиотропное средство заменено патогенетическим препаратом (анаболический стероид—ретаболил), стимулирующим репаративные способности ткани.



Опыты по воспроизведению воспаления пульпы с последующим воздействием на него различными медикаментозными веществами были поставлены на 34 щенках 2-3-месячного возраста. Под эфирным наркозом в 76 клыках, как верхней, так и нижней челюсти, создавались полости типа глубокого кариеса, круглым бором вскрывалась пульпарная камера, травмируя участок коронковой пульпы; полость оставлялась открытой на три дня с целью получения экспериментальной модели острого гнойного пульпита.

Через трое суток после трепанации на обнаженную пульпу 30 клыков наносился тампон с левомицетином, 30 клыков — с левомицетином и гидрокортизоном, и полость пломбировалась. На втором этапе воздействия, через 48 часов после нанесения левомицетина на пульпу (15 клыков) или левомицетина с гидрокортизоном (15 клыков), удалялся тампон с указанными лекарственными средствами и на дне полости оставлялся тампон с анаболическим стероидом—ретаболилом. Пульпа остальных зубов оставалась с однократной аппликацией левомицетина и левомицетина с гидрокортизоном (30 клыков). Зубы подопытных животных экстрагировались спустя 7,14 суток и 1 месяц с начала эксперимента. Норму составляла интактная пульпа 8 здоровых клыков двух щенков. Контролем служила экспериментальная модель острого гнойного пульпита (8 зубов). Экстрагированные зубы, беспрестанно охлаждая в физиологическом растворе, пилились с помощью алмазных сепаративных дисков, осторожно освобождалась пульпа и немедленно фиксировалась в 10% растворе нейтрального формалина на 48 час.

Парафиновые срезы окрашивались гематоксилином и эозином и пикрофуксином по Ван-Гизону. В срезах кислые мукополисахариды выявлялись раствором толуидинового синего при различных значениях рН среды, рибонуклеиновая кислота (РНК) — методом Браше, щелочная фосфатаза — кальций-кобальтовым методом по Гомори; проводилась реакция Шифф-йодная кислота (ШИК) по Мак-Манусу.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

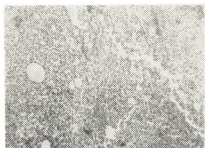
Под воздействием левомицетина в воспаленной пульпе очаг поражения в какой-то степени ограничивается от «здоровой» ткани барьером из макрофагов, фибробластов и волокон, однако он не всегда предохраняет корневую пульпу от проникновения инфекции. В центре инфильтрата видны разрушенные участки в виде расщелин и кист с тотальным исчезновением структуры ткани (рис. 1).

В области травмы на обширных территориях обнаруживается материал в виде глыбчатых или гомогенных масс, дающий интенсивную ШИК-положительную реакцию; β -метахромазия исчезает, отмечается неспецифическая пиронинофилия и понижение реакции на щелочную фосфатазу.

Формирование соединительнотканной капсулы вокруг поврежденного участка может быть и считается благоприятным исходом, но это не означает полного прекращения воспаления. Восстановление нормальной структуры не происходит, а распространение инфекции на корневую пульпу вызывает гибель всей ткани. После воздействия на воспаленную пульпу левомицетином и гидрокортизоном одновременно отмечается ограничение участка травмы и очага воспаления зоной грануляционной ткани, в состав которой входят макрофаги, фибробласты и коллагеновые волокна (рис. 2).

В центре инфильтрата видны поврежденные участки — гистiocы, резко окрашивающиеся при ШИК-реакции, ткань пульпы неразличима, вокруг инфильтрата фибробласты соединены между собой множественными отростками, в их цитоплазме усиливается пиронинофилия, основное вещество гомогенно, проявляя β -метахромазию. Глюкокорти-

Рис. 1. В очаге поражения лейкоцитарный инфильтрат. Вокруг инфильтрата барьер из макрофагов не предотвращает распространения воспаления. Окр. гематоксилином и эозином. Ув. 120



коид в сочетании с антибиотиком, хотя и уменьшает воспалительные явления, инфильтрат не распространяется по всей пульпе, неповрежденная ткань активно ограничивается от очага воспаления, но в самом очаге не наблюдается процесса репаративной регенерации, о чем свидетельствует фактическое исчезновение структуры ткани.

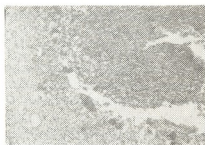


Рис. 2. В очаге поражения лейкоцитарный инфильтрат с местами тотальных исчезновений структуры ткани. Мощный барьер из макрофагов ограничивает центр воспаления. Окр. гематоксилином и эозином. Ув. 120

Под воздействием ретаболила после аппликации левомецетином уже к 7 суткам эксперимента отмечается бурно развитая макрофагальная реакция. Сугроб из макрофагов целиком покрывает ткань пульпы. Ряды этих клеток особенно многочисленны в очаге поражения и в близлежащих участках, но они внедряются и в слой одонтобластов. В цитоплазме макрофагов отмечается наличие диастазоустойчивого ШИК-положительного материала и пиронинофильной субстанции; такой же материал наблюдается и в цитоплазме лейкоцитов. Основное вещество от очага поражения дает β -метахромазию; в центре воспаления встречаются мелкозернистые участки, дающие гиалуронидазоустойчивую β -метахромазию; такие участки проявляют неспецифическую пиронинофилию и умеренную ШИК-положительную реакцию.

Спустя 14 суток после воздействия ретаболила ткань пульпы разделена на две неравные части, без резкой границы между ними. Меньшая половина, отделенная от очага поражения, проявляет тенденцию

к восстановлению своей обычной структуры. Здесь среди перемещенных между собою фибробластов встречаются макрофаги с редуцированной цитоплазмой. Макрофаги все дальше передвигаются к очагу воспаления и уступают место процессам возрождения, в результате чего образуется большое количество юных клеточек.

Параллельно с клеточным размножением идет новообразование сосудов, преимущественно капилляров, со стенками из сочных, набухших эндотелиальных клеток (рис. 3). В промежутках между этими сосудами лежат клетки, довольно крупные и кругловатые. Они в дальнейшем увеличиваются в объеме, ядро их становится светлым, пузырь-

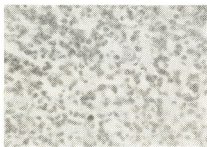


Рис. 3. Бурно развитая макрофагальная реакция и новообразование сосудов. Окр. гематоксилином и эозином. Ув. 600

кообразным, приобретают пластинчатую форму и напоминают эпителиоидные клетки, от которых в стороны отходят отростки, сливающиеся между собой и со стенками сосудов, вследствие чего образуется сплошная протоплазматическая сеть — «клеточный синцитий». В этом синцитии появляются волокна, постепенно превращающиеся в коллагеновые волокна. Соединительнотканые клетки теряют пластинчатую эпителиоидную форму, делаются веретенообразными с вытянутым ядром, в дальнейшем приобретают и звездчатую форму. В цитоплазме макрофагов отмечается наличие ШИК-положительного и пиронинофильного материала, эпителиоидные клетки ярко пиронинофильны, пи-

Рис. 4. Нормальная гистологическая структура пульпы в основном восстановлена. В резко ограниченном участке идет процесс репаративной регенерации. Окр. гематоксилином и эозином. Ув. 120



ронинофильна и цитоплазма фибробластов. Основное вещество дает β -метахромазию, цитоплазма эндотелиальных клеток — умеренно повышенную пиронинофилью. Повышена активность щелочной фосфатазы. Через месяц нормальная структура пульпы в основном восстановлена, процессы регенерации занимают верхнюю треть. Кроме очага поражения, везде наблюдается обычное строение одонтобластов, цито-

плазма которых дает умеренную базофилию. Отмечается накопление гликопротеидов и кислых мукополисахаридов типа гиалуроновой кислоты. Основное вещество и волокна ШИК-положительны.

Спустя 7 суток после влияния на воспаленную пульпу ретаболила наблюдается яркая картина регенерации рыхлой соединительной ткани пульпы. Отдаленный участок от травмы восстанавливает свою нормальную гистологическую структуру. В остальном на резко ограниченном от нормальной ткани участке, в центре поражения отмечается макрофагальная реакция. Среди макрофагов видны клетки с крупными, светлыми вакуолями и сформированные эпителиоидные клетки со светлыми, пузырькообразными ядрами.

На поле воспаления появляются изящные бутончики новообразованных сосудов, лепестки которых создаются из сочных, набухших эндотелиальных клеток. Возрожденные капилляры окружены клеточными синцитиями, образованными отростками эпителиоидных клеток и фибробластов.

В цитоплазме одонтобластов, вокруг участка поражения, обнаруживается пиронинофильная зернистость, виден и ШИК-положительный материал. Цитоплазма фибробластов, эпителиоидных клеток и интенсивно пролиферирующих эндотелиальных клеток дает повышенную пиронинофилию. Основное вещество проявляет β -метахромазию, коллагеновые волокна ШИК-позитивны. В дальнейшем, спустя 14 суток и через месяц ткань пульпы проявляет тенденцию к восстановлению нормальной структуры. Процессы регенерации охватывают только незначительную часть ткани, нормальная структура пульпы в основном восстановлена.

Одонтобласты представляют собой довольно крупные клетки, которые при окраске на РНК дают положительную реакцию. Фибробласты имеют звездчатую форму и перинуклеарно расположенную пиронинофильную зернистость; активность щелочных фосфатаз закономерно выявляется в цитоплазме этих клеток. Встречаются макрофаги, но они в основном находятся вокруг очага поражения, их число увеличивается по направлению к центру регенерации. Они имеют в цитоплазме ШИК-положительный диастазоустойчивый материал и пиронинофильную зернистость.

Таким образом, при воздействии на воспаленную пульпу левомицетин оказывает мощное антимикробное действие. Однако антибиотики могут быть эффективными только на начальных стадиях воспаления. Купируя серозное воспаление, они оказываются немоощными при гнойном воспалении. При гнойном пульпите процесс распространяется по всей пульпе, включая корневую, и катастрофический исход для жизни ткани неизбежен. Учитывая условия замкнутой полости, необходимо одновременное воздействие и противозксудативными средствами.

Гидрокортизон в сочетании с левомицетином ограничивает участок травмы зоной грануляционной ткани. Вокруг очага поражения большая часть пульпы сохранена без резких изменений основного вещества. Но купирование воспалительного процесса в пульпе вовсе не обозначает ее «выздоровления», восстановления структурно-функциональной картины, так как в самом центре воспалительного процесса присутствие некротических масс и фактическое исчезновение структуры пульпы свидетельствуют об отсутствии процесса регенерации. Антибиотики и глюкокортикоиды, оказывая мощное антимикробное и противозксудативное действие, не стимулируют репаративных способностей ткани пульпы; следовательно, применение этих средств на втором этапе воспаления немислимо. Морфологическая картина пульпы, полученная после стимулирующего влияния анаболического стерои-



და — რეაბილილა, примененного на втором этапе воспаления, свидетельствует об усилении реактивности соединительной ткани.

Следовательно, бурно развитая макрофагальная реакция, вновь образованные многочисленные сосуды, большое количество эпителиоидных клеток и интенсивно пролиферирующих фибробластов, а через месяц почти полная ликвидация воспалительного процесса и восстановление нормальной гистологической структуры пульпы с сохранением ее жизнеспособности утверждают стимулирующее действие ретаболила на процесс репаративной регенерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Василенко Б. Ф. Автореф. канд. дисс., Киев, 1970.
2. Гинкене М. М. Стоматология, 5, 97—98, 1964.
3. Смирнов С. И. Стоматология, 6, 10—12, 1958.
4. Сомова К. Т. Стоматология, 3, 69, 1964.
5. Fischer G. H. Ost. z. Stomat., 60, 10, 383—388, 1963.
7. Karadzov O., Sedlecki S., Kezele D., Kuburovic D. Rev. Stomat., 75, 2, 287—291, 1974.
6. Maeglin B. Ost. z. Stomat., 61, 209—212, 1969.

ზოგიერთი მედიკამენტური საშუალების ზემოქმედების თავისებურებანი ექსპერიმენტული პულპიტის მიმდინარეობაზე

ა. ბურდული, ნ. კალანდაძე
თბილისის სამედიცინო ინსტიტუტი

რ ე ზ ი უ მ ე

ცდები ჩატარებულია ლექვებზე მწვავე ჩირქოვანი პულპიტის ექსპერიმენტული მოდელის მისაღებად და მასზე მედიკამენტური ზემოქმედების თავისებურებათა შესასწავლად.

დადგენილია, რომ ლევომიციტინის ან ლევომიციტინისა და ჰიდროკორტიზონის კომბინირებული გამოყენება არ იწვევს პულპის ქსოვილის რეპარაციულ რეგენერაციას. ანაბოლური სტეროიდი — რეტაბოლილი კი, ასტიმულირებს რა პულპის რეპარაციის უნარს, განაპირობებს მის პისტოლოგიურ სტრუქტურისა და შესაბამისი ფუნქციის აღდგენას.

PECULIARITIES OF THE CLINICAL COURSE OF EXPERIMENTAL PULPITIS UNDER THE EFFECT OF SOME MEDICAMENTS

M. A. BURDULI, N. I. KALANDADZE

Tbilisi State Medical Institute

Summary

The experiments on the reproduction of an experimental model of the acute suppurative pulpitis with the subsequent influence of different medicines on it were carried out on puppies.

Medicines of anti-microbe Laevomycetini and anti-exudational Hydrocortisone effect were used at the initial phases of inflammation; at the phase

of regeneration anti-inflammatory preparations were replaced by pathogenic Retabolil.

It has been established that the process of reparative regeneration is not observed in applying Laevomyetini and the combination of Laevomyetini with Hydrocortisone while the use of Retabolil stimulates reparation abilities of pulpitis tissue and directs it to restoration of the histological structure and the corresponding function.



УДК 611—018

ГИСТОЛОГИЯ

О ФАКТОРЕ, ЗАПУСКАЮЩЕМ ДЕЛЕНИЕ СПЕРМАТОГЕННОГО ЭПИТЕЛИЯ ПОВРЕЖДЕННОГО СЕМЕННИКА

Чичинадзе Н. К.

Институт экспериментальной морфологии им. А. Н. Натишвили, АН ГССР, Тбилиси

Поступила в редакцию 23.10.1975

На 50 крысах, у которых был полностью удален один и часть другого семенника, изучен механизм стимуляции размножения сперматогенного эпителия, ингибированного травмой. Высказано предположение, что в гомогенате икры вьюна, обработанной ДНКазой, комплексе РНК-белок является фактором, запускающим деление клеток сперматогенного эпителия. Гомогенат, обработанный РНКазой или проназой, оказывал только ингибирующее влияние.

Ранее нами [3] было показано полное восстановление сперматогенной функции семенника крысы, ингибированного травмой, под воздействием гомогената оплодотворенных яйцеклеток крыс на стадии бластоцисты. Однако оставался невыясненным вопрос, какая из фракций гомогената обуславливала данный эффект, т. е. являлась стимулятором. В качестве последнего в настоящем исследовании была избрана оплодотворенная икра костистой рыбы-вьюна на стадии поздней бластулы, когда темп деления клеток еще чрезвычайно высок и, поскольку они еще не дифференцированы, можно было ожидать, что в процессе пролиферации управляются факторами, не обладающими тканевой специфичностью. Предварительные исследования подтвердили это предположение. Ограничен ли этот фактор только млекопитающими или же универсален в видовом отношении и какова его химическая природа — основные вопросы, на которые мы попытаемся дать ответ.

МЕТОДИКА

Икру вьюна (*Misgurnus fossilis*) получали после инъекции самкам 250 *ед* хориогонина. Оплодотворенную икру выдерживали при $t - 21^{\circ}\text{C}$. Оболочки икринок удаляли с помощью 1%-ного раствора трипсина (раствор трипсина на фосфатном буфере рН 7,5), после чего избыток фермента с остатками оболочек удаляли промыванием в солевом растворе Гольтфретера двойной концентрации. Бластодерму отделяли от желтка центрифугированием в градиенте плотности (двуслойном растворе сахарозы) при ускорении до 8000 *g* в течение 2—3 *мин*. Как указывает А. А. Костомарова [2], с помощью центрифугирования в градиенте сахарозы можно получить массовый одностадийный материал, а при других методах (в частности хирургическом), как правило, можно получить небольшое количество объектов неоднородных в смысле возраста.

После изоляции бластодермы на стадии поздней бластулы (8 час развития) изолянты гомогенизировались без добавления какой-либо среды, раздавливанием и растиранием в четырехслойной марле, после чего заливались физиологическим раствором (1 мл физиологического раствора на гомогенат, полученный с одной рыбы). Каждый миллилитр гомогената в одном случае обрабатывался ДНКазой поджелудочной железы фирмы «Worthington», США (ДНКаза 0,1 мл (20 мкг) + 0,1 мл 0,1 М буфера трис-HCL + 0,1 MgCl₂; pH 7,8; инкубация при t 30°C 20 мин), в другом случае — РНКазой фирмы «Reanal», Венгрия (РНКаза 0,1 мл (20 мкг); инкубация при t 37°C 30 мин), а в третьем — проназой из *Streptomyces griseus* (pH-оптимум 7—8) фирмы «Serva» Heidelberg, ФРГ (проназа 0,1 мл (100 мкг); инкубация при t 37°C 30 мин). Все указанные ферменты в оптимальных условиях вызывают полное расщепление и деполимеризацию соответствующих биополимеров.



Рис. 1. Бластодермы зародышей выюна, изолированные от желтка. Ув. 5 x 20

чего заливались физиологическим раствором (1 мл физиологического раствора на гомогенат, полученный с одной рыбы). Каждый миллилитр гомогената в одном случае обрабатывался ДНКазой поджелудочной железы фирмы «Worthington», США (ДНКаза 0,1 мл (20 мкг) + 0,1 мл 0,1 М буфера трис-HCL + 0,1 MgCl₂; pH 7,8; инкубация при t 30°C 20 мин), в другом случае — РНКазой фирмы «Reanal», Венгрия (РНКаза 0,1 мл (20 мкг); инкубация при t 37°C 30 мин), а в третьем — проназой из *Streptomyces griseus* (pH-оптимум 7—8) фирмы «Serva» Heidelberg, ФРГ (проназа 0,1 мл (100 мкг); инкубация при t 37°C 30 мин). Все указанные ферменты в оптимальных условиях вызывают полное расщепление и деполимеризацию соответствующих биополимеров.



Рис. 2. Семенная железа крысы после введения обработанной ДНКазой гомогената оплодотворенной икры выюна. Все каналцы заполнены размножившимися семеродными клетками. Ув. 7 x 10

Количество белка в 1 мл гомогената по Лоури [4] составляло 5 мг/мл. Его определение показало, что количество икры от рыбы к рыбе колебалось незначительно.

50 половозрелым крысам удаляли левую и часть правой семенной железы, после чего животным через день внутрибрюшинно в течение двух недель вводили одной группе (10 крыс) 1 мл гомогената оплодотворенной икры вьюна, обработанной ДНКазой, другой (10 крыс) — в те же сроки и тем же путем 1 мл гомогената, обработанного РНКазой, третьей (10 крыс) — 1 мл гомогената, обработанного проназой.

Контрольным животным после аналогичной операции (10 крыс) вводили гомогенат печени вьюна или физиологический раствор в том же количестве.



Рис. 3. Семенная железа крысы после введения обработанной ДНКазой гомогената оплодотворенной икры вьюна. Видны многоядерные гигантские клетки (1). Ув. 7 x 45

Животные забивались на 48 день после операции (с учетом продолжительности цикла сперматогенеза). После забоя семенные железы фиксировались в жидкости Карнуа, окрашивались гематоксилин-эозином и гематоксилином Гарриса.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

У контрольных животных, которым была произведена вышеописанная операция без дополнительных воздействий, семенная железа резко атрофирована. В канальцах наблюдалась полная редукция сперматогенного эпителия, лишь в небольшом числе канальцев виднелись единичные клетки, возможно сперматогонии. По всей железе отмечалось разрастание соединительной ткани. Соединительная ткань проросла даже в просветы некоторых канальцев, базальная мембрана которых утолщена.

Таким образом, вследствие удаления одной железы целиком и части другой, в оставшейся семенной железе наблюдалась редукция сперматогенной паренхимы и разрастание соединительной ткани.

У подопытных крыс после введения гомогената оплодотворенной икры вьюна, обработанной ДНКазой, в оставшейся семенной железе наблюдалась сильная пролиферация герминативного эпителия: просветы почти всех канальцев были заполнены размножившимися семерод-

ными клетками. Были обнаружены клетки, находящиеся на всех стадиях развития. Однако встречались участки, где сперматогенез протекал весьма слабо. В некоторых канальцах наблюдалось появление гигантских многоядерных клеток. Редко семенные канальцы были представлены в виде кольца без сперматогенного эпителия.



Рис. 4. Семенная железа крысы после введения обработанной РНКазой гомогената оплодотворенной икры выюна. На микрофотограмме видна гибель сперматогенного эпителия во всех канальцах. Ув. 7 x 20

Действие гомогената икры, обработанной РНКазой и проназой, давало одинаковый эффект: сперматогенный эпителий погиб почти во всех канальцах, лишь в некоторых из них можно было обнаружить 1—2 слоя герминативного эпителия. Базальная мембрана канальцев утолщена.

Введение гомогената печени, как и физиологического раствора, на семенные железы не оказывало стимулирующего эффекта.

Судя по полученным данным, гомогенат оплодотворенной икры выюна включает в себя компоненты как стимулирующие размножение и дифференцировку клеток, так и подавляющие их размножение и дифференцировку. Действительно, обработка РНКазой и проназой не только устраняет стимулирующее действие гомогената, но и вызывает полную гибель сперматогенного эпителия, что указывает на наличие в гомогенате факторов либо подавляющих восстановление сперматогенной функции, либо усиливающих деструкцию соответствующих клеток.

Правда, не исключена возможность, что разрушение сперматогенного эпителия вызвано ферментами (РНКазой и проназой), присутствующими в гомогенате. Хотя, по всей вероятности, их количество слишком мало для столь разрушающего действия. Это соображение не может быть оставлено без внимания и требует дополнительного исследования.

Полученные результаты указывают на то, что активный компонент гомогената, стимулирующий сперматогенез, представляет собой комплекс, состоящий из РНК и белка. Инактивация какого-либо из упомянутых компонентов комплекса ведет к полному исчезновению стимулирующего действия гомогената. Что касается ДНК, то она, по-видимому, не участвует в процессе стимуляции. Действительно, стимулирующий эффект, вызванный гомогенатом, обработанным ДНКазой, не может быть приписан последней, поскольку гомогенат blastocyst, не об-



работанный ДНКазой [3], также вызывал стимуляцию сперматогенеза в поврежденных семенниках.

В настоящее время трудно судить о биологической роли обнаруженного нами фактора гомогената, присутствующего в зародышах как млекопитающих (крыса), так и костистой рыбы (вьюн) на ранних стадиях развития. Можно лишь предположить, что мы имеем дело с химическим агентом, принимающим участие в поддержании высокого темпа делений клеток зародыша и не обладающим на стадиях, использованных в настоящем исследовании, сколько-нибудь четко выраженной органной специфичностью. Возможно, впоследствии фактор подобной природы синтезируется в семенниках млекопитающих, на что указывают данные некоторых исследований [1].

Полученные нами результаты доказывают, что хотя развитие сперматогенного эпителия бесспорно подчинено действию гормонов, имеются и другие факторы, играющие в этом процессе немаловажную роль.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гачечиладзе Р. Г., Туманишвили Г. Д. Ж. общ. биол., 25, 434—442, 1964.
2. Костомарова А. А. Сб.: Клеточная дифференцировка и индукционные механизмы, «Наука», М., 1965, 160—173.
3. Chichinadze N. C., Gachechiladze L. Ph., Beridze T. G., Jandieri K. N. The Third European Anatomical Congress, Manchester, England, 170—172, 1973.
4. Lowry O. N., Rosebraugh N. Y., Farr A. L., Randall R. J. J. Biol. Chem., 1931, 265—275, 1953.

ტრავმით ინჰიბირებადი სპერმატოგენური ეპითელიის
გამრავლების გამწვავი ფაქტორის შესახებ

6. მიზინაძე

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ალ. ნათიშვილის სახ. ექსპერიმენტული მორფოლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი

რ ე ზ ი მ ე

50 ვირთავაზე, რომლებსაც მოცილებული ჰქონდათ ერთი სათესლე მთლიანად, ხოლო მეორე — ნაწილობრივ, შესწავლილია ძელოვანი თევზის — ხლაკუნას — განაყოფიერებული ქვირითის ჰომოგენატის ზემოქმედება ტრავმით ინჰიბირებული სპერმატოგენული ეპითელის გამრავლების უნარზე.

ქვირითის ჰომოგენატმა, დამუშავებულმა რწმავით ან პრონავით, მხოლოდ მაინჰიბირებელი მოქმედება გამოავლინა ტრავმირებულ სპერმატოგენულ ეპითელზე, მაშინ როცა წმკვით დამუშავებულმა ჰომოგენატმა მასტიმულირებლად იმოქმედა სათესლე ჯირკვლის დარჩენილ ნაწილზე და სპერმატოგენული ეპითელის განვითარების მთელი ციკლის აღდგენა განაპირობა.

მიღებული მონაცემების საფუძველზე გამოთქმულია მოსაზრება, რომ წმკვით დამუშავებული ქვირითის ჰომოგენატში ინჰიბირებული სპერმატოგენული ეპითელის გამრავლების გამწვებ სუბსტრატს რწმ-ცილის კომპლექსი უნდა წარმოადგენდეს.

A FACTOR TRIGGERING THE REPRODUCTION OF THE TRAUMA-
INHIBITED SPERMATOGENIC EPITHELIUM



N. C. CHICHINADZE

Institute of Experimental Morphology, Georgian Academy of Sciences, Tbilisi, USSR

Summary

In 50 rats with a complete removal of one testis and a partial removal of the other, the effect of loach spawn homogenate on the reproduction of the trauma-inhibited spermatogenic epithelium was studied.

Spawn homogenate treated with RNAase or pronase exhibited but the inhibitory influence on the trauma-inhibited epithelium, while the DNAase treated homogenate exerted a stimulating influence on the spared part of the testis and favoured the recovery of the whole cycle of spermatogenic epithelium development.

The data presented herein suggest that RNA protein complex seems to be the triggering substrate for the reproduction of the inhibited spermatogenic epithelium in the DNAase treated spawn homogenate.

УДК 591.553

БИОГЕОЦЕНОЛОГИЯ

УСЛОВИЯ ЖИЗНИ И ЗООПЛАНКТОН МУХРОВАНСКОГО ОЗЕРА

Л. Е. Кутубидзе

Тбилисский государственный университет

Поступила в редакцию 25.12.1975

Проведено гидробиологическое изучение Мухрованского озера, которое принадлежит к типу гипергалинных водоемов (среднегодовая соленость 89,4‰). Основную массу солей составляют сульфаты магния и натрия (мирабилит). Соленость и температура воды колеблются в больших пределах. Озеро населено несколько специфическими организмами-галобрионтами — *Artemia salina* (L.), *Eucypris infata* Sars., *Brachionus plicatilis* Müll. и *Arctodiaptomus salinus* Dad., результаты изучения которых представлены в статье.

Мухрованское соленое озеро расположено севернее с. Сартчала (750 м н. у. м.), в котловине, окруженной с юга малым хребтом, а с севера — горой Сацхениси.

По Т. Нуцубидзе [1], Мухрованское озеро представляет собой овражинный водоем эрозионного типа и принадлежит к бассейну р. Иори. По форме оно овальное. Площадь водного зеркала составляет 1,5—2 га. Озеро почти бессточное, вытекает из него лишь маленький ручеек в западном направлении. Питается озеро атмосферными осадками и грунтовыми водами.

Грунт дна озера представляет собой грязеобразную органическую массу темного цвета, толщина которого составляет в среднем 18—22 см. Она имеет характерный затхлый запах, что обусловлено присутствием в ней сероводорода.

Почва окрестности озера дельвинного происхождения, его верхний слой состоит из твердой глины, которая имеет структуру и малое количество солей. Следующий слой — глинистый, с признаками заболочивания. Третий слой также глинистый с большим количеством солей.

Окрестности озера характеризуются ксерофильной растительностью. На горе и его отрогах растут кустарники и деревья.

Химическим анализом воды Мухрованского озера установлено, что содержание и количество катионов в ней следующее: кальций — 66,4 мг/л (не дает процентного показателя), магний — 2266,0 мг/л (84,49%), натрий — 1357,78 мг/л (13,17%), содержание и количество анионов: хлор — 16190,0 мг/л (20,81%), SO_4^{2-} — 53616,0 мг/л (78,86%), HCO_3^- — 146,0 мг/л и CO_3^{2-} — 66,0 мг/л (не дает процентного показателя).



В воде Мухрованского озера первое место среди катионов имеют ионы магния, а среди анионов — сульфат ионы. На втором месте среди катионов—ионы хлора. Глауберовые соли, которыми изобилует почва в окрестностях, сносятся в озеро талыми и дождевыми водами. Соленость Мухрованского озера претерпевает значительные колебания (табл. 1).

Таблица 1
Колебание солености Мухрованского озера в течение года, %

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
85,4	83,3	45,5	50,0	76,6	86,6	88,0	99,3	146,6	119,2	109,3	83

Минимальная концентрация наблюдается в марте (45,5%), максимальная — в сентябре (146,6%), средняя годовая соленость — 89,4%. По этим показателям Мухрованское озеро принадлежит к ультрагалинной группе.

Если водохранилище бессточное и лишено естественных источников питания, то в зоне полей и полупустынь Грузии такие водохранилища становятся солеными и пересоленными, так как здесь имеет место постепенное накопление и увеличение концентрации солей. Таким же является фактически Мухрованское озеро. Как видно, высокая концентрация солей — результат их постепенного накопления, которое продолжается и сейчас. Известно, что в прошлом здесь добывали мирабилит и доставляли его стекольным заводам.

Годичные изменения концентрации солей в Мухрованском озере зависят от засушливых и осадочных периодов. Как известно, для зоны полей и полупустынь Грузии характерны засухи и интенсивное испарение летом, что вызывает уменьшение объема озера и повышение концентрации солей. А веское выпадение осадков увеличивает определенный водный запас и вызывает уменьшение концентрации солей.

Температурный режим Мухрованского озера предопределен местным климатом. Колебания температуры воды в озере зависят от колебаний температуры воздуха в этом районе, так как объем воды небольшой, и это мешает сохранить собственный температурный режим. Поэтому температура воды меняется не только сезонно, но и суточно. Это своеобразие — суточное и сезонное колебание температуры воды вместе с большой амплитудой колебания концентрации воды — создает особые жизненные условия, которые отличаются большой суровостью и специфической приспособленностью к ним гидробионтов.

Колебания температуры воды в Мухрованском озере в течение года суммированы в табл. 2, в которой указаны также колебания температуры воздуха того же периода.

Кроме зависимости колебания температуры воды в озере от колебания температуры воздуха эта таблица указывает еще на годовую амплитуду их изменений. Так, например, удвоенная амплитуда коле-

бания температуры воздуха составляет 34°, а амплитуда колебания температуры — 32°.



Таблица 2

Зависимость колебания температуры воды в Мухрованском озере от колебания температуры воздуха в его окрестностях

Среда	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сред. годов.
t° воды	3,8	2,9	10,0	17,3	20,0	28,0	19,0	24,5	20,7	11,2	9,1	4,0	12,8
t° воздуха	4,0	2,8	11,2	23,5	24,0	30,0	23,0	25,0	24,0	12,0	10,0	6,0	15,6

Пелагиаль Мухрованского озера имеет малочисленное население. Из планктонных проб выяснилось, что здесь встречается лишь 5 видов животного планктона: *Brachionus plicatilis* из коловраток, *Artemia salina* (L.) из ветвистоусых рачков, *Arctodiaptom. Salinus* из веслоногих рачков, *Cletocamptus retrogressus* из *Tropacticoidea*, *Eucypr. inflata* из *Ostracoda*.

Такая видовая ограниченность зоопланктона указывает на то, что жизненные условия Мухрованского озера не подходящи для большинства пелагических гидробионтов и к таким условиям приспособляется лишь небольшая группа, которая характеризуется особыми адаптационными возможностями.

Вышеперечисленные организмы представляют собой галобионтов, любителей солей, которые переносят большие колебания температуры воды и концентрации солей. Несмотря на эту приспособленность, некоторые из них не выдерживают годовых колебаний физико-химических факторов и лишены возможности находиться в озере в течение всего года. Поэтому мы не всегда находим в Мухрованском озере вышеперечисленные организмы. Одни из них встречаются в течение всего года, другие — по сезонам, а некоторые — только в какой-то из месячных отрезков. Благодаря такой особенности в озере происходит качественное изменение пелагиальных гидробионтов в течение всего года.

Несмотря на то, что в Мухрованском озере зарегистрировано всего 5 видов зоопланктонных организмов, наблюдается изменение его состава за время исследования.

Январь — февраль. Температура — 3,8—2,9°; соленость — 85,2—83,3‰. В планктонных пробах имеется масса яиц *Artemia salina*. Их количество в 1 м³ воды составляет 2451—2468 штук. В это время, как видно, наличие планктонных организмов в озере препятствует совокупности низкой температуры воды и довольно высокая концентрация солей. Низкая температура воды в это время представляет как прямой, так и косвенный фактор, т. е. имеется в виду обилие или скудность пищи. Итак, в последние два зимних месяца из-за низкой температуры воды в Мухрованском озере встречаются только организмы в стадии покоя — в виде яиц, которые при наступлении благоприятных условий начинают развитие. А такие условия в озере наступают в марте.



Март. В это время температура воды $10,0^{\circ}\text{C}$, концентрация солей $45,5\%$ (самая низкая, обусловленная обилием осадков). В планктонных пробах имеются следующие формы:

1. *Brachionus plicatilis*. Эта коловратка появляется в озере в малом количестве в конце месяца.

2. *Artemia salina*. Впервые наупliusы появляются в середине месяца. Приблизительно через 10 дней наряду с науплиусами в озере встречаются метанаупliusы, в конце месяца появляются и взрослые формы. Таким образом, развитие в озере яиц не одновременное, что объясняется различием микроклиматов.

3. *Cletocamptus retrogressus*. Этот представитель гернактицидов впервые был обнаружен в пробах от 26/III в виде отдельных экземпляров.

4. *Eucypris inflata*. Впервые был замечен в пробах, взятых в конце месяца в виде отдельных экземпляров.

Таким образом, в марте начинается жизнь в Мухрованском озере и из пяти видов, характерных для озера, встречаются четыре. Отсутствует *Arctodiaptomus salinus*, который замечен в апреле.

Апрель. В это время температура воды $17,3^{\circ}\text{C}$, концентрация солей $50,0\%$. В таких условиях встречаются все пять представителей зоопланктона, кроме *Cletocamptus retrogressus*, который встречается в единичных экземплярах, остальные 4 вида представлены в большом количестве, хотя и среди них имеется количественное различие. На первом месте по количеству *Artemia salina*, затем идут *Brachionus plicatilis* и *Eucypris inflata* и в конце — *Arctodiaptomus salinus*. Выясняется, что в апреле в Мухрованском озере создаются самые подходящие жизненные условия для его обитателей, о чем свидетельствует наличие всех пяти видов организмов. Сочетание температуры 17°C и концентраций солей 50% дает благоприятные условия для развития пищевых компонентов, что, в свою очередь, обуславливает нормальное развитие всего населения озера. Пищевые компоненты представлены в виде бактерий, одноклеточных водорослей и животных организмов.

Май. Температура воды 20°C , концентрация солей $76,6\%$ (выше на $26,6\%$, чем в предыдущем месяце). Несмотря на изменения жизненных условий, в озере встречаются все пять представителей животных организмов. Одновременно с этим количественное соотношение таково: *Brachionus plicatilis*, *Art. salina* и *Eucypris inflata* занимают главное место в планктоне. Сравнительно в малом количестве встречается *Arctodiaptomus salinus*, а *Cletocamptus retrogressus* не замечен ни разу. Видимо, жизненные условия в озере благоприятные, ибо встречаются в большом количестве все формы животных организмов.

Июнь. Температура воды $28,0^{\circ}\text{C}$, соленость $86,6\%$ (по сравнению с прошлым месяцем выше на 10%). В составе планктона встречаются четыре вида: *Brachionus plicatilis*, *Artemia salina*, *Arctodiaptomus salinus* и *Eucypris inflata*, которые в этом месяце достигают максимума. Что касается *Arctodiaptomus salinus* и *Brachionus plicatilis*, то они сравнительно малочисленны.

Июль. Температура воды падает, она составляет 19,0°C, соленость растет — 88,0‰. В планктоне встречаются опять четыре вида, но их количество уменьшается. По-прежнему преобладают *Artemia salina*, *Eucypris inflata* и *Brachionus plicatilis*.

Август. Температура воды 24,5°C, соленость 99,3‰. В планктоне встречаются три вида—*Artemia salina*, *Eucypris inflata* и *Brachionus plicatilis*. Их количество уменьшено по сравнению с прошлым месяцем.

Сентябрь. Температура 20,7°C, соленость 146,6‰. В таких условиях встречается только два вида зоопланктона — *Artemia salina* и *Eucypris inflata*. Надо отметить, что в это время замечается массовое наличие в воде яиц *Artemia salina*, что обусловлено увеличением концентрации солей и большой испаряемостью.

В последующие месяцы (X, XI, XII) во время постепенного падения температуры воды (11,2—4,0°) и незначительного уменьшения солености (119,2—83,3‰), в Мухрованском озере встречаются лишь яйца *Artemia salina*.

Вышеизложенное позволяет Мухрованское озеро отнести к пересоленным (средняя годовая соленость — 89,4‰). Химический анализ воды показывает, что в состав озера входят сульфаты магния и натрия — так называемые глауберовые соли. Годовая температура воды и соленость озера колеблются в широких пределах (температура — 3,8—28,0°C, соленость — 45,5—146,6‰), что обусловлено местным климатом и маловодностью озера, которое питается атмосферными осадками и является бессточным.

Гидрологический режим Мухрованского озера ограничивает многообразие видов зоопланктонных организмов. Планктонные пробы Мухрованского озера показали, что в нем в тот или иной период встречаются пелагиальные и полупелагиальные гидробионты пяти видов: *Artemia salina*, *Eucypris inflata*, *Brachionus plicatilis*, *Arctodiaptomus salinus*, *Cletocamptus retrogressus*. Кроме этого, в озере проходят фазы водного онтогенетического развития насекомые рода *Ephedra*.

Из населения Мухрованского озера господствующей формой является *Artemia salina*, которая проявляет большую стойкость к колебаниям температуры и солености воды (соленость 45,5—146‰, температура 11,0—28,0°C). То же самое можно сказать об *Eucypris inflata* и *Brachionus plicatilis*, но *Arctodiaptomus salinus* и *Cletocamptus retrogressus* встречаются в тот или иной период сезона в небольшом количестве.

ЛИТЕРАТУРА

1. ნ უ ც უ ბ ი ძ ე თ. საქართველოს ტბები, საქ. მეცნ. აკად. ვახუშტის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტის ფიზიკურ-გეოგრაფიული სერია, III (ნაკვეთი II), 1948.

მუხროვანის ტბის სიცოცხლის პირობები და ზოოკლანატონი
ლ. კობახიძე

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი
რ ე ზ ი უ მ ე

მუხროვანის ტბა მიეკუთვნება ჰიპერპალინურ წყალსატევების ტიპს (სა-
შუალო წლიური მარილიანობა შეადგენს 89,4‰) წყალში გახსნილი მარილებია



მაგნიუმისა და ნატრიუმის სულფატი (გლაუბერის მარილები). მარილიანობა და ტემპერატურა დიდ ფარგლებში მერყეობს. ტბაში ბინადრობს მხოლოდ მცირე რიცხოვანი სპეციფიკური ორგანიზმები, რომელთაგან გაბატონებულია *Artemia salina* (L.), ასევე *Eucypris inflata* Sars. და *Brachionus plicatilis* Müll., მაგრამ ზოგ სეზონში არანაკლებ არის წარმოდგენილი აგრეთვე *Arctodiaptomus salinus* Dad.

THE LIFE CONDITIONS AND ZOOLOGICAL PLANKTON OF THE MUKHROVANI LAKE

L. E. KUTUBIDZE
 Institute of Zoology, Georgian Academy of Sciences, Tbilisi, USSR

Summary

The Mukhrovani Lake belongs to the type of hypertaline reservoirs (mean annual salinity being 89.4‰). Magnesium and sodium sulfate (Glauber salt) constitute the salt mass dissolved in water.

Salinity and temperature of the lake widely range. The lake is populated with a number of specific organisms such as *Artemia salina* (L.), *Eucypris inflata* Sars., *Brachionus plicatilis* Müll. and in some seasons, *Arctodiaptomus salinus* Dad.

УДК—581.522.4

ЭКОЛОГИЯ

ЖИЗНЬ РАСТЕНИЙ В ЭКСТРЕМАЛЬНО- ВЫСОКОГОРНЫХ УСЛОВИЯХ КАВКАЗА

Г. Ш. Нахуцришвили

Институт ботаники АН ГССР, Тбилиси

По характеру водного режима выделены два типа растений — гидролабильный и гидростабильный. Отмечена активная ассимиляционная способность даже при низких температурах воздуха и почвы. Выделены две совершенно различные в эволюционном и экологическом отношении группы экобиоморф.

В современной биологической науке исключительно большое внимание уделяется исследованиям жизнеспособности живых организмов в крайних условиях существования, в частности, например, в Арктике, Антарктике, пустынях, высокогорьях. В результате таких исследований выясняется, что растения, благодаря сложным биоморфологическим и эколого-физиологическим приспособительным механизмам даже в самых экстремальных условиях среды проявляют довольно активную жизнедеятельность.

Жизнь растений в экстремально-высокогорных условиях, в отличие от растений пустынь, изучена все еще недостаточно. Из современных (за последние 10 лет) исследований высокогорных биом особо следует отметить работы, проведенные Институтом ботаники Инсбрукского университета по экологии (фотосинтез, водный режим, ритмика развития) растений нивального пояса¹ [12], а также исследования жизнедеятельности высокогорных растений (преимущественно древесных) в зимний период [11]. На высоком методическом уровне изучается фотосинтез, температурный режим, ритмика развития растений и биологическая продуктивность фитоценозов на больших высотах высокогорий Колорадо [9, 6, 14]. Биоэкологические исследования проводятся в высокогорьях Арагаца (Армения) и Памира. В течение нескольких лет нами изучается жизнедеятельность растений в весьма «жестких» условиях высокогорья Центрального Кавказа, в субнивальном поясе Казбеги, Эльбруса и Мамисонского перевала на высотах от 3200 до 3800 м н. у. м.

Растения субнивального пояса, и особенно его верхней полосы, приспособлены к очень низким температурам воздуха и почвы, к сильным, часто, штормовым ветрам, к высокой солнечной радиации. Представле-

¹ По нашей терминологии — субнивального.

ние о климате верхней полосы субнивального пояса Казбеги дает климатодиаграмма (рис. 1), судя по которой даже в течение самых теплых месяцев наблюдаются отрицательные температуры воздуха -10°C , что несомненно говорит о крайне суровом климате. Несмотря на это, неплохо чувствуют себя и проходят полный цикл развития такие виды растений, как: *Cerastium Kasbek*, *Alopecurus vaginatus*, *Veronica minuta*, *Saxifraga mollis*, *S. exarata* (по данным З. Гамцемлидзе).

На больших высотах растениям приходится приспосабливаться к весьма значительным суточным колебаниям температуры поверхности почвы и приземного слоя воздуха (рис. 2). Однако следует отметить, что, как известно, амплитуда этих колебаний здесь все же намного меньше, чем в тропических высокогорьях Африки и Южной Америки [8, 15] и лишь немногим ниже, чем на Памире [4].

Вполне естественно, что к таким «жестким» условиям среды адаптировано лишь определенное количество видов — криофитов, которые в процессе эволюции, по-видимому, в результате многочисленных мутаций выработали для этого различные биоморфологические и эколого-физиологические адаптивные механизмы. В этих же условиях своеобразно распределение растений по отдельным экологическим нишам. Так, например, одни виды приспособлены к малоснежному, обдуваемому ветром, выпуклому рельефу, в то время как другие могут произрастать только в условиях блюдцевидного (вогнутого) рельефа или на склонах, где снег задерживается довольно долго (до июля), т. е. до наступления относительно высоких температур. Типичные субниральные растения приурочены, преимущественно, к первому типу экотопа, в то время как пришельцы (альпийские и субальпийские виды) неплохо чувствуют себя лишь в условиях снегообильной экологической ниши.

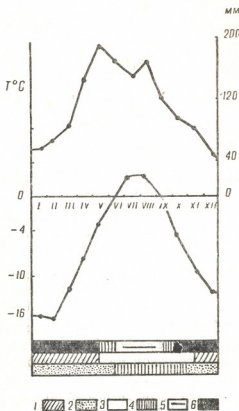


Рис. 1. Климатодиаграмма верхней части субнивального пояса Казбеги. 3650 м (1937—1965 гг.). Составители: Г. Ш. Нахуришвили, З. Г. Гамцемлидзе. 1—абсолютный минимум температуры воздуха от -42 до -20°C . 2—от -10 до -20°C и 3—от -1 до -10°C . 4—абсолютный максимум от $+10$ до $+16^{\circ}\text{C}$. 5—период отсутствия снежного покрова, 6—период устойчивого снежного покрова.

Флористический состав субнивального пояса не богат. А. Л. Харадзе [5] приводит для этого пояса Большого Кавказа всего 109 видов, среди которых многие являются типично альпийскими.

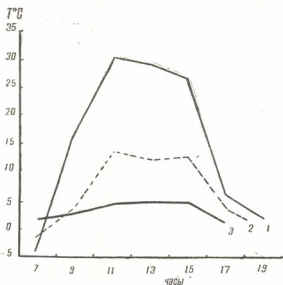


Рис. 2. Диаграмма микроклимата. Эльбрус 3400 м н. у. м. Температура поверхности почвы (1), на 10 см (2) и 150 см (3) от поверхности почвы

Совершенно своеобразны растительные сообщества в крайних высокогорных условиях. Здесь они представлены отдельными группировками (в основном микрогруппировками), которые формируются в тесной зависимости как от конфигурации рельефа или характера субстрата (подвижность, щебнистость), так и от среды, создаваемой каким-нибудь растением-задернителем. В последнем случае их, по нашему мнению, правильнее называть «ультрамикрогруппировками»².

На сильно подвижных щебнистых склонах очень часто господствуют микрогруппировки из *Delphinium caucasicum*, *Jurinella subacaulis*, *Cerastium kasbek*, *Lamium tomentosum*, *Alopecurus glacialis* и др. В условиях слабоподвижного субстрата образуются микрогруппировки из *Senecio karyaginii*, *Scrophularia minima*, *Alchimilla sericea* и др.

Из «ультрамикрогруппировок» можно назвать *Tripleurospermum subnivale*—*Veronica minuta*, *Minuartia trautvetteriana*—*Poa alpina*, *Alopecurus glacialis*—*Symphylotoma graveolens*, *A. glacialis*—*Anthemis sosnowskijana* и др.

Следует отметить, что в каждой микрогруппировке большую роль играют мхи и особенно лишайники (*Thamnolia vermicularis*, *Cetraria nivalis*, *C. islandica*, *Stereocaulon alpinum* и др.).

Для приблизительной оценки флористической гомогенности отдельных группировок или комплекса микрогруппировок субнивального пояса мы пользовались методом Браун-Бланке³ [7].

² Термин «ультрамикрогруппировка» заимствован у Т. А. Работнова (1972).

³ Встречаемость растений была определена методом Раункиера при 100-кратной повторности (диаметр обруча — 31,6 см).



Приводимые материалы названной оценки (рис. 3) показывают, что описанные нами участки флористически совершенно не гомогенны.

Покрываемость отдельных растительных участков цветковыми растениями очень низкая (30—40%), но вместе с тем значительных величин достигают покрытия субстрата мхами и лишайниками (50—70%), особенно выше 3500 м н. у. м. Иногда на этих высотах (3300—3500 м н. у. м.), на снегообильных склонах, встречаются фрагменты типичного альпийского луга (из *Festuca varia*, *Carex meinshauseniana*, *Festuca supina* и др.) и альпийских ковров (с участием *Taraxacum stevenii*, *Campanula biebersteiniana*, *Plantago saxatilis* и др.).

Большинство типичных субнивальных растений представлено стенотопными видами и очень редко можно встретить их в других высотных поясах. Данное обстоятельство в первую очередь следует объяснить их строгой приуроченностью к сильно освещенным и холодным экотопам и слабой конкурентной способностью с другими видами растений.

В крайних высокогорных условиях почти все жизненные формы растений довольно сильно специализированы. Так, например, можно различить:

- 1) растения с сильно распростертыми по земле розеточными листьями (*Symphylotoma graveolens*, *Aetheorappus caucasicus*, *Jurinella moschus* и др.),
- 2) подушковидные растения с сильным разветвлением подземных вегетативных органов (*Minuartia inamoena*, *Draba bryoides*, *Saxifraga exarata* и др.) и
- 3) шпалерные растения с распростертыми по земле побегами (*Cerastium cerastioides*, *C. polymorphum*, *Minuartia aizoides* и др.).

Для растений субниваального пояса характерны сильное опушение (*Aetheorappus caucasicus*, *Jurinella moschus*, *Anthemis sosnowskyana* и др.) и полусуккулентность листьев (*Eunomia rotundifolia*, *Veronica minuta*, *Androsace albana*, все виды *Saxifraga* и др.).

В крайних высокогорных условиях Кавказа господствуют растения с неглубокой, сильно разветвленной у поверхности субстрата кор-

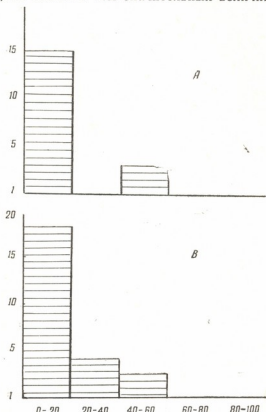


Рис. 3. Гистограмма встречаемости растений негомогенных фитоценозов субниваального пояса Мамисони (3200 м н. у. м.). А—склон южной экспозиции, группировка из *Aetheorappus caucasicus*, *Arenaria lychnidea* и др. В—склон западной экспозиции, группировка *Anthemis Sosnowskyana*, *Symphylotoma graveolens* и др.

невой системой. По-видимому, такая корневая система способствует абсорбции воды при таянии промерзшего после утренних заморозков поверхностного слоя почвы. В корнях сильно развита пробковая ткань.

Отмеченные адаптивные биоморфологические механизмы следует рассматривать, как реакцию на сильную солнечную радиацию и вместе с тем на значительный перегрев поверхности субстрата и приземного слоя воздуха (до $+60^{\circ}\text{C}$). Эти же механизмы способствуют перенесению в течение вегетации довольно резкого охлаждения приземного слоя воздуха и почвы (до -10°C) в ночные и утренние часы.

Одной из приспособительных особенностей растений на больших высотах является их значительная протоплазматическая резистентность не только к низкой, но и к повышенной температуре воздуха и почвы. По данным некоторых исследователей [1, 3, 13, 10], высокогорные растения, по сравнению с видами других географических зон, обладают самой высокой температурой поверхности листа. В связи с этим Кребб [10] назвал высокогорные растения «высокотемпературными». Повышению здесь температуры самих растений, кроме сильных солнечных лучей, способствует также специализация жизненных форм, в частности, например, ориентирование всех листьев перпендикулярно солнечным лучам. Именно высокой температурой самих растений компенсируется в крайних высокогорных условиях действие очень низкой температуры и недостаточная сумма активных температур воздуха.

Своеобразна и ритмика развития растений в экстремально-высокогорных условиях. Вегетация растений начинается здесь не так поздно и ее продолжительность не так коротка, как это считают некоторые исследователи. Она начинается на южных склонах приблизительно с первой декады июня и длится до середины сентября. Растения на больших абсолютных высотах проявляют многообразную индивидуальность в отношении прохождения отдельных фенофаз. Здесь, в связи с наличием очень различных экологических ниш, в любом периоде вегетации можно наблюдать индивиды растений в различных фенологических фазах. В начале вегетации при самых низких температурах воздуха и почвы развиваются лишь очень мелкие скрученные листочки, плотно распростертые по поверхности субстрата. В таком состоянии листы эти растения развивают генеративные органы и только в относительно благоприятных условиях (в начале июля) — в фазе цветения и плодоношения — листья завершают свое нормальное развитие.

О хорошей приспособленности высокогорных растений к «жестким» условиям жизни свидетельствует преимущественно нормальное регулирование водного баланса, что, в первую очередь, выражается в высоком содержании влаги, средней интенсивности транспирации, в основном невысоких, водном дефиците и осмотическом давлении (табл. 1).

По показателям водного режима все изученные нами высокогорные растения, произрастающие в крайних условиях жизни (на высотах от 3200 до 3800 м н. у. м.), мы считаем возможным разделить на две



группы: гидролабильные и гидростабильные растения. Гидролабильные, со своей стороны, мы делим на две подгруппы:

1. Растения, имеющие большой запас воды и расходующие его обильно, однако водный баланс у них никогда не доходит до критического состояния. Растения этой подгруппы условно можно назвать растениями с активным обменом воды (*Tripleurospermum subnivale*, *Senecio karyaginii*).

Таблица 1

Показатели водного режима субнивальных растений Эльбруса (3500 м н. у. м.)

В и д ы	Содержание влаги в листьях. %		Транспирация мг/г. ч	Осмотическое давление, атм
	мин.	макс.	макс.	макс.
<i>Tripleurospermum subnivale</i>	84	90	940	14
<i>Senecio karyaginii</i>	84	90	800	10
<i>Potentilla gelida</i>	70	79	780	16
<i>Veronica minuta</i>	68	80	730	9
<i>Minuartia trautvetteriana</i>	53	70	630	6
<i>Saxifraga flagellaris</i>	77	87	510	16
<i>Saxifraga moschata</i>	72	85	280	14

2. Растения, имеющие невысокий водный запас, но расходующие его довольно активно и поэтому водный баланс у них нередко доходит до критического состояния, а именно: сильно понижается содержание влаги в листьях (до 50%), дефицит воды подымается до значительных величин 25—30% (*Minuartia inamoena*, *M. trautvetteriana*, *Veronica minuta*, *Symphyloloma graveolens*). Нужно полагать, что у растений этой подгруппы обмен воды происходит с меньшей интенсивностью. Следует учесть и то обстоятельство, что растения, произрастающие на очень больших высотах, способны в летнее время испарять влагу даже при отрицательных температурах (—2—3°C). Устьица у всех этих растений днем почти всегда открыты.

Одним из ярких проявлений высокой жизнедеятельности растений в экстремально-высокогорных условиях является их активная ассимиляционная способность, проявляющаяся даже при довольно низких дневных температурах воздуха и почвы (табл. 2).

По интенсивности фотосинтеза хорошо выражена определенная степень дифференциации между видами растений. В частности, к растениям, активно ассимилирующим углекислоту, относятся *Senecio karyaginii*, *Tripleurospermum subnivale*, *Potentilla gelida*, а к растениям с низкой интенсивностью фотосинтеза—*Saxifraga exarata*, *S. flagellaris*, *Minuartia trautvetteriana* (табл. 2).

Таким образом, надо полагать, что в крайних высокогорных условиях Кавказа сформировались две совершенно различные в эволюционном и экологическом отношении группы экобиоморф.

Первая—типа "*Saxifraga*" (*S. exarata*, *S. moschata*, *S. flagellaris*) высоко специализирована как в биоморфологическом, так и эколого-фи-

экологическом отношении. Почти все виды этой группы вечнозеленые, листья полусуккулентного типа, генеративные побеги сильно укорочены. Суровую зиму они могут перенести без снежного покрова и встречаются в самых суровых экологических нишах (обдуваемых ветром,

Таблица 2

Потенциальная интенсивность фотосинтеза (мг CO₂ г сух. веса час) субнивальных растений Эльбруса в связи с температурой и освещенностью (3500 м н. у. м.)

В и д ы	Т°С			
	освещенность, тыс. лк			
	0 20	2 70	5 60	10 98
<i>Tripleurospermum subnivale</i>	10,2	26,7	65,3	32,8
<i>Senecio karyaginii</i>	68,7	122,1	60,0	139,1
<i>Potentilla gelida</i>	7,7	31,8	27,0	56,5
<i>Veronica minuta</i>	11,4	18,3	34,0	65,3
<i>Minuartia trautvetteriana</i>	9,4	16,1	39,8	42,3
<i>Saxifraga flagellaris</i>	9,1	11,9	13,3	19,0
<i>Saxifraga exarata</i>	9,2	10,1	10,6	18,6

на очень больших высотах до 3600—3700 м н. у. м.). Почти все эколого-физиологические показатели за исключением осмотического давления, как-то: транспирация, водный дефицит, фотосинтез у них сильно понижены, но при этом все они характеризуются исключительно высокой стабильностью в отношении влияния на них экологических факторов:

Вторая группа—типа "*Tripleurospermum*" (*T. subnivale*, *Senecio karyaginii*, *Potentilla gelida*, *Minuartia trautvetteriana*)—менее специализирована как в биоморфологическом, так и в экофизиологическом отношении; растения имеют относительно нормально развитые листья и побеги. Все физиологические процессы у представителей этой группы характеризуются исключительно высокой лабильностью в отношении изменяющихся внешних экологических условий. Представители этой группы приурочены к относительно мягким экологическим нишам (к более заснеженным местам, между моренами).

Заслуживает внимания то обстоятельство, что представители высокоспециализированной экибиоморфологической группы типа "*Saxifraga*" (*Saxifraga exarata*, *S. moschata*, *S. flagellaris*) являются видами с широким евразийско-горным и аркто-альпийским ареалами [5, 2]. К этим же геоэлементам относится *Potentilla gelida*, но она, как хионофильное растение, «выбирает» совершенно другой путь адаптации к экстремальным условиям и приурочена к относительно благоприятным экологическим нишам. Она выходит из-под снежного покрова лишь при наступлении сравнительно высоких температур.



Надо полагать, что именно исключительно высокая стойкость в отношении влияния внешних экологических условий способствовала такому широкому расселению этих видов растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Давитая Ф. Ф., Мельник Ю. С. Метеорология и гидрология, 1, 78—81, 1962.
2. Долуханов А. Г. Бот. журн., 11, 1662—1674, 1969.
3. Пумпянская С. Л. Тр. Тебердинского гос. заповедника, 3, 255—263, 1962.
4. Свешникова В. М. Водный режим растений и почв высокогорных пустынь Памира, Душанбе, 1962.
5. Харадзе А. Л. Зам. сист. геогр. раст., 25, 104—114, 1965.
6. Bliss L. Ecol. Monogr., 125—155, 1966.
7. Braun—Blanquet J. Pflanzensociology. Wien—New York, 1—865, 1964.
8. Hedberg O. Features of Afroalpine Plant Ecology. Upsala, 1964.
9. Holway I., Ward R. Ecology, 46, 1/2, 73—83, 1965.
10. Kreeb K. Okophysiology der Pflanzen, Iena, 1974.
11. Larcher W. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 85, H 7/9, 315—327, 1972.
12. Moser W. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und Tiere, 32, 1—11, 1967.
13. Salsbury F., Spomer G. Planta, 60, 5, 497—505, 1964.
14. Tieszen L. The American Midland Naturalist, 83, 1, 238—253, 1970.
15. Walter H., Medina E. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 82, 3/4, 275—281, 1969.

მცენარეთა სიცოცხლე კავკასიის მაღალმთიანეთის ექსტრემალურ პირობებში

ზ. ნახუტრიშვილი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ბოტანიკის ინსტიტუტი, თბილისი

რეზიუმე

ეკოლოგიური დაკვირვებები მიმდინარეობდა ყაზბეგის, მამისონისა და იაღლბუზის სუბნივალურ სარტყელში (3200—3800 მ. ზ. დ.). აღნიშნულ ადგილ-სამყოფელოსთან მცენარეები შეგუებულნი არიან სხვადასხვა ბიომორფოლოგიურ და ეკოლოგ-ფიზიოლოგიური მექანიზმებით. სასიცოცხლო ფორმები ძლიერ არის სპეციალიზებული, ფოტოსინთეზის ინტენსივობა დაბალ ტემპერატურებზეც კი საკმაოდ აქტიურია. წყლის რეჟიმის მიხედვით მცენარეებს ვყოფთ ორ ჯგუფად: ჰიდროლაბილურად და ჰიდროსტაბილურად. გარემოსთან შეგუების თავისებურების მიხედვით გამოვყოფთ ეკობიომორფების ორ ტიპს.

PLANT LIFE IN EXTREMELY HIGH MOUNTAIN CONDITIONS OF THE CAUCASUS

G. Sh. NAKHUTSRISHVILI

Institute of Botany, Georgian Academy of Sciences, Tbilisi, USSR

Summary

The present work has been carried out in the subnival zone of the Kazbegi, Mamison, Elbrus (Central Caucasus) in the altitude of 3200-3800 metres above sea level.



Plants in the extremely-high mountain conditions are adapted to important daily fluctuations of the temperature over the soil and layer (from -10°C to $+50^{\circ}\text{C}$).

Typical subnival plants are mainly accustomed to the little snowing, winding places. Phytocenoses here are presented as separate micro- and "ultramicrogroups". Floristic homogeneity of separate plant groups is extremely low, all life-forms being rather specific. The rhythmic of the development of phytocenosis is original in the extremely high mountain conditions. Plants show varied individuality in respect to the passing separate phenophase. According to the water regime two types are distinguished, i. e. hydrolabile and hydrostable. Active assimilative ability is noted even at low temperature of air and soil.

According to the evolutionary and ecological qualities two absolutely different groups of ecobiomorph of plants are distinguished: one is "*Saxifraga*" and the other "*Tripleurospermum*".

УДК 576.8.097.1, 576.8.097.3

ИММУНОЛОГИЯ

К ВОПРОСУ ИНТОКСИКАЦИИ ОРГАНИЗМА ПРИ ОБЩЕЙ ТРАВМЕ ТУЛОВИЩА

Н. В. Гогешвили, Е. Н. Ахведиани

НИИ экспериментальной и клинической хирургии МЗ ГССР,
Туберкулезный республиканский НИИ МЗ ГССР, Тбилиси

Поступила в редакцию 25.12.1975

У 303 беспородных крыс весом 180—220 г воспроизводили экспериментальный травматический шок разной степени тяжести путем нанесения им общей травмы туловища в барабане, сконструированном по Ноблю и Колипу. Изучали динамику появления, концентрацию и длительность нахождения в крови и органах (печени, селезенке, легких и почках) крыс токсического фактора (ТФ) в период травматического шока и восстановления. Установлено, что в организме крыс при общей травме туловища обнаруживается ТФ липополисахаридной природы, проявляющий антигенное родство с эндотоксином *E. coli*. Выявлена прямая корреляционная связь между тяжестью травматического шока, концентрацией и длительностью нахождения ТФ в крови и органах крыс. Предполагается, что появление ТФ, наряду с глубоким нарушением иммунных механизмов организма, может оказать существенное влияние на течение и исход шока.

Несмотря на многочисленные исследования по изучению механизмов возникновения необратимых изменений при шоке, роль интоксикации организма в этом процессе остается не выясненной. Нет единого мнения о возможности появления бактериальных токсинов во внутренней среде организма и их значении в патогенезе и исходе травматического шока [9, 3, 6, 7, 8, 1]. В связи с этим, в задачи наших исследований входило изучение динамики появления, концентрации, распределения и длительности нахождения токсического фактора (ТФ) бактериального происхождения в организме крыс в период травматического шока и восстановления в зависимости от тяжести состояния.

Опыты проведены на 303 крысах обоего пола весом 180—220 г. Животные были разделены на 3 группы: I группа (70 крыс) подвергалась тяжелой травме туловища (летальность — 81,1%); II группа (63 крысы) — травме средней тяжести (летальность — 50,0%); III группа (45 крыс) — легкой травме (летальность — 5,5%).

Общую травму туловища воспроизводили в барабане по Ноблю и Колипу [10]. Скорость вращения барабана составляла 43 оборота в минуту. Разная степень тяжести травмы достигалась путем варьирования количества оборотов барабана (800, 605, 400). Степень развития шока определяли по общепринятым критериям для мелких животных: выживаемости в течение 7 суток с учетом продолжительности жизни, изменению ректальной температуры, по общей клинической картине (внешний вид, реактивность и т. д.) [7].

ТФ из крови и органов крыс (печени, селезенки, легких, почек) выделяли по методу Вестфала [11] в динамике: через 5 минут, 1,3 и 5



часов, 1, 2, 7 и 14 суток после травмы. Животные в терминальном состоянии исследовались отдельно. Для контроля исследовали кровь и органы интактных крыс.

Токсичность выделенных фракций определяли путем биотестирования на белых мышах. В целях повышения чувствительности метода резистентность мышей понижали ацетатом свинца по описанной нами методике [4]. Всего использовано 1200 белых мышей весом 15—18 г.

Токсический фактор в организме крыс при общей

Тяжесть травмы (в % гибели крыс)	Исследуемый материал	Сроки проведения иссле					
		Исходное состояние		5 мин		1 час	
		п/п'	% гибели M±m	п/п'	% гибели M±m	п/п'	% гибели M±m
81,1% (800 об.)	Кровь	10/0	0	14/2	14,2±9,68	10/5	50,0±16,67
	Селезенка	10/0	0	12/2	16,6±11,21	14/10	71,4±12,54
	Печень	10/0	0	14/2	14,3±9,71	12/8	66,6±14,2
	Почка	10/0	0	12/2	16,6±11,21	10/5	50,0±16,67
	Легкие	10/0	0	12/2	16,6±11,21	10/6	60,0±16,3
50% (605 об.)	Кровь	—	—	12/3	25,0±13,05	9/3	33,3±16,66
	Селезенка	—	—	12/2	16,6±11,21	12/8	66,6±14,2
	Печень	—	—	11/1	9,1	14/4	28,6±12,54
	Почка	—	—	10/0	0	8/0	0
5,5% (400 об.)	Кровь	—	—	8/0	0	10/2	20,0±13,33
	Селезенка	—	—	7/0	0	14/4	28,6±12,54
	Печень	—	—	10/0	0	14/4	28,6±12,54
	Почка	—	—	5/0	0	5/0	0
	Легкие	—	—	5/0	0	10/0	0

Примечание: п—общее число мышей в опыте, п'—из них погибших.

Результаты проведенных исследований по токсичности разных фракций представлены в табл. 1 и на рисунке.

Как видно из приведенных данных, после воспроизведения травматического шока во внутренней среде организма крыс обнаруживается токсический фактор. Распределение его и степень накопления в крови и органах значительно варьировали.

При развитии тяжелого травматического шока, сопровождающегося резким (до 33,0°C) и длительным понижением ректальной температуры, уже через 5 минут ТФ появлялся в крови и органах крыс. В дальнейшем количество его значительно нарастало и достигало максимального уровня к 1—3 часам. При этом токсичность особенно была свойств органов. Так, в легких к 24 часам ТФ уменьшался от 83,3% последующие сроки токсичность понижалась в разной степени, что, вероятно, зависело от функциональной активности и сегрегационных свойств органов. Так, в легких к 24 часам ТФ уменьшался от 83,3% до 16,6% (P<0,05), а в печени — от 55,5% до 28,6% (P<0,05). Через



48 часов ТФ в незначительном количестве обнаруживался только в печени — 16,6% (см. табл. 1 и рисунок).

После воспроизведения шока средней тяжести понижение ректальной температуры носило менее выраженный характер (до 33,5°C). Однако ТФ в крови и органах, за исключением почек, выявлялся также к 5 минутам и достигал наивысшего уровня к часу, хотя токсичность крови и органов, кроме селезенки, была значительно ниже по сравнению

Таблица 1

Травма туловища (в % гибели тест-мышей)							
дованный после шока							
3 часа		5 час.		1 сутки		2 сутки	
n/n'	% гибели M±m	n/n'	% гибели M±m	n/n'	% гибели M±m	n/n'	% гибели M±m
12/9	75,0±13,06	9/3	33,3±16,66	11/2	18,1	10/0	0
8/6	75,0±16,36	10/4	40,0±16,3	12/3	25,0±13,05	10/0	0
9/5	55,5±17,59	10/5	50,0±16,67	14/4	28,6±12,54	12/2	16,6±11,21
14/10	71,4±12,54	10/5	50,0±16,67	9/3	33,3±16,66	10/0	0
12/10	83,3±11,24	10/6	60,0±16,3	12/2	16,6±11,21	9/0	0
12/2	16,6±11,21	11/1	9,1±12,18	8/0	0	5/0	0
14/7	50,0±13,87	9/3	33,3±16,66	10/2	20,0±13,33	7/0	0
10/2	20,0±13,33	14/4	28,5±12,52	10/2	20,0±13,33	14/2	14/2
8/0	0	12/0	0	8/0	0	3/0	0
12/4	30,0±13,82	10/2	20,0±13,33	9/0	0	5/0	0
6/0	0	6/0	0	6/0	0	9/0	0
12/4	30,0±13,82	10/2	20,0±13,33	6/0	0	8/0	0
21/4	19,0±8,772	10/2	20,0±13,33	8/0	0	8/0	0
6/0	0	8/0	0	5/0	0	8/0	0
16/2	12,5±8,539	12/2	16,6±11,21	5/0	0	7/0	0

нию с предыдущей группой и составляла 28,6—33,3%. С 3-х часов ТФ уменьшался и к 24 часам выявлялся в печени и селезенке (20%), а через 48 часов обнаруживался только в печени в концентрации 14,2% (табл. 1). В последующие сроки (от 2-х до 14 суток наблюдений) в обеих группах животных ТФ в крови и органах крыс не обнаруживался, тогда как ректальная температура возвращалась к нормальному уровню лишь к 7—14 суткам (рисунок).

После воспроизведения сублетальной травмы ректальная температура понижалась кратковременно, а ТФ выделялся в незначительных количествах (12,2—33,3%) в период от 1 до 5 часов (табл. 1, рисунок).

Выявленная взаимосвязь между концентрацией и длительностью нахождения ТФ в организме и тяжестью шока дает основание предполагать, что появление ТФ во внутренней среде организма в значительной степени осложняет и усугубляет исход травматического шока.

При этом количество и длительность нахождения ТФ в организме может иметь прогностическое значение. Независимо от тяжести шока при благоприятном исходе количество ТФ в крови и внутренних орга-

нах прогрессивно снижалось уже к 3—5 часам (рисунок), а при исследовании животных в терминальном состоянии наблюдалось насыщение крови и внутренних органов ТФ независимо от тяжести шока и сроков гибели животных (табл. 2).

Таблица 2

Токсический фактор у крыс в терминальном состоянии после
травматического шока (в % гибели тест-мышей)

Тяжесть шока (% летальности крыс)	Исследуемый материал	Сроки исследования после шока		
		с 1 до 3 час	с 3 до 5 час	с 5 до 24 часов
81,1	кровь	80,0±3,5	72,7±1,8	77,7±2,1
	селезенка	60,0±2,0	50,0±6,0	50,0±3,5
	печень	60,0±1,5	58,0±3,0	50,0±3,0
	почки	66,0±4,5	60,0±2,5	60,0±4,5
	легкие	60,0±1,5	57,0±1,5	66,6±1,9
50,0	кровь	60,0±4,0	77,7±1,5	75,0±1,5
	селезенка	50,0±3,5	60,0±3,0	50,0±2,0
	печень	50,0±1,5	60,0±2,5	57,1±3,1
	почки	50,0±2,5	66,6±3,1	57,1±1,7
	легкие	60,0±4,0	42,8±2,9	40,0±1,6
5,5	кровь	—	—	66,6±1,5
	селезенка	—	—	40,0±1,1
	печень	—	—	57,1±0,5
	почки	—	—	50,0±3,0
	легкие	—	—	42,8±1,0

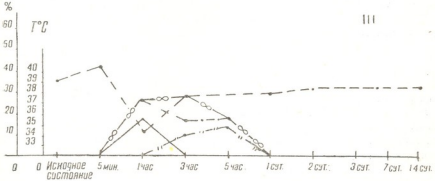
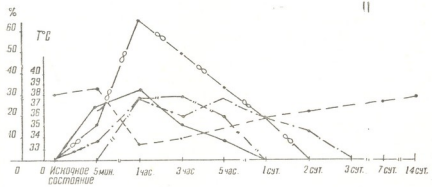
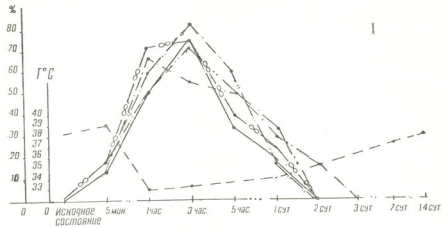
По-видимому, выделенный ТФ является бактериальным липополисахаридом (ЛПС), так как выбранная нами методика обеспечивает получение только токсических бактериальных ЛПС и нетоксических тканевых полисахаридов [11, 5]. Кроме того, наблюдаемые у мышей, инъецированных ТФ, кишечные поражения, которые клинически выражались в профузных кровавых поносах, а морфологически — в геморрагическом некрозе слизистой оболочки кишечника или точечными геморрагиями его стенки, весьма характерны для кишечника животных, погибавших от летальной дозы эндотоксина *E. coli*.

Изучение антигенной структуры выделенного токсического фактора с помощью реакции связывания комплемента на холоду и реакции преципитации в геле по Оухтерлони выявило его антигенное родство с эндотоксином *E. coli*: в реакции Оухтерлони токсический фактор давал идентичные полосы преципитации с эндотоксином *E. coli*, а в реакции связывания комплемента титр ТФ с ОВ коли-сыворотками типа 9, 045, 0119, 0126 составлял 1:160, а с сывороткой типа 408—достигал 1:320.

Эти данные согласуются с исследованиями К. Г. Федоровой и Н. С. Мурашовой [6], которые наблюдали появление специфических антител у собак против эндотоксина *E. coli* в титрах 1:40—1:320 в



поздние сроки реанимации. Причем, титры антител в определенной степени зависели от характера терминального периода и реанимации.



Динамика обнаружения токсического фактора в крови и органах крыс и изменения ректальной температуры при травматическом шоке разной тяжести. I—тяжелый шок, II—шок средней тяжести, III—сублетальная травма. |—| кровь, |—∞—| селезенка, |—·—·—| печень, |—·—·—| почка, |—||—| легкие, |—|—|—| ректальная температура. По оси абсцисс—смертность мышей в %, по оси ординат—ректальная температура крыс

Надо полагать, что при травматическом шоке во внутреннюю среду организма ТФ проникает из кишечника. Этому, вероятно, могут способствовать развитие гипоксии, понижение проницаемости и глубокие



нарушения иммунных механизмов [2]. Массивная ишемия, сужение сосудов и сосудистых шунтов в подслизистом слое, наблюдаемые при травматическом шоке, могут обусловить выделение значительного количества биогенных аминов (гистамина, серотонина и др.), оказывающих существенное влияние на изменение проницаемости, опосредствуя механизмы проникновения условно-патогенных микробов и их токсинов из кишечника во внутреннюю среду организма.

Следует отметить, что сопоставление динамики обнаружения ТФ во внутренней среде организма с динамикой изменений ректальной температуры при травматическом шоке разной тяжести не выявило их корреляционной связи. При полном исчезновении ТФ из крови и внутренних органов, ректальная температура еще длительное время оставалась на низком уровне (рисунок). Исходя из вышеизложенного, можно считать, что нарушение периферической гемодинамики и сопутствующая гипоксия не могут быть ведущим звеном в накоплении ТФ во внутренней среде организма. В этом процессе, вероятно, существенную роль играют нарушения иммунных механизмов.

Таким образом, вышеизложенный материал дает основание заключить, что при травматическом шоке организм подвергается воздействию токсического фактора, который, вероятно, является бактериальным липополисахаридом и проявляет антигенное родство с эндотоксином *E. coli*. Чрезмерное накопление ТФ в органах и тканях при нарушении детоксикационной способности последних и иммунобиологической реактивности организма, может усугубить исход патологического процесса; пагубно воздействуя на клетки и ткани в целом, ТФ может вызывать их массовое разрушение и тем самым способствовать развитию необратимых изменений.

Дальнейшие исследования роли интоксикации организма и механизмов нарушений иммунных механизмов при стрессовых состояниях, вызванных травмой и кровопотерей, в клинических условиях могут иметь существенное значение, так как выявление ТФ в организме и его динамика могут служить важным информативным признаком для суждения о состоянии организма и выбора наиболее рационального метода лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева З. М., Шикунова Л. Г., Ковалева В. В., Корякина И. Е., Долматовская Н. В. Пат. физиол., 2, 81—83, 1972.
2. Ахвледiani Е. Н., Гогобашвили Н. В., Васадзе Г. Ш., Варазаншвили Г. А., Самхарадзе Н. Г. Тезисы докладов IV конф. патофизиологов, Баку, 1975.
3. Васадзе Г. Ш., Накашидзе Н. Д., Нарикашвили Н. Д. Материалы 2-й Зак. конф. патофиз. по защитно-приспособит. реакциям организма, Ереван, 1962, 87—88.
4. Гогобашвили Н. В., Ахвледiani Е. Н., Варазаншвили Г. А. Сообщения АН ГССР, 75, 2, 493—496, 1974.
5. Киселев П. И. Токсикология инфекционных процессов, Л., 1971.
6. Федорова К. Г., Мурашова Н. С. Пат. физиол., 6, 69—71, 1968.
7. Gesse H., et al. J. Med. exp., 18, 3, 129—134, 1968.
8. Haas H., N. J. Saltz. Europ. Surg. Res., 2, 5, 345—394, 1970.
9. Herbert H., Ravin A. A., Fritz B., Schwenburg. J. Fine. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 99, 2, 1958.
10. Noble R. L., Collip J. B. Quart. J. Exp. Physiol., 31, 187, 1942.
11. Westphal O., et al. Z. Naturforsch., 136, 9, 571, 1958.

ნ. გოგებაშვილი, ე. ახვლედიანი

საქართველოს ჯანმრთელობის დაცვის სამინისტროს ექსპერიმენტული და კლინიკური
ჭირურგიის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი, ტუბერკულოზის რესპუბლიკური
სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი, თბილისი

რ ე ზ ი უ მ ე

ვირთაგვების ორგანიზმში სხეულის ზოგადი ტრავმის დროს ვლინდება
ლიპოპოლისახარიდული ბუნების ტოქსიკური ფაქტორი (ტფ), რომელიც ანტი-
გენურ ნათესაობას ამჟღავნებს *E. coli* ენდოტოქსინთან. ტფ მით უფრო ხან-
გრძლივად არის და მისი კონცენტრაცია სისხლსა და შინაგან ორგანოებში მით
უფრო მაღალია, რაც უფრო მძიმეა შოკი.

ავტორთა აზრით, შოკის სიმძიმე და შოკის გავლა მნიშვნელოვნად უნდა
იყოს დამოკიდებული ორგანიზმის შინაგან გარემოში, იმუნური მექანიზმის
დარღვევის ფონზე, ამ ტფ არსებობაზე.

INTOXICATION OF THE ORGANISM DURING A TOTAL BODY TRAUMA

N. V. GOGEBASHVILI, E. N. AKHVLEDIANI

Institute of Experimental and Clinical Surgery, Research Institute of Tuberculosis, Georgian
Ministry of Health, Tbilisi, USSR

S u m m a r y

A toxic factor of lipopolysaccharide nature exhibiting antigenic relation-
ship with *E. coli* endotoxin was found in the rat's organism during a to-
tal body trauma. A direct correlation was seen between the concentration
and persistency of the toxic factor in blood and viscera and the shock sever-
ity. It is conceived by the authors that when the organism's immunity me-
chanism is disturbed, the occurrence of the toxic factor may appreciably af-
fect the shock severity and recovery from it.

УДК 616-001-26

РАДИОБИОЛОГИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОТИВОЛУЧЕВУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СУЛЬФИДРИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ОПЫТАХ С РАСТЕНИЯМИ

Д. М. Гродзинский, К. А. Гигинейшвили, И. Н. Гудков

Институт физиологии растений АН УССР, Киев.


Тбилисский государственный университет

Поступила в редакцию 15.12.1975

Рассмотрено влияние экспозиции проростков гороха и конских бобов в растворах радиопротекторов сульфидрильной природы (цистеин, бета-меркаптоэтиламин, S-бета-аминоэтиллизотиуроний), а также варьирования концентрации радиопротекторов, реакции среды, дозы гамма-излучения радиации и фазы развития растения на степень проявления защитного действия. Показано, что противолучевое действие указанных радиопротекторов в максимальной степени проявляется при дозах, близких к полудетальным, при концентрации протекторов $5 \cdot 10^{-4}$ — 10^{-3} М. экспозиции проростков на растворе протектора в течение 2—3 час непосредственно перед облучением и рН среды — 6,5—7,5. При облучении проростков степень защитного действия проявлялась в большей степени, чем при облучении семян.

Проблема противолучевой защиты организмов, так же как канцерогенез и старение, — одна из наиболее актуальных и сложных проблем современной биологии. Решение ее требует приложения усилий ученых самых различных специальностей, изучающих действие излучений на организм и механизмы противолучевой защиты на разных уровнях проявления реакций — от электронного уровня до уровня биосферы. Для этой цели привлекаются самые различные объекты, так как многие эксперименты, почти невозможные с млекопитающими, можно легко провести с другими организмами — бактериями, дрожжами, растениями. Последние в этом ряду занимают особое место вследствие своей высокой радиочувствительности, удобства культивирования, высокой степени воспроизводимости данных. Поэтому растения давно используются радиобиологами в качестве модели для испытания эффективности различных радиопротекторов.

Для проявления химического радиозащитного действия какого-либо соединения необходимо, чтобы его молекулы находились в соответствующих эффективных объемах клетки и чтобы ее физиолого-биохимическое состояние способствовало наиболее полному проявлению защитных свойств. Поэтому факторы, влияющие на внутриклеточное распределение и метаболизм радиопротектора, а также изменяющие уровень физиологических процессов, отражаются на эффективности защиты. Большинство из этих факторов сильно варьирует по интенсивности, в связи с чем эффективность радиопротекторов оказывается сильно колеблющейся величиной. Вследствие этого действие радиопротекторов необходимо изучать при одновременном учете влия-



ния разнообразных сопутствующих факторов: интервала времени между введением протектора и облучением гамма-лучами, реакции среды, дозы облучения, стадии развития растений, определяющей интенсивность отдельных физиолого-биохимических процессов в момент облучения и т. д. Исследованию влияния этих факторов на противолучевое действие одним из наиболее эффективных радиопротекторов тиоловой группы — цистеина, β -меркаптоэтиламина (МЭА, цистеамин) и S- β -аминоэтилотионурония бромид (АЭТ) были посвящены наши эксперименты, результаты которых излагаются в настоящей статье.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Опыты проводили с проростками гороха сорта Рамонский 77 и конскими бобами сорта Уладовский фиолетовый, чувствительность которых к ионизирующей радиации лежит на уровне радиочувствительности млекопитающих и которые представляют собой великоколпунную модель для радиобиологических и цитогенетических исследований.

Для исследований, как правило, использовали двухсуточные проростки гороха и четырехсуточные проростки бобов, выращенные на фильтровальной бумаге при 22°C с длиной первичного корешка 1,5—2 см. Лишь в специальных опытах по изучению зависимости действия радиопротекторов от стадии развития растений использовали семена и проростки в возрасте до 8 дней.

Введение протекторов осуществляли путем погружения корней проростков в раствор протекторов. Облучение γ -радиацией проводили на кобальтовой установке в дозах от 200 до 1500 рад при мощности дозы 7 рад/сек. Облученные проростки выращивали в условиях водной культуры на питательной среде Хоглэнда—Арнона. В качестве основного критерия оценки степени лучевого поражения и защиты использовали показатель, условно названный нами выживаемостью меристемы главного корня, определяемый на 10-й день после облучения. Методом пробит-анализа рассчитывали ЛД⁵⁰/₁₀ и по методике, описанной нами ранее [5], оценивали фактор уменьшения дозы (ФУД).

В этом случае степень противолучевого действия определяли в виде коэффициента защиты [5].

В отдельных опытах степень эффективности радиопротекторов оценивали также по высоте 10-дневных растений и значению митотической активности и количеству хромосомных аббераций в меристеме главного корня через сутки после облучения [8].

Экспозиция в протекторах. Для достижения в клетке эффективных концентраций радиопротекторов необходим определенный промежуток времени выдерживания проростков на среде, содержащей защитное вещество. Продолжительность этого периода должна определяться скоростью поступления протектора и характером его распределения в клетке. При кратковременном контакте проростков с протектором эффективные концентрации не всегда могут быть достигнуты. При слишком продолжительной экспозиции радиозащитный эффект может ослабляться вследствие метаболических превращений радиозащитных веществ и их выведения либо за счет токсического действия на клетку. Поэтому в наиболее типичных случаях зависимость между эффективностью радиопротектора и экспозицией на нем проростков выражается одновершинной кривой. На рис. 1 приведены данные опытов по изучению такой зависимости для всех трех радиопротекторов в концентрации 10^{-3} М. Как видим, в максимальной степени радиозащитный эффект проявлялся при экспозиции проростков гороха в растворах радиопротекторов в течение 2—3 час. С увеличением экспозиции защитное действие уменьшалось.

Ослаблялось действие радиопротекторов также с увеличением времени между завершением их введения в проростки и облучением. При облучении через один час после введения АЭТ его защитное действие

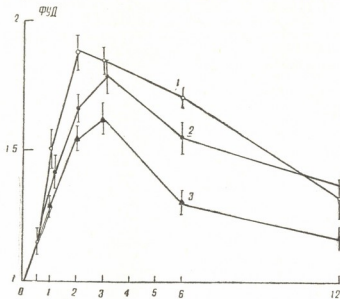


Рис. 1. Зависимость противолучевого действия сульфгидрильных радиопротекторов от экспозиции на их растворах в концентрации $10^{-3} M$ проростков гороха. 1—АЭТ, 2—МЭА и 3—цистеин

уменьшалось более чем в три раза, а через два часа практически не проявлялось (рис. 2). Следует отметить, что скорость поступления раз-

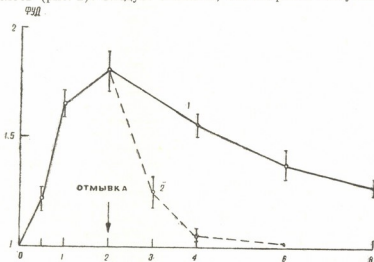


Рис. 2. Зависимость радиозащитного действия АЭТ от интервала времени между завершением введения в проростки и облучением. 1—без отмывки от протектора, 2—при отмывке после 2-часовой экспозиции на протекторе

личных радиопротекторов в органы и клетки растений, так же как и темпы их последующих метаболических превращений, весьма неодн-



накоры, в связи с чем характер зависимости их действия от экспозиции всякий раз требует экспериментальной проверки. Кроме того, важнейшим фактором, влияющим на темп поступления радиопротекторов в клетку и их эффективность, является их концентрация в используемых растворах.

Концентрация протекторов. Вопрос о зависимости радиозащитного действия протекторов от их концентрации в организме относится к числу весьма слабо изученных. Даже в ряде отечественных и зарубежных монографий последних лет, посвященных вопросам химической защиты лучевого поражения [1, 8, 9], этой важной проблеме уделено чрезвычайно мало внимания.

Можно, однако, предполагать, что при использовании протекторов, механизм действия которых связывается с непосредственным влиянием на молекулярные повреждения, количество дезактивируемых повреждений, а следовательно, и степень защиты должны возрастать с увеличением концентрации защитного вещества. В связи с этим должны существовать интервал концентраций, в пределах которого защитный эффект протектора усиливается с увеличением его количества, и интервал, в пределах которого изменение концентрации уже не отражается на степени защиты, — так называемый «эффект концентрационного насыщения». Но ввиду того, что подавляющее большинство радиопротекторов в защитных концентрациях обладает сильным токсическим действием, концентрационная зависимость должна иметь более сложный характер, поскольку с увеличением концентрации протектора должно возрастать его токсическое действие, что может привести к уменьшению эффективности протектора. Действительно, эффект насыщения обычно наблюдается лишь при использовании сравнительно безвредных препаратов [3]. Известно, что со снижением устойчивости организма к действию ионизирующей радиации и многих других факторов, в том числе химических соединений, повышается [5, 7, 8].

Реакция среды. В процессе эволюции и приспособления к различным природно-экологическим условиям у растений выработалось различное отношение к реакции среды обитания. В частности, высшие растения, составляющие предмет наших исследований, более приспособлены к нейтральной и слабнокислой среде. При смещении реакции в сторону более сильного подкисления наблюдаются повреждения клеточных мембран, в результате чего происходит усиленная пассивная утечка различных эндогенных веществ из вакуолей клеток, и накопление их прекращается. С другой стороны, увеличение концентрации ионов водорода (подщелачивание) в среде ослабляет поглощение катионов в результате конкуренции между одинаково заряженными ионами за возможность вступления в реакции с переносчиками электронов.

Таким образом, реакция среды (рН) должна существенно влиять на степень проявления защитных свойств радиопротекторов, с одной стороны, за счет действия на проникновение последних в клетку и, с другой стороны, за счет влияния концентрации водородных ионов на физиологическое состояние растения. Кроме того реакция среды может существенно влиять на устойчивость радиопротекторов в водном растворе. В частности, весьма неустойчивые в растворе сульфидрильные соединения, высокореактивные SH-группы которых быстро теряют атом водорода, быстро окисляются, например, цистеин до цистина, цистеамин до цистамина. Этот процесс неизбежно сопровождается снижением либо полной потерей защитных свойств протекторов.

Мы изучали влияние реакции среды на сохранность SH-групп в растворах цистеина и β -меркаптоэтиламина. Опыты проводили с раст-

ворами протекторов в концентрации 10^{-3} М, приготовленными на би-дистиллированной воде и доведенными с помощью 10^{-4} М раствора соляной кислоты и гидроксида натрия до значений рН 4, 6, 7, 8 и 10. В момент растворения протекторов, а также в различные периоды времени после растворения на протяжении 48-часового периода хранения растворов в обычных комнатных условиях в них проводили определение содержания SH-групп с помощью метода амперометрического титрования. Полученные данные приведены в нашей работе [3].

Как видим, количество SH-групп в используемом препарате цистеина в момент растворения составило 580 мкМ. При хранении раствора в условиях нейтральной реакции среды уже в первые часы после растворения наблюдали заметное снижение количества SH-групп, а через 12 час их количество уменьшалось почти в два раза. Через сутки количество SH-групп составило лишь 1/3 первоначального количества, а через 42 часа их присутствие вообще уже не регистрировалось.

При подкислении среды до рН 6 устойчивость радиопротектора повышалась, и снижение их количества в два раза регистрировали только к 18-му часу после растворения. При рН 4 цистеин оказывался очень стойким и даже к концу опытного периода (т. е. через 48 час) в растворе сохранялось более 70% первоначального количества SH-групп цистеина. В щелочной среде устойчивость цистеина резко снижалась, и при рН 10 половина SH-групп окислялась быстрее, чем за 6 час.

Аналогичная закономерность проявлялась и по отношению устойчивости SH-групп МЭА. Однако, если у цистеина зависимость содержания SH-групп от времени носит близкий к линейному характер, то в кривой окисления SH-групп МЭА можно выделить две компоненты, отражающие процесс быстрого окисления, при котором в течение двух первых часов при рН 7 окисляется почти 40% всех SH-групп, а при рН 10 — почти 70%, и процесс медленного окисления, при котором половина SH-групп окислялась примерно за 6 час при рН 7.

Следует отметить, что несмотря на одинаковую молярную концентрацию растворов радиопротекторов количество SH-групп при растворении цистеина в начальный период почти в 3 раза превышало их количество в цистеамине, хотя защитная эффективность последнего была несколько более высокой. Возможно, что низкое содержание SH-групп в растворе МЭА связано с его высокой окисляющейся способностью, имеющей непосредственное отношение к защитным свойствам.

Приведенные данные, таким образом, со всей очевидностью свидетельствуют о том, что устойчивость SH-групп сульфгидрильных радиопротекторов в значительной степени зависит от реакции среды раствора. Она повышается при сдвиге реакции в сторону подкисления и существенно снижается при подщелачивании.

Безусловно, приведенные нами экспериментальные данные с физиологически неприемлемыми растворами, имеющими рН 4 и 10, представляют чисто теоретический интерес (хотя и подсказывают вероятный путь хранения растворов сульфгидрильных радиопротекторов). Основной интерес представляет поведение протекторов при рН 6—8. Как видим, и при этих уровнях реакции среды данные защитные соединения быстро теряют свои свойства (если они определяются содержанием SH-групп). Данное обстоятельство настоятельно требует использования в работе свежеприготовленных растворов защитных препаратов.

Далее мы изучали влияние рН растворов радиопротекторов на степень проявления их защитных свойств. Опыты проводили, выдерживая проростки конских бобов в течение 3 час перед облучением на

10⁻³М растворах цистеина и МЭА. Облучение проводили в дозе 400 рад и степень защиты оценивали по десятидневному приросту корней к количеству хромосомных aberrаций. Кривые зависимости коэффициентов защиты, приведенные на рис. 3, а и б, показывают, что максимум проявления радиопротекторных свойств всех используемых сульфгидрильных соединений находился в области нейтрально-слабокислой реакции среды. С смещением реакции в сторону подщелачивания степень защиты уменьшалась.

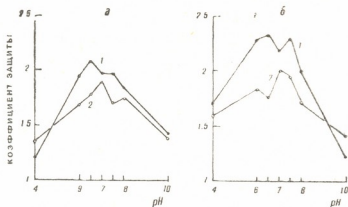


Рис. 3. Зависимость противолучевого действия МЭА (1) и цистеина (2) от реакции среды при облучении проростков конских бобов, а—при оценке степени защиты по 10-дневному приросту корней, б—по выходу хромосомных aberrаций

На основании проведенных опытов мы пришли к заключению, что защитное действие радиопротекторов в наибольшей степени проявляется в области нейтральной реакции среды. Подкисление растворов до рН 6,5 либо подщелачивание до 7,5 на степени защиты практически не сказывается. Хотя более сильное подкисление, а в особенности сдвиг реакции в щелочную сторону, снижают эффект защиты.

Доза облучения. Как указывает Бак [1], вопрос о том, постоянна ли степень защиты при облучении в различных дозах хотя и обсуждался в литературе уже много раз, до сих пор не увенчался каким-либо определенным решением. Несмотря на то, что данных подобного рода в радиобиологической литературе освещено немало, все они отличаются крайней противоречивостью.

Нам не известны данные по изучению эффективности радиопротекторов в зависимости от дозы облучения, полученные в опытах с растениями. Однако, обобщая результаты собственных исследований, мы все же склоняемся к заключению о том, что эффективность большинства радиопротекторов в значительной мере зависит от дозы облучения.

На рис. 4 приведены данные по изучению зависимости коэффициента защиты от дозы облучения при использовании в качестве радиопротекторов МЭА и АЭТ в вышеупомянутых концентрациях. Дозы гамма-радиации составили от 100 до 3000 рад. В качестве критерия оценки степени повреждения был использован выход хромосомных aberrаций. Этот показатель был избран нами для данного опыта не случайно. Он является одним из немногих критериев морфологического характера, позволяющих оценивать степень лучевого повреждения и защиты при использовании сверхлетальных доз. Максимальная же доза облучения в данном опыте почти в три раза превышала летальную.

Коэффициент защиты в данном опыте рассчитывали по отношению количества клеток с абберациями при защите к таковому без защиты при равных дозах облучения. Как видим, при малых дозах облучения, вызывающих незначительный по сравнению с необлученным контролем выход хромосомных аббераций, противолучевая эффективность всех трех используемых протекторов проявлялась в незначительной степени. В области доз, превышающих летальные, защитное действие также снижалось, а при максимальных практически не проявлялось.

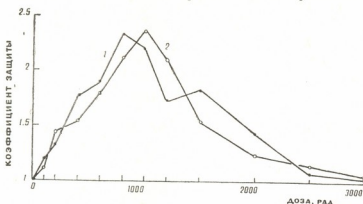


Рис. 4. Зависимость защитного действия АЭТ (1) и МЭА (2) от дозы облучения проростков (критерий—хромосомные абберации)

Трудно дать объяснение низкой защитной эффективности протекторов в области малых доз. Мы считаем, что это связано с отсутствием достаточно четких и чувствительных критериев, позволяющих оценивать степень повреждения и защиты при низких уровнях облучения. Причина снижения защиты при облучении в больших дозах состоит, по-видимому, в том, что радиопротекторы, будучи в нетоксических концентрациях, не могут обеспечить дезактивацию большего количества молекулярных повреждений, возникающих при таких условиях облучения. Не исключено также, что под влиянием высоких доз чувствительность растений к токсическому действию радиопротекторов возрастает.

Фаза развития растений. Хорошо известно, что растения в различные периоды онтогенеза характеризуются неодинаковой пролиферативной и метаболической активностью, что обуславливает весьма существенные различия и в их радиоустойчивости. Естественно полагать, что и эффективность радиопротекторов может в значительной степени зависеть от стадии развития растений. Наиболее чувствительной к действию радиации является ростовая реакция [4].

В наших опытах мы изучали степень защитного действия цистеина и МЭА при облучении воздушно-сухих семян гороха, намоченных предварительно в течение 24 час в растворах радиопротекторов концентрации 10^{-3} М, а также при облучении двухсуточных и 8-суточных проростков, выдержанных предварительно на растворах в течение 3 час (намачивание сухих семян, а также выдерживание намоченных предварительно в воде в течение 3—12 час в растворах радиопротекторов было практически неэффективным). Облучение проводили в дозах, близких к полублетальным, определенных в предварительных опытах для растений без радиопротекторов. Значения ЛД_{50/10} и ФУД приведены в таблице. Как видим, при облучении семян значения ФУД для обоих протекторов составили 1,35 и 1,47, в то время как для про-



ростков — до 1,88. Результаты этого опыта свидетельствуют о том, что при высокой степени активности метаболических процессов в растении, характерной для вегетирующих проростков, наряду со снижением радиоустойчивости в большей степени, чем в прорастающих семенах, проявляется степень противолучевого действия радиопротекторов.

Таблица
Защитное действие цистеина и МЭА при облучении семян и проростков гороха

Стадия развития растений	Контроль	Вода ФУД	Цистеин, 10^{-3} М		МЭА, 10^{-3} М	
	ЛД _{50/10'} рад		ЛД _{50/10'} рад	ФУД	ЛД _{50/10'} рад	ФУД
Семена	5180 ± 460	—	6990 ± 590	1,35	7620 ± 600	1,47
2-суточные проростки	760 ± 40	—	1280 ± 80	1,68	1430 ± 110	1,88
8-суточные проростки	1110 ± 60	—	1770 ± 90	1,60	1910 ± 100	1,72

Таким образом, рассмотренные в настоящей статье данные свидетельствуют о том, что степень противолучевого действия сульфидрильных радиопротекторов в значительной степени зависит от целого ряда факторов. Для большинства из них зависимость эффективности защитного действия выражается одновершинной кривой, указывающей на то, что можно создать комплекс условий, при которых действие радиопротекторов проявляется в максимальной степени. В этом и должна состоять стратегия радиопротекторных воздействий на организм, подвергаемый облучению ионизирующей радиацией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бак З. Химическая защита от ионизирующей радиации. Атомиздат, М., 1968.
2. Гигинейшвили К. А., Гудков И. Н., Зезина Н. В. Сообщения АН ГССР, 73, 1, 185—188, 1974.
3. Гигинейшвили К. А., Гудков И. Н., Зезина Н. В. Сообщения АН ГССР, 75, 2, 449—452, 1974.
4. Гигинейшвили К. А., Гудков И. Н. Изв. АН ГССР, сер. биол., 1, 4, 321—324, 175.
5. Гродзинский Д. М., Гудков И. Н. Защита растений от лучевого поражения, Атомиздат, М., 1973.
6. Доэрти Д. В кн.: Радиационная защита и восстановление, Атомиздат, М., 1964, 49.
7. Насонов Д. Н., Александров В. Я. Реакция живого вещества на внешние воздействия, Изд. АН СССР, 1940.
8. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений, «Колос», М., 1974.
9. Поликар А., Бесси М. Элементы патологии клетки, «Мир», М., 1970.
10. Романцев Е. Ф. Радиация и химическая защита, Атомиздат, М., 1968.
11. Ярмоленко С. П. Противолучевая защита организма, Атомиздат, М., 1969.



დ. ბროდინსკი, კ. გინეიშვილი, ი. გუდკოვი

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, უკრაინის მეცნიერებათა აკადემიის
მცენარეთა ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი, კიევი

რეზიუმე

განხილულია სულფჰიდრული გჯუფის ნაერთების (ციტეინი, β -მერკაპტოეთილამინისა და S- β -ამინოეთილიზოთიურონის) ხსნართა გავლენა მცენარეთა ნაზარდებზე და გარკვეულია თუ ამ ნაერთების დაცვით შემოქმედების ხარისხი როგორ იცვლება რადიოპროტექტორთა კონცენტრაციის, არესრეაქციის, γ -გამოსხივების დოზებისა და მცენარეთა ნაზარდების განვითარების ფაზათა გავლენით.

ნაჩვენებია, რომ SH-გჯუფის ნაერთების დაცვით უნარი მაშინ არის მაქსიმალური, თუ დასხივების დოზა ნახევრადღეტალურს უახლოვდება, პროტექტორთა კონცენტრაცია $5 \cdot 10^{-4}$ — 10^{-3} მოლს შორის მერყეობს, ხოლო მცენარეთა ნაზარდების ექსპოზიცია, დასხივების წინ, ხსნარში 2—3 საათს შეადგენდა, ხსნარის pH კი 6,5—7,5 იყო.

რადიოპროტექტორული თვისებები გაცილებით მკვეთრად ვლინდება მცენარეთა ნაზარდების დასხივებისას, ვიდრე მარცვლების დასხივებისას.

STUDY OF THE FACTORS AFFECTING RADIOPROTECTIVE EFFICIENCY OF SULFHYDRYL COMPOUNDS IN PLANTS

D. M. GRODZINSKI, K. A. GIGINEISHVILI, I. N. GUDKOV

Tbilisi State University, Institute of Plant Physiology, Ukrainian Academy of Sciences, Kiev

Summary

The effect of exposure of pea and horse-bean sprouts into solutions containing radioprotectors of sulfhydryl nature (cystein, β -mercaptoethylamine and S- β -aminoethylisothiourea), as well as the effect of radioprotector concentration, medium pH, dose of γ -radiation and the phase of development of sprouts on the rate of manifestation of protective action are considered. It has been demonstrated that radioprotective action of the above substances manifests itself to a maximal extent at the doses near to semilethal, at the concentration of protectors $5 \cdot 10^{-4}$ — $10^{-3}M$, with the exposure of the sprouts in the protector-containing solution for 2-3 h immediately before radiation, at pH 6.5-7.5. Upon irradiation of the sprouts the protective action rate manifests itself to a greater extent than in case of irradiation of the seeds.

УДК 547.963.3

БИОФИЗИКА

ВЛИЯНИЕ ДВУХВАЛЕНТНЫХ КАТИОНОВ НА ПЛАВЛЕНИЕ ДНК В ВОДНО-ДИОКСАНОВЫХ СМЕСЯХ

Г. Р. Геташвили

Институт физиологии АН ГССР, Тбилиси

Поступила в редакцию 6.11.1975

Проведено спектрофотометрическое исследование влияния ионов Sr^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} и Co^{2+} на переход спираль-клубок в ДНК при тепловом воздействии в водно-диоксановых смесях. Показано, что при увеличении концентрации диоксана наблюдается резкое уменьшение стабилизирующего эффекта катионов и возрастание эффектов дестабилизации. Кроме того происходит частичное изменение ряда, в который располагаются катионы по их способности к стабилизации ДНК. Изменения сольватации катионов рассматриваются, как наиболее вероятная причина наблюдаемых явлений.

Несмотря на большое количество исследований, посвященных проблеме взаимодействия металлов с ДНК, вопрос о природе влияния металл-ионов на термостабильность ДНК содержит еще много неясностей. Несомненно, что эффекты типа связывания катионов фосфатными группами ДНК зависят от таких факторов, как плотность заряда иона и ионная поляризуемость, точно так же как и лиотропные эффекты должны отражать аспекты структуры ионов, включая специфические, в значительной степени электрические свойства. Однако ясно также, что эффективность ионов в стабилизации или дестабилизации нативной структуры ДНК, в значительной степени, определяется влиянием этих ионов на структуру воды, окружающей макромолекулу, а также влиянием воды на реакционную способность ионов. При использовании органических растворителей должна наблюдаться значительная модификация последнего класса явлений, что может привести к выяснению некоторых аспектов вышеуказанной проблемы. Исследование плавления щелочных солей ДНК в водно-диоксановых смесях показало, что при увеличении содержания диоксана в системе меняется способность катионов к экранированию фосфатов ДНК [3]. В случае двухвалентных катионов, по-видимому, должны наблюдаться более сложные эффекты, связанные с изменением способности катионов к взаимодействию с азотистыми основаниями ДНК. Поэтому нами было проведено спектрофотометрическое исследование влияния ионов Sr^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} и Co^{2+} на переход спираль-клубок в ДНК при тепловом воздействии в водно-диоксановых смесях.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В экспериментах использовалась ДНК из селезенки крупного рогатого скота с концентрацией $1,7 \times 10^{-4}$ Мр, молекулярный коэффициент экстинкции 6500. Химически чистые соли двухвалентных металлов растворялись в бидистиллированной воде, и их концентрация определялась методом комплексометрического титрования. 1,4-диоксан для сцинтилляционной техники перед употреблением тщательно очищался. Исследуемые растворы получали путем смешивания исходных растворов ДНК в 0,0025 М NaCl, растворов солей двухвалентных металлов и диоксана до необходимых конечных условий и последующего инкубирования в течение 12 часов. Значения диэлектрических постоянных получающихся при этом растворов определяли из таблицы для различных смесей диоксан-вода [5]. Параметры, характеризующие тепловую денатурацию ДНК, определялись на автоматическом регистрирующем спектрофотометре «Hitachi EPS-3T» по изменению поглощения в средней ультрафиолетовой области 240—280 нм.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1 показана зависимость температуры плавления ДНК от концентрации ионов Co^{2+} в растворах с различным содержанием ди-

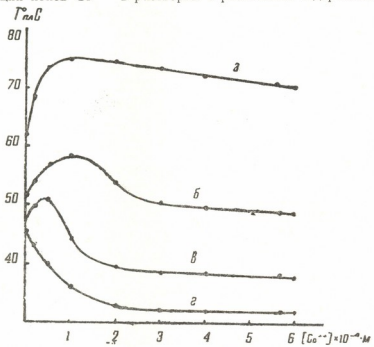


Рис. 1. Зависимость температуры плавления ДНК от концентрации ионов Co^{2+} в растворах с различным содержанием диоксана: а— H_2O , б—20% диоксан, в—30% диоксан, г—40% диоксан

оксана. Как видно из рисунка, с увеличением концентрации диоксана кривая зависимости $T_{пл} = f[Co^{2+}]$ сильно меняет свою форму. Уже в 20% диоксане ($\epsilon = 63,5$) наблюдается как резкое уменьшение стаби-



лизирующего эффекта Co^{2+} , связанного с экранировкой фосфатных групп, так и значительное возрастание эффекта дестабилизации, осуществляемого за счет взаимодействия ионов металла с основаниями ДНК. При увеличении концентрации диоксана до 40% ($\epsilon=45,96$) ионы Co^{2+} дестабилизируют ДНК во всем исследованном диапазоне концентраций металла.

На рис. 2 показана зависимость термостабилизирующего эффекта катионов первого переходного ряда ($\delta T_{пл} = T_{плДНК+Me^{++}} - T_{плДНК}$) от концентрации диоксана, а на рис. 3 — та же зависимость для катионов щелочноземельной группы.

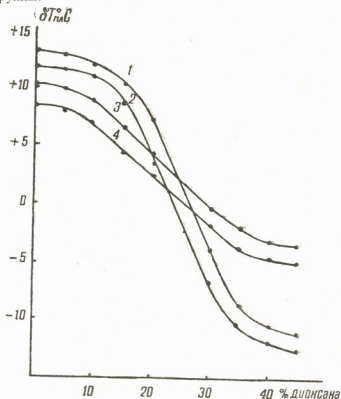


Рис. 2. Зависимость термостабилизирующего эффекта катионов первого переходного ряда от концентрации диоксана: 1— Co^{2+} , 2— Mn^{2+} , 3— Ni^{2+} , 4— Zn^{2+} . Концентрация металл-ионов для всех кривых— $1 \times 10^{-4} M$

На рис. 2 кривые имеют S-образную форму и характеризуются резким понижением $\delta T_{пл}$ в области концентраций диоксана (20—35%). Кроме того, в этой области происходит частичное изменение ряда, в котором располагаются катионы по их способности к стабилизации ДНК. Если в водной среде ионы Co^{2+} и Mn^{2+} являются более эффективными стабилизаторами двойной спирали, нежели ионы Ni^{2+} и Zn^{2+} , то в 40% растворе диоксана температура плавления ДНК в присутствии ионов Ni^{2+} и Zn^{2+} намного выше, чем в присутствии ионов Co^{2+} и Mn^{2+} , хотя все четыре вида катионов понижают $T_{пл}$ ДНК при данной концентрации диоксана.



По-иному выглядит картина в случае щелочноземельных металлов. Зависимость $\delta T_{пл}$ ДНК от концентрации диоксана в присутствии ионов Mg^{2+} и Sr^{2+} носит линейный характер, причем углы наклона прямых полностью идентичны. Ионы Ca^{2+} ведут себя сходным образом вплоть до концентрации диоксана 35%. При дальнейшем повышении содержания диоксана в системе ионы Ca^{2+} начинают дестабилизировать ДНК и $T_{пл}$ резко снижается.

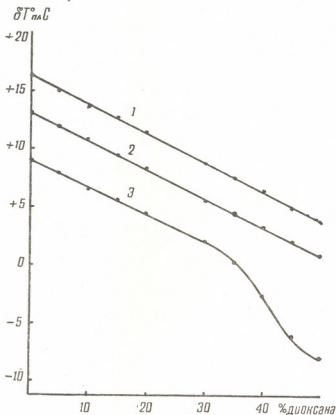


Рис. 3. Зависимость термостабилизирующего эффекта катионов щелочноземельной группы от концентрации диоксана: 1— Sr^{2+} , 2— Mg^{2+} , 3— Ca^{2+} . Концентрация металл-ионов для всех кривых— $1 \times 10^{-4} M$

Как видно из вышеприведенных данных, поведение различных катионов существенно меняется в водно-диоксановых смесях. При увеличении концентрации диоксана для всех катионов наблюдается снижение способности к экранировке фосфатных групп (аналогичный эффект был получен и для одновалентных катионов [3]), проявляемое в уменьшении стабилизирующего эффекта вплоть до его полного исчезновения. Последующий переход к дестабилизации ДНК осуществляется, по-видимому, за счет возрастания способности катионов к взаимодействию с основаниями ДНК. Полученные результаты не могут быть основаны лишь на изменении характера электростатических взаимодействий в растворителе. В присутствии противоионов потенциальная



$$u(r) = \frac{q^2 z_1 z_2}{Dr} \cdot \frac{e^{-\kappa(r-r_0)}}{1 + \kappa r_0},$$

где r_0 — сумма ван-дер-ваальсовских радиусов ионов, а κ — параметр из теории Дебая-Хюккеля:

$$\kappa = \frac{4 \pi q^2 \mu}{D_h}$$

Таким образом, для чисто электростатических взаимодействий, при постоянной ионной силе раствора, уменьшение радиуса противоиона должно приводить к уменьшению энергии взаимодействия, так как множитель $\frac{e^{-\kappa(r-r_0)}}{1 + \kappa r_0}$ уменьшается с уменьшением r_0 . Одновалентные катионы при концентрации диоксана 41% действительно располагаются по своей стабилизирующей способности в ряд, симбатный с их кристаллохимическим радиусом [3]. Для двухвалентных катионов такой пропорциональности не наблюдается, хотя и в этом случае меняется соотношение между стабилизирующими и дестабилизирующими эффектами различных катионов. Одна из возможных причин наблюдаемого изменения способности катионов к экранировке фосфатов состоит в специфическом изменении сольватации катионов из-за сильной поляризуемости диоксана. Средство катионов с ионообменными группами зависит, помимо других факторов, от поляризуемости отрицательно заряженной обменной группы и растворителя [1]. По поляризуемости обменные группы располагаются в следующий ряд:



Поскольку поляризуемость PO_4^{3-} -группы больше поляризуемости воды, взаимодействие катионов с фосфорнокислой группой будет более сильным, чем с молекулами воды, и катионы будут частично дегидратированы. Поляризуемость диоксана примерно в 7 раз выше поляризуемости воды, и сольватация катионов должна резко и специфически изменяться.

Эффекты дестабилизации ДНК, связанные, очевидно, с взаимодействием катионов с основаниями ДНК и проявляющиеся при данной концентрации металла только в средах с относительно высоким содержанием диоксана, также не могут быть отнесены за счет увеличения энергии электростатических взаимодействий при понижении диэлектрической проницаемости среды. Последняя оказывает влияние на взаимодействие заряженных групп, но это влияние существует только тогда, когда ϵ мала. Так, например, в хлорбензоле ($\epsilon=5,62$) электростатическая энергия моля ионов с радиусом 2Å на 21,6 ккал меньше, чем в бензоле ($\epsilon=2,27$). Однако в воде ($\epsilon=78,5$) и в метаноле ($\epsilon=32$) соответствующая разность равна только 1,48 ккал [2]. В общем случае в средах с диэлектрической проницаемостью 10 и меньше роль диэлектрической проницаемости должна быть по крайней мере сравнима с



ролью специфической сольватации. В средах с $\epsilon > 40$ ее ролью пренебречь. Таким образом, изменение сольватации катионов каюющие, в результате этого, изменения в структуре растворителя и в этом случае кажутся наиболее вероятной причиной усиления взаимодействия катионов с основаниями ДНК, при увеличении концентрации диоксана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брегман Дж. Сб.: Ионообменные смолы в медицине и биологии, ИЛ, М., 1956, 84.
2. Гаммет Л. Основы физической органической химии, «Мир», М., 1972, 301.
3. Кузнецов Н. А., Мезенцов А. Н. Гуринович А. Х. Биофизика, XIII, 20—23, 1968.
4. Цветков В. Н., Эскин В. Е., Френкель С. Я. Структура макромолекул в растворах, «Наука», М., 1964, 243.
5. Oehme F. Verlag Chemie, Weinheim Bergstr., 39, 1958.

ორვალენტიანი კათიონების ზემოქმედება დნმ-ის დნობაზე წყალ-დიოქსანის ნარეველში

ბ. გაბაშვილი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი

რ ე ზ ი უ მ ე

შევისწავლეთ Sr^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} და Co^{2+} იონების მოქმედება დნმ-ის სითბურ დენატურაციაზე წყალ-დიოქსანის ნარეველში. ნაჩვენებია, რომ კონცენტრაციის ზრდა მკვეთრად ამცირებს კათიონების მასტაბილიზებელ ეფექტს და ზრდის დესტაბილიზაციის ეფექტს. გარდა ამისა, ზდება იმ რიგის ნაწილობრივ შეცვლა, რომელშიც კათიონები მათი დნმ-ის მასტაბილიზებელი უნარიანობის მიხედვით მწყრივდებიან. ყველაზე უფრო სავარაუდოა, რომ აღწერილ მოვლენათა გამომწვევ მიზეზად მივიჩნიოდ კათიონთა სოლვაციის ცვლილებანი.

THE EFFECT OF BIVALENT CATIONS ON THE DNA MELTING IN WATER-DIOXAN MIXTURES

G. R. GETASHVILI

Institute of Physiology, Georgian Academy of Sciences, Tbilisi, USSR

S u m m a r y

A spectrophotometric study was made on the effect of Sr^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , and Co^{2+} ions on the "Helix-coil" transition in DNA under thermal denaturation in water-dioxan mixtures. Dioxan concentration elevation was shown to result in an acute decrease of the cations stabilizing effect and an increase in the destabilizing effect. Moreover, the row in which the cations are arranged in terms of their DNA stabilizing capacity is partly altered. The changes in the cations solvation most likely account for the phenomena described above.

УДК 612.15.824

БИОКИБЕРНЕТИКА

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЭКСПРЕСС-ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ МОЗГОВОГО КРОВОТОКА С ПОМОЩЬЮ МАЛОЙ АНАЛОГОВОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Н. П. Митагвария, Дж. Ш. Асатиани, И. А. Огнев,
В. Г. Меладзе

Институт физиологии АН ГССР, Тбилиси

Поступила в редакцию 1.3.1976

На базе аналоговой вычислительной машины и электронного цифрового регистратора разработана система автоматического расчета величины объемной скорости мозгового кровотока, измеренного с помощью клиренса (очищения) мозговой ткани от водорода. Расчет осуществляется в реальном масштабе времени. Результаты выдаются на цифропечать.

В последнее время в клинических и экспериментальных исследованиях мозгового кровообращения наибольшее распространение получил метод количественного измерения объемной скорости кровотока в ткани мозга, основанный на принципе клиренса (очищения) мозга от радиоактивного криптона, ксенона [2] или газообразного водорода [1, 4].

ПРИНЦИП КЛИРЕНСА

В артериальную кровь, поступающую в головной мозг, вводят растворенный в физиологическом растворе один из указанных выше газов (в случае использования водорода помимо инъекции можно применить и его вдыхание). Газ быстро насыщает мозговую ткань и далее, по прекращении его введения, кровь начинает вымывать газ из ткани мозга. Насыщение и очищение мозга радиоактивными газами регистрируется с помощью внешних бета-счетчиков, устанавливаемых над головой. В случае применения газообразного водорода используются платиновые электроды, вводимые в ткань мозга, и схемы полярографического измерения парциального давления водорода (аналогично схемам полярографического измерения напряжения кислорода [3]). Расчет величины объемной скорости кровотока (в мл/г/мин) производят по кривой клиренса.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПОСТРОЕНИЯ АЛГОРИТМА РАСЧЕТА ОБЪЕМНОЙ СКОРОСТИ МОЗГОВОГО КРОВОТОКА

Д. Ингвар и Н. Лассен в 1962 году [2] предложили математический аппарат, позволяющий производить количественный расчет объем-



ной скорости кровотока по кривой клиренса. Основные положения метода заключаются в следующем. Обмен инертным газом между кровью и мозговой тканью выражается принципом Фика:

$$dQ_i = F_i dt (C_a - C_{vi}), \quad (1)$$

где: dQ_i —изменение концентрации газа в ткани, F_i —кровоток, C_a —концентрация газа в артериальной крови, C_{vi} —концентрация газа в венозной крови.

При диффузном равновесии концентрация будет: $C_i = \lambda_i C_{vi}$ (λ_i —парциальный коэффициент крови). Но $Q = C_i W_i$, где W_i —общий вес мозга. Тогда уравнение (1) преобразуется так:

$$dC_i W_i = F_i dt (C_a - C_i / \lambda_i) \quad (2)$$

или

$$\frac{dC_i}{dt} = \frac{F_i}{W_i \lambda_i} (C_i - \lambda_i C_a), \quad (3)$$

где: $F_i / W_i = f$ —кровоток на грамм ткани мозга.

Если начальная концентрация газа в ткани есть $C_i(0)$, кровоток постоянен и $C_a = 0$, то клиренс будет описываться решением уравнения (3):

$$C_i = C_i(0) \cdot \exp(-f_i \lambda_i \cdot t). \quad (4)$$

Это есть моноэкспоненциальная функция, где логарифм уменьшения концентрации линеен по отношению ко времени.

Ввиду того, что мозг является неоднородно перфузируемой тканью, смешанная тканевая концентрация будет:

$$\bar{C} = \sum \frac{1}{\Sigma W_i} \left[W_i - C_i(0) \exp\left(-\frac{f_i}{\lambda} \cdot t\right) \right]. \quad (5)$$

Если $C_i(0)$ в начале клиренса одна и та же и равна $\bar{C}(0)$ во всех частях, то средняя концентрация будет:

$$\frac{\bar{C}}{\bar{C}(0)} = \sum \frac{1}{\Sigma W_i} W_i \exp\left(-\frac{f_i}{\lambda} \cdot t\right). \quad (6)$$

Начальный наклон этой комбинированной кривой будет:

$$y'(0) = - \sum \frac{1}{\Sigma W_i} \cdot \frac{f_i}{\lambda} \quad (7)$$

или

$$y'(0) = - \bar{f} / \lambda,$$

так как $\sum \frac{1}{\Sigma W_i} W_i f_i = \bar{f}$ есть средний кровоток.

Таким образом для среднего кровотока имеем:

$$\bar{f} = - y'(0) \cdot \lambda. \quad (8)$$

Моноэкспоненциальная функция $z = \exp(-r \cdot t)$ имеет такой же наклон в начальный момент, как и комбинированная кривая (6), т. е.

$$r = y'(0) = \bar{f} / \lambda. \quad (9)$$



В результате после ряда несложных преобразований получаем:

$$\bar{f} = \lambda \cdot 0,693/T \cdot \frac{1}{2},$$

где: T —есть время. Уравнение (10) есть та конечная формула, которая обычно применяется для расчета кривой клиренса.

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА И ЕГО МАШИННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Если кривая клиренса есть моноэкспоненциальная функция, то есть если ее можно представить в виде:

$$y = K e^{-\alpha t}, \tag{11}$$

то для отыскания ее аналитической формы необходимо определить величины α и K . Для этого часто используют графический метод решения. Координаты кривой переносятся на полулогарифмическую сетку, на которой она должна получить вид прямой линии (очевидно, что только в этом случае исследуемая кривая действительно моноэкспоненциальная). Показатель степени α можно легко определить по полученному логарифмическому графику. Для этого отыскивается значение абсциссы, при которой значение ординаты составляет 0,5 от ее первоначальной величины. Искомая величина является постоянной времени (T) экспоненциальной функции и равна обратной величине α :

$$T = 1/\alpha. \tag{12}$$

Что же касается коэффициента K , то он всегда равен ординате в начале кривой клиренса, то есть при $t=0$ (t —текущее время).

Описанная процедура расчета, обычно применяемая в клинических и экспериментальных исследованиях мозгового кровообращения, хоть и не сложна, но достаточно трудоемка. Она не позволяет в ходе исследований осуществлять экспресс-обработку данных, что лишает возможности исследователя оперативно вмешаться в изучаемый процесс. Разработанная нами система автоматического расчета величины объемной скорости мозгового кровотока базируется на малых аналоговых вычислительных машинах и позволяет в реальном масштабе времени контролировать проводимые измерения.

Входным сигналом системы (приводимой на схеме) является напряжение, снимаемое с выхода регистратора (или любого измерительного устройства), осуществляющего измерение насыщения инертным газом мозговой ткани и его дальнейшее очищение. Входной сигнал усиливается на усилителе У1 и подается на компаратор У6 вместе со сдвинутым на время τ тем же сигналом. То есть на компараторе (в процессе насыщения ткани мозга газом) непрерывно сравниваются текущее значение кривой насыщения и значение, непосредственно предшествующее ему. Сдвиг осуществляется на инерционном звене У2. Сигнал с У2 с помощью мультивибратора (МВ) дискретно подается на У6. В момент начала очищения, когда происходит перегиб кривой, на выходе компаратора срабатывает реле P_0 и на усилителе У2 запоминается напряжение, пропорциональное максимальному значе-

нию кривой насыщения (т. е. величина K из уравнения 11). После этого на компараторе $У6$ меняются входные сигналы и к нему поступают: а) напряжение с масштабного усилителя $У3$, на котором формируется 0,5 максимального значения амплитуды насыщения и б) логарифмированное на нелинейном преобразователе (НП) текущее значение входного сигнала системы. Одновременно с этим на усилителе

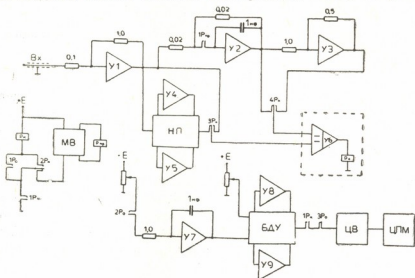


Схема системы автоматического расчета величины объемной скорости мозгового кровотока.

Обозначения: $У1, У2, \dots, У9$ —операционные усилители, МВ—мультивибратор, НП—нелинейный преобразователь, БДУ—блок деления-умножения, ЦВ—цифровой вольтметр; ЦПМ—цифровая печатающая машина, $+E, -E$ —источники напряжений, $P_0, P_k, P_{пр}, P_{и}$ —реле

$У7$ начинается отсчет машинного времени. При достижении равенства между 0,5 максимальной значения амплитуды кривой насыщения и логарифмированным текущим значением кривой очищения, вновь срабатывает реле P_0 на выходе компаратора, и интегратор $У7$ фиксирует величину T (см. уравнение 10). Масштабированное значение коэффициента 0,693 на блоке деления-умножения (БДУ) делится на величину $T/2$, и на выходе БДУ фиксируется напряжение, отражающее величину объемной скорости мозгового кровотока. Результат расчета поступает на цифровой вольтметр (ЦВ) и цифropечатающую машину (ЦПМ). Все необходимые логические коммутации отдельных узлов системы осуществляют контакты реле P_0 и P_k . С помощью прерывателя $P_{пр}$, включенного в цепь мультивибратора, производится дискретное запоминание сдвинутого на время τ входного сигнала на интеграторе $У2$ (в зависимости от состояния контакта $1P_{пр}$ усилитель $У2$ может выступать в роли как инерционного, так и интегрирующего звена).

Описанная выше система автоматического расчета величины объемной скорости мозгового кровотока может быть применена в случае использования водородного клиренса (дающего моноэкспоненциаль-



ნუი კრუვიუ). ჭო ჯე კასეტა რადიოაქტიური გავი, თო ვ სლუაე იხ
 ისპოლვოვანი ინიგდა რეგისტრირეტა ბიეკსპონენციალური კრუვიუ,
 თოგდა რასეტ ნესკოლკო უსლოჟიეტა. ნეობხოდო ტაკჟე ომეტუი, ჭო
 ვ ბოლშინსტვე ოტეჩესტენური კლინიკი ი ისლედოვატელსკი უჩრედუნი
 ობიჩნო პრინციპ ვოდოროდნო კლირენსა.

ЛИТЕРАТУРА

1. Aukland K. Acta Neurol. Scand., 41, Suppl., 14, 42—45, 1965.
2. Ingvar D. H., Lassen N. A. Acta Physiol. Scand., 54, 325—338, 1962.
3. Lübbers D. W. In.: A Symposium on Oxygen Measurements in Blood and Tissue, J. P. Payne and D. W. Hill (Eds), London, 103—127, 1966.
4. Lübbers D. W., Baumgärtl H. Pflügers Arch. ges. Physiol., 294—301, 1967.

თაჲის ტვინის სისხლის მიმოქცევის გაზომვის შედეგების
 ანტომატური მძკპრეს-ღამუშავება მცირე ანალოგიური
 გამომთვლელი მანქანის გამოყენებით

ნ. მითავარია, ჯ. ასათიანი, ი. ოგნევი, ვ. მელაძე

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი

რ ე ზ ი უ მ ე

აღწერილია ანალოგიური გამომთვლელი მანქანისა და ციფრული რე-
 გისტრატორის ბაზაზე შექმნილი თავის ტვინის სისხლის მიმოქცევის მოცუ-
 ლობითი სინქარის სიდიდის (გაზომილი წყალბადის კლირენსის მეთოდის სა-
 შუალებით) ავტომატური გათვლის სისტემა.

გათვლა წარმოებს დროის რეალურ მასშტაბში. შედეგები გამოიყვანება
 ციფრულ საბეჭდ მანქანაზე.

ON LINE ESTIMATION OF CBF MEASUREMENTS BY A SMALL
 ANALOG-COMPUTER

N. P. MITAGVARIA, J. Sh. ASATIANI, I. A. OGNEV, V. G. MELADZE

Institute of Physiology, Georgian Academy of Sciences, Tbilisi, USSR

Summary

An automatic system for the estimation of CBF volume velocity (meas-
 ured by hydrogen clearance method) based on an analog-computer and dig-
 ital recorder is described.

Evaluation is carried out in real time. The results are printed on a
 digital type-writer.



**ДИНАМИКА СУХОГО ВЕСА КЛЕТОК ПУРКИНЬЕ
МОЗЖЕЧКА МОРСКИХ СВИНОК НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ
ПОСТНАТАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ**

Д. Н. Мачарашвили

Институт физиологии АН ГССР, Тбилиси

Поступила в редакцию 2.12.1975

Изучение сухого веса клеток и ядер различных тканей методом интерферометрии показало, что изменения сухого веса связаны с процессом дифференцировки, а также с повышением специфической активности клеток [1—7, 10—13]. Обнаружена тесная связь между уровнем веса внутриклеточных компонентов и ядрышек [12]. Изучение концентрации сухого вещества ядер нервных клеток крыс и морских свинок на разных этапах постнатального онтогенеза показало, что после рождения концентрация сухого вещества ядер увеличивалась с падением их объема [13].

В настоящей работе изложены результаты изучения динамики сухого веса клеток Пуркинье мозжечка у морских свинок на разных этапах постнатального развития. Объектом исследования служили клетки Пуркинье мозжечка 8-недельных эмбрионов, новорожденных, 3-, 11-, 20-дневных и половозрелых животных.

Тотальный сухой вес клеток, а также ядер и цитоплазмы отдельно определялся на пластических отпечатках с помощью интерференционного микроскопа МР1—5. Для получения отпечатков кусочки мозжечка помещали в 7% раствор поливинилпирролидона на 15 мин, затем давленные препараты замораживали сухим льдом и фиксировали в жидкости Карнуа. Исследовали по 100 клеток каждого срока. Уровень сухого веса рассчитывали в пикограммах [9]. Сухой вес выражали в процентах, за 100% брали уровень сухого веса клеток Пуркинье у половозрелых животных.

Площадь клеток и ядер зарисовывали аппаратом РА-4 и затем планиметрировали. Полученные данные обрабатывали статистически.

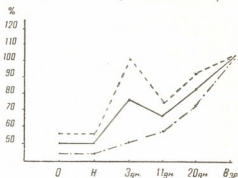
Анализ кривой изменения сухого веса клеток Пуркинье показывает, что на ранних этапах постнатального развития сухой вес увеличивается соответственно с возрастом животного. Особенно выражено повышение сухого веса на 3 день, затем отмечается падение и далее наблюдается его постепенное повышение у половозрелых животных (рис. 1). Раздельное изучение динамики сухого веса ядер и цитоплазмы выявило однонаправленность изменений.

Колебания сухого веса протекают синхронно с изменением размеров клеток Пуркинье. Площадь цитоплазмы резко увеличивается так-

же на 3 день, увеличение размеров ядер носит плавный характер (рис. 2).

Данные литературы показывают, что увеличение сухого веса на 3 день постнатального развития характерно для пирамидных нейронов

Рис. 1. Динамика сухого веса клеток Пуркинье мозжечка морских свинок. На оси абсцисс этапы развития. На оси ординат сухой вес (%) ——— тело клетки, - - - - - цитоплазма, - · - · - · ядро



зрительной коры, нервных клеток наружного коленчатого тела, а также фоторецепторных, биполярных и ганглиозных клеток сетчатки морских свинок [8, 9].

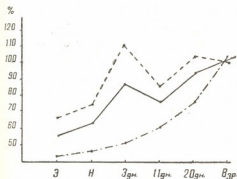


Рис. 2. Динамика площади клеток Пуркинье мозжечка морских свинок. На оси абсцисс этапы развития. На оси ординат площадь клеток (%). Обозначения те же, что на рис. 1

Можно предполагать, что увеличение сухого веса клеток Пуркинье мозжечка морских свинок на разных этапах постнатального развития связано с процессами дифференцировки. Структурные изменения клеток Пуркинье в этот период выражаются в увеличении размера тела клеток, числа ветвей апикальных дендритов и строгой локализации их между молекулярным и зернистым слоями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арефьева А. М. Биофизика, 13, 1, 1968.
2. Бродский В. Я. Цитология, 3, 312—324, 1961.
3. Бродский В. Я., Кузнецова А. Ф. Цитология, 3, 1, 89—91, 1961.
4. Бродский В. Я. Трофика клетки, «Наука», М., 1966.
5. Бродский В. Я., Арефьева А. М. Цитология, 10, 3, 329—333, 1968.
6. Бродский В. Я., Неверова М. Е. ДАН СССР, 181, 1, 217—220, 1968.
7. Бродский В. Я., Чернышева Э. В. Вестник МГУ, Биол. и почв., 2, 42—44, 1969.
8. Мусеридзе Д. П., Сванидзе И. К. Сб. тезисов конф. по вопросам теорет. и экспер. биологии, Тбилиси, 1972.
9. Мусеридзе Д. П., Сванидзе И. К., Мачарашвили Д. Н. Онтогенез, 5, 3, 306—310, 1974.

10. Неверова М. Е., Бродский В. Я. Вестник МГУ, Биол. и почв., 4, 21-25, 1971.
11. Певзнер Л. З., Коваль В. А., Кучина А. А. Цитология, 6, 2, 216-219, 1964.
12. Lodin Z., Hartman J., Kazakhashvili M. R., Chaubai K. A., Müller J. Brain Res., 6, 489, 1967.
13. Viola-Magni M. P. V., Puccinelli E. Experientia, 22, 328, 1966.

ზღვის გოჭის ნათხემის პურკინიეს უჯრედებში მშრალი წონის დინამიკა პოსტნატალური განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე

დ. მაჩარაშვილი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი

რ ე ზ ი უ მ ე

ინტერფერენციული მეთოდით შესწავლილია მშრალი წონის დინამიკა ზღვის გოჭის ნათხემის პურკინიეს უჯრედებში პოსტნატალური განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე.

აღმოჩნდა, რომ პოსტნატალური განვითარების ადრეულ ეტაპზე მშრალი წონა მატულობს ცხოველის ასაკის შესაბამისად, განსაკუთრებით მესამე დღეს, შემდეგ მშრალი წონა ეცემა, მეოცე დღიდან კი შეიმჩნევა მისი თანდათანობითი მატება. მშრალი წონის მერყეობის სინქრონულად მიმდინარეობს პურკინიეს უჯრედების ზომის ცვლილება.

DRY MASS DYNAMICS OF THE GUINEA PIG CEREBELLAR PURKINJE CELLS IN VARIOUS STAGES OF POSTNATAL DEVELOPMENT

D. N. MACHARASHVILI

Institute of Physiology, Georgian Academy of Sciences, Tbilisi, USSR

Summary

Using the interference method, the dry mass dynamics of the guinea pig cerebellar Purkinje cells was studied in various stages of postnatal period.

The dry mass was found to increase in accordance to the age of the animals. There was a synchrony in the dry mass fluctuation and the change in the Purkinje cell sizes.

УДК 577.3

БИОФИЗИКА

КАЛОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СМЕШАННЫХ ВОДНО-ЭТАНОЛОВЫХ РАСТВОРОВ РИБОНУКЛЕАЗЫ

Л. М. Высочек, В. В. Герасимов

Институт физиологии АН ГССР, Тбилиси

Поступила в редакцию 6.11.1975

Проведено калориметрическое исследование процесса тепловой денатурации водно-этаноловых растворов рибонуклеазы. Показано, что при увеличении концентрации этанола наблюдается уменьшение температуры и полуширины температурного интервала перехода. Энтальпия тепловой денатурации имеет максимум при 20% концентрации этанола.

В настоящее время интенсивно исследуются нативная структура биологических макромолекул, природа сил, стабилизирующих эту структуру и характер конформационных изменений при внешних воздействиях. Известно, что нативная структура макромолекулы определяется балансом внутримолекулярных взаимодействий и ее взаимодействиями с растворителем. Действие молекул растворителя на заряженные группы макромолекулы носит электростатический характер. Более сложный характер имеет взаимодействие полярных растворителей с неполярными участками белковой макромолекулы, приводящее к группированию последних внутри молекулы, так как неполярные группы, оставаясь доступными воде, оказываются причиной увеличения свободной энергии систем белок—вода. Кроме того, как было показано Брантом [1], гидрофобные взаимодействия могут увеличивать кооперативность процесса структурного перехода при термической инактивации белка. К такому же выводу пришли Поланд и Шерага [4], изучавшие влияние гидрофобных взаимодействий на конформационные переходы макромолекул. Существенный вклад в образование структуры белка в растворе может вносить способность молекул некоторых растворителей образовывать водородные связи с СО- и NH-группами аминокислотных остатков. Ясно, что анализ конформационной стабильности белков даже в чистых растворителях представляет сложную задачу из-за одновременного действия различных сил, участвующих в стабилизации структуры макромолекул в растворе. Еще более сложные проблемы возникают при переходе к смешанным растворителям. Работы, посвященные такого типа исследованиям, показывают, что, по крайней мере, для некоторых органических соразтворителей теплофизические параметры денатурации сильно зависят от состава сложного растворителя. Так, добавление в воду этанола (неполярного растворителя) вызывает изменения в сольватации экспонированных гидрофобных боковых цепей белка, находящихся в денатурированном состоянии. Эти изменения, зависящие от состава растворителя, расположения и количества гидрофобных и полярных групп в белке, влияют на величины термодинамических параметров перехода белка из нативного со-

стояния в денатурированное при термической денатурации белка. Сравнение этих параметров перехода при различных концентрациях неполярного соразтворителя позволяет сделать вывод об особенностях структуры белковой молекулы и об относительном вкладе гидрофобных и полярных взаимодействий в стабилизацию ее конформации.

Так как экспериментальных работ по непосредственному измерению теплофизических параметров перехода белка из нативного состояния в денатурированное при термическом воздействии в бинарных растворителях немного, представляется важным проведение прямых калориметрических измерений белка в растворах с различным содержанием неполярного соразтворителя.

В работе исследовалась тепловая денатурация панкреатической рибонуклеазы в смешанном водно-этаноловом растворителе. Концентрация препарата во всех экспериментах составляла 5 мг/мл. При концентрации этанола выше 35% в данных условиях белок выпадал в осадок. В качестве основного компонента растворителя использовался цитратный буфер с рН 4,8 и ионной силой 0,4. Измерения проводились на калориметре ДАСМ-1М с чувствительностью $4,8 \cdot 10^{-6}$ кал/мл², при скорости прогрева 0,25 град/мин и погрешности измерения 3%.

На рис. 1 приводится изменение температуры перехода при изменении концентрации этанола. Из графика видно, что температура перехода T_m монотонно падает с увеличением концентрации этанола, причем зависимость температуры перехода T_m от концентрации этанола в этой области носит линейный характер.

График зависимости полуширины перехода $\Delta T_{1/2}$ от концентрации этанола показан на рис. 2. Полуширина температурного интервала плавления монотонно падает при повышении концентрации этанола.

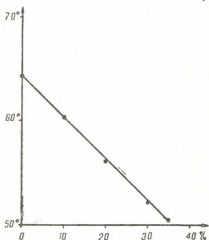


Рис. 1. Зависимость температуры плавления T_m от процентной концентрации этанола. Точки, отмеченные на графиках всех рисунков.—среднее трех измерений

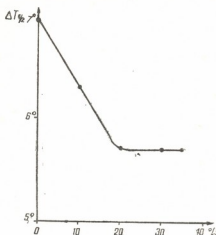


Рис. 2. Зависимость полуширины температурного интервала плавления $\Delta T_{1/2}$ от процентной концентрации этанола

Зависимость энтальпии тепловой денатурации от концентрации этанола (рис. 3) носит более сложный характер и качественно сходна с зависимостью энтальпии денатурации рибонуклеазы в водном этаноле от состава соразтворителя, которую получили Брантс и Хант [2] при спектрофотометрическом исследовании процесса тепловой денатурации

рибонуклеазы. Энтальпия перехода достигает максимума, когда концентрация этанола равна 20%.

На рис. 4 приведена зависимость изменения максимальной относительной теплоемкости перехода ΔC_{pm} . Из рисунка видно, что ΔC_{pm} монотонно возрастает с увеличением концентрации этанола. Проведенная нами повторная денатурация рибонуклеазы не дала изменений теплофизических параметров растворов рибонуклеазы.

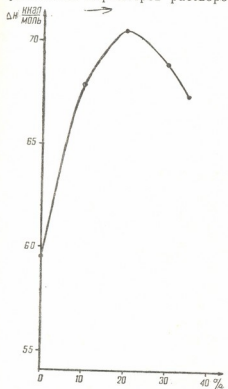


Рис. 3. Зависимость энтальпии тепловой денатурации от процентного содержания этанола

Полученные результаты позволяют сделать ряд выводов о структуре рибонуклеазы в водно-этаноловом растворе при pH 4,8. Характер

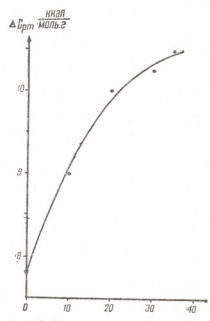


Рис. 4. Зависимость максимальной относительной теплоемкости перехода ΔC_{pm} от процентной концентрации этанола

изменения энтальпии тепловой денатурации при изменении состава водно-этанолового растворителя дает основания предположить, что имеется несколько факторов, которые приводят к изменению вторичной и третичной структур макромолекулы. Уменьшение гидрофобного взаимодействия при увеличении концентрации спирта должно приводить к увеличению суммарного теплоглощения тепловой денатурации, так как энтальпия гидрофобного взаимодействия отрицательна. С другой стороны, изменение гидрофобного взаимодействия должно сказаться на изменении третичной структуры, что может привести к упорядочению белка во вторичной структуре и, как следствие этого, к уменьшению ширины температурного интервала плавления при увеличении концентрации этанола. Такое увеличение упорядоченности может осуществляться в участках α -спиральности около остатков 5—12, 28—35, 51—58 и в области β -структуры, образованной двумя параллельными частями полипептидной цепи, состоящими из остатков 71—92 и 94—110 [3, 5]. Кроме того, значительное увеличение энтальпии при увеличении концентрации этанола может быть связано с уменьшением



количества водородных связей, которые образуют CO- и NH-группы денатурированного белка с водой.

Все вышеперечисленные факторы должны приводить к увеличению энтальпии денатурации при увеличении концентрации этанола. С другой стороны, уменьшение диэлектрической проницаемости смешанного растворителя приведет к увеличению электростатического отталкивания одноименно заряженных групп белка и, как следствие, к уменьшению энтальпии тепловой денатурации. Действие всех этих факторов, очевидно, и приводит к такому характеру зависимости энтальпии тепловой денатурации от концентрации этанола, который наблюдается в эксперименте.

Соответствие теплофизических параметров первой и последующих денатураций рибонуклеазы указывает, что нативная и денатурированная формы в области перехода находятся в равновесии, в исследуемом диапазоне концентраций этанола.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брандтс Д. Ф. В сб.: Структура и стабильность биологических макромолекул, 197, 1973.
2. Brandts J. E., Hunt L. J. Amer. Chem. Soc., **84**, 4826, 1967.
3. Karina G., Bello J., Harker D. Nature, **862**, 213, 5079, 1967.
4. Poland D., Scheraga H. A. Biopolymers, **3**, 401, 1965.
5. Wyckoff H. W., Hardman K. D., Allewell N. M., Inagami T., Jansson L. N., Richard F. M. J. Biol. Chem., **242**, 3984, 1967.

რიბონუკლეაზის კალორიმეტრული შესწავლა წყალ-ეთანოლის ხსნარებში

ლ. ვისოჩეკი, ვ. გერასიმოვი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი

რ ე ზ ი უ მ ე

კალორიმეტრული მეთოდით წყალ-ეთანოლის ხსნარებში, pH 4,8 და 0,4 იონური ძალის დროს, შესწავლილია რიბონუკლეაზის სითბური დენატურაციის პროცესი. ნაჩვენებია, რომ ეთანოლის კონცენტრაციის ზრდისას მცირდება გადასვლის ტემპერატურა და ტემპერატურული ინტერვალის ნახევარი სიგანე.

სითბური დენატურაციის ენთალპია მაქსიმალურია, როდესაც ეთანოლის კონცენტრაცია ხსნარში 20% ტოლია.

CALCRIMETRIC STUDY OF THE MIXED RIBONUCLEASE AQUEOUS-ETHANOL SOLUTIONS

L. M. VISOCHEK, V. V. GERASIMOV

Institute of Physiology, Georgian Academy of Sciences, Tbilisi, USSR

Summary

The calorimetric study of the thermodenaturation process of ribonuclease aqueous-ethanol solutions has been made at pH 4.8 and ionic strength 0.4. The increasing of ethanol concentration was shown to result in a decrease of temperature and half-width of the melting temperature interval.

The enthalpy of thermodenaturation achieved its maximum at 20% ethanol concentration.

УДК 62.506.2:519.95

БИОНИКА

О ГОЛОГРАФИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ ИМПУЛЬСНЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Г. А. Мачавариани

Институт кибернетики АН ГССР, Тбилиси

Поступила в редакцию 19.11.1975

Среди существующего разнообразия моделей функционирования мозга привлекают внимание модели, основанные на аналогиях с волновыми процессами. При их описании используются понятия когерентности, амплитуды колебаний, интерференции и т. д. с последующим переходом к отдельным импульсам или их последовательности и взаимодействию между ними [1, 3].

Существенным обстоятельством, обуславливающим большое внимание к упомянутым моделям, является свойство распределенности информации, присущее как мозгу, так и голографическим системам. Однако различие состоит в том, что в мозге процессы преобразования информации протекают дискретно, в то время как голографические процессы носят непрерывный характер.

Попытка преодоления этой трудности приводит в область квантовой механики, где устанавливается тесная связь между непрерывными волновыми процессами и дискретными (корпускулярными) явлениями.

Волновое уравнение Шредингера

$$\frac{\partial \Psi}{\partial t} = \frac{i\hbar}{2m} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2}, \quad (1)$$

где \hbar — постоянная Планка, m — масса частицы, позволяет найти некоторую функцию Ψ , с помощью которой могут быть описаны волновые свойства частицы. Физический смысл функции Ψ определяется соотношением:

$$|\Psi|^2 = P, \quad (2)$$

где P — вероятность обнаружения частицы в заданной точке пространства.

С другой стороны, волновое уравнение

$$\frac{\partial^2 f}{\partial t^2} = v^2 \frac{\partial^2 f}{\partial x^2}, \quad (3)$$



где v — скорость распространения волны, дает функцию f , описывающую волновые процессы в непрерывных средах. Для нее, аналогично соотношению (2), справедливо выражение

$$|f|^2 \sim I, \quad (4)$$

где I — интенсивность.

Таким образом, существуют две функции Ψ и f , которые описывают волновые явления в различных системах. Первая описывает волновые свойства дискретной системы, вторая — волновые процессы в непрерывной среде, причем особого внимания заслуживают вероятностные свойства функции Ψ , даваемые соотношением (2). Описание моделей функционирования мозга и построение технических устройств, обладающих свойствами распределенности информации, вызывают необходимость установления таких закономерностей для импульсных систем, которые имеют место в голографии.

Исходя из вышесказанного, попытаемся установить связь между голографической системой, которую будем рассматривать как непрерывную волновую систему, и дискретной информационной системой, в которой взаимодействие между импульсами осуществляется на вероятностных принципах, в частности, по формуле вероятности суммы событий.

Сложение (интерференция) когерентных колебаний, имеющее место в голографических процессах, может быть описано уравнением:

$$|f_{1+2}|^2 = |f_1|^2 + |f_2|^2 + 2|f_1||f_2|\cos\varphi_{12}, \quad (5)$$

где f_1 и f_2 — функции, удовлетворяющие уравнению (3), $|f_1|$ и $|f_2|$ — амплитуды слагаемых колебаний, $|f_{1+2}|$ — амплитуда результирующего колебания, φ_{12} — разность фаз слагаемых колебаний.

С другой стороны, сложение вероятностей наступления двух событий A и B может быть записано в виде:

$$P(A+B) = P(A) + P(B) - P(A \cdot B), \quad (6)$$

где $P(A)$ и $P(B)$ — соответственно вероятности наступления событий A и B , $P(A+B)$ — результирующая вероятность, $P(A \cdot B)$ — вероятность одновременного наступления событий A и B .

Для $P(A \cdot B)$ в свою очередь можно написать:

$$P(A \cdot B) = P(A)P(B/A) = P(B)P(A/B) = \sqrt{P(A)P(B)} \sqrt{P(A/B)P(B/A)}. \quad (7)$$

Под наступлением события в импульсной информационной системе будем подразумевать появление импульса в той или иной цепи системы.

Если по аналогии с (2) вероятность наступления события представить как квадрат модуля некоторой функции F , то будем иметь:

$$P(A) = |F_1|^2 \text{ и } P(B) = |F_2|^2.$$

Тогда (6) может быть переписано в виде:

$$|F_{1+2}|^2 = |F_1|^2 + |F_2|^2 - |F_1||F_2|\sqrt{P(A/B)P(B/A)}, \quad (8)$$

где

$$|F_{1+2}|^2 = P(A+B).$$



Сравнивая формулы (5) и (7), можно заметить, что роль выражений $\cos \varphi_{12}$ и $\sqrt{P(A/B)P(B/A)}$ в последних с точностью до постоянного множителя аналогична. Поэтому можно прийти к выводу, что в рассматриваемых системах разность фаз при сложении когерентных колебаний имеет тот же смысл, что и взаимозависимость между случайными событиями при сложении их вероятностей. Кроме того, очевидно, что когерентность и взаимозависимость между случайными событиями — аналогичные понятия. Это утверждение, однако, не означает аналогии между некогерентностью колебаний и независимостью случайных событий.

Действительно, для некогерентных колебаний, усредняя величину $|f_{1+2}|^2$ за некоторый промежуток времени, можно получить соотношение:

$$\overline{|f_{1+2}|^2} = |f_1|^2 + |f_2|^2, \quad (9)$$

в то время как для независимых событий аналогичное выражение не может быть получено.

Подобное выражение может быть получено для случая несовместных событий, когда $P(A \cdot B) = 0$. В этом случае вместо (8) будем иметь:

$$|f_{1+2}|^2 = |F_1|^2 + |F_2|^2. \quad (10)$$

Но несовместность событий является частным случаем зависимости. Аналогично, в качестве частного случая из выражения (5) может быть получена зависимость:

$$|f_{1+2}|^2 = |f_1|^2 + |f_2|^2,$$

если положить $\cos \varphi_{12}$ равным $\frac{\pi}{2}$. Но условие $\cos \varphi_{12} = \frac{\pi}{2}$ совершенно отлично от условия некогерентности, из которого следует справедливость выражения (9).

Таким образом, аналогом понятия квадрата амплитуды (или интенсивности) колебаний в импульсных системах обработки информации голографического типа является вероятность появления импульса, а понятие фазы соответствует взаимозависимости вероятностей появления импульсов.

Полученные результаты, на наш взгляд, полезны при рассмотрении голографических моделей мозга, когда описание моделей ведется на уровне взаимодействия импульсов, генерируемых нейронами. Кроме того, эти результаты могут быть использованы при создании технических устройств обработки информации, работающих на голографических принципах, но сигналы в которых закодированы импульсами или их последовательностями. Элементами таких систем, например, могут быть устройства типа вероятностных вентилей [4] или статистических переключателей [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Вестлейк Ф. Р. Сб.: Кибернетические проблемы бионики, II, «Мир», М., 1972, 116.
2. Коннели Е. М. Там же, 263.
6. Серия биологическая, т. 2, № 2

3. Чавчанидзе В. В. Сб.: Прогресс биологической и медицинской кибернетики, «Медицина», М., 1974, 274.

4. Чавчанидзе В. В., Сергеевко Н. Д. Вероятностный вентиль, *Известия АН Грузинской ССР, Технические науки*, № 147603, Бюллетень изобретений, № 11, 1962, 22.

ინფორმაციის დამუშავების იმპულსური სისტემების ჰოლოგრაფიულ თვისებათა შესახებ

ბ. მაჩავარიანი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის კიბერნეტიკის ინსტიტუტი, თბილისი

რ ე ზ ი უ მ ე

ჩვეულებრივ ტალღურ განტოლებასა და შრედინგერის განტოლებას შორის გატარებული ანალოგიის საფუძველზე, კომპენტულ რხევათა შეკრების ფორმულის ალბათობათა ჯამის ფორმულასთან შედარების გზით ნაჩვენებია, რომ ინფორმაციის დამუშავების იმპულსურ სისტემებს შეიძლება გააჩნდეთ ჰოლოგრაფიული თვისებები.

ასეთი სისტემებისათვის რხევათა ამპლიტუდის კვადრატის ანალოგიური სიდიდეა იმპულსის გამოჩენის ალბათობა, ხოლო იმპულსების გამოჩენის ალბათობებს შორის დამოკიდებულებას გააჩნია იგივე აზრი, რაც ფაზათა სხვაობას კოჰერენტული რხევების შეკრების დროს.

ON HOLOGRAPHIC PROPERTIES OF PULSE PROCESSING SYSTEMS

G. A. MACHAVARIANI

Institute of Cybernetics, Georgian Academy of Sciences, Tbilisi, USSR

Summary

Using the analogies between a common wave equation and Schrödinger equation and comparing the coherent oscillation summation formula and that of probability of set of events one can consider it possible to construct data processing pulse systems possessing holographic properties. The probability of pulse occurrence in this system corresponds to squared amplitude and the interconnection between the probabilities of pulse occurrences and to phase difference in coherent oscillations summation.

КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ

С 15 по 17 декабря 1975 года в г. Тбилиси в помещении Института экспериментальной морфологии им. А. Н. Натишвили проходила конференция по экспериментальной и теоретической биологии и медицине, организованная Отделением медицинских проблем и Институтом экспериментальной морфологии им. А. Н. Натишвили АН ГССР.

В работе конференции принимали участие в качестве докладчиков (с соавторами) 23 человека. Всего было прослушано и обсуждено 17 докладов.

Утреннее заседание 15 декабря открыл профессор Г. Д. Туманишвили (председатель Оргкомитета), рассказавший присутствующим, что задачей конференции было ознакомить широкую научную общественность с современным состоянием самых различных областей биологии и медицины и исследованиями, ведущимися в многочисленных лабораториях нашей республики.

С докладом о морфологических предпосылках ретроградного кровотока в миокарде выступила Н. А. Джавахишвили (Н. А. Джавахишвили и М. Э. Комахидае — Институт экспериментальной морфологии АН ГССР). Было показано, что венозные синусонды миокарда способны нагнетать кровь в обратном направлении в капиллярную сеть, т. е. при надобности обеспечивать подачу крови в обратном направлении и, следовательно, создавать дополнительный источник питания сердечной мышцы.

Методом равновесного ультрацентрифугирования в градиенте плотности хлористого цезия и кинетики ренатурации в работе Т. Г. Беридзе (Институт биохимии растений АН ГССР) обнаружены и изучены сателлитные ДНК у некоторых высших растений.

Цитофотометрическими и биохимическими исследованиями было показано, что в печени куриных зародышей *in vivo* под влиянием гомологичного экстракта происходит ускорение разрушения ДНК. В своем докладе К. М. Джандиери (Институт экспериментальной морфологии АН ГССР) выдвинула предположение, что, с одной стороны, активная часть ядерного экстракта участвует в регуляции генной активности и, таким образом, в дифференциации клеток, а с другой, — фактор ядерного экстракта может принимать участие в репарации поврежденной ДНК.

На вечернем заседании того же дня был заслушан доклад И. Р. Коркия (Институт зоологии АН ГССР), посвященный вопросам трансплантационного иммунитета у рептилий. Было показано, что механизм отторжения обусловлен двумя факторами: лимфоцитами, которые инфильтрируют трансплантат и гуморальными антителами, которые обнаруживаются в сыворотке после отторжения трансплантата.

Д. И. Джохадзе (Институт биохимии растений АН ГССР) обобщил данные о природе ДНК-зависимой РНК-полимеразе, выделенной как из животных, так и из растительных источников.

На утреннем заседании 16 декабря В. М. Окуджава (Институт клинической и экспериментальной неврологии МЗ ГССР) изложил результаты исследования постсинаптических потенциалов (ТПСП), регистрируемых в нейронах сенсорной коры кошки. Докладчик сообщил, что продолжительные ТПСП обусловлены длительным повышением проницаемости мембран нейронов. Опыты показали, что при этом повышается проницаемость к ионам хлора.



Проблеме вымирания видов, в частности динозавров, был посвящен доклад Л. К. Габуния (Институт палеобиологии АН ГССР). Автор, обобщив данные палеобиологии, показал, что наиболее трудно объяснимые случаи исчезновения крупных групп животных, имевших почти всесветное распространение, должны были зависеть главным образом от эволюции их опасных врагов и конкурентов и могут быть объяснены с позиций дарвиновской теории.

Роль отдельных генов в осуществлении различных стадий процессов мейоза, а также выяснение общности некоторых центральных молекулярных процессов были представлены в докладе А. Ф. Шатиришвили и И. И. Чучулашвили (Тбилисский государственный университет, докладчик А. Ф. Шатиришвили).

Вечернее заседание того же дня открыл И. К. Сванидзе (Институт физиологии АН ГССР), рассказавший об исследованиях поведения клеток нервной ткани в культуре. Обнаружена важная роль межклеточных контактов в регуляции ритмических колебаний количеств белка.

Работа Л. Г. Шелля (Институт экспериментальной морфологии АН ГССР) была посвящена вопросам сравнительной анатомии и эмбриологии кровоснабжения миокарда у позвоночных животных. Показано, что в ходе эволюции позвоночных животных миокард из губчатого преобразуется в компактный, питание которого полностью переходит к веным артериям.

М. Д. Гедеванишвили (Институт фармакохимии АН ГССР) изложил результаты исследований коллектива ученых, изучавших взаимоотношения некоторых алкалоидов, тормозящих или стимулирующих опухолевый рост, и рецепторов, взаимодействующих с различными медиаторами.

Утреннее заседание 17 декабря открыл Г. Д. Туманишвили (Институт экспериментальной морфологии АН ГССР), посвятивший свое выступление теории клеточной дифференцировки. Согласно выдвинутой им гипотезе, процесс дифференцировки не нуждается в специфических стимулах. Кроме того, клетки разного типа отличаются друг от друга лишь степенью дифференцировки, но не ее направлением.

У. А. Габуния (Институт экспериментальной морфологии АН ГССР) доложил об изучении структурных элементов, дающих начало развитию рака молочной железы, а также установлению специфики процессов, определяющих возникновение всех структурных ингредиентов возникшей раковой опухоли. Показано, что миозителитальные клетки не только участвуют в морфогенезе рака, но и являются его родоначальными клетками.

Т. А. Нативили (кафедра физиологии человека и животных ТГУ) рассказал о своих исследованиях, в основу интерпретации которых положен принцип блочной конструкции, позволяющий, по мнению автора, связать физиологию нейрона с физиологией поведения.

Вечером того же дня был заслушан доклад И. С. Мелисашвили (Проблемная морфофизиологическая лаборатория Тбилисского государственного педагогического института им. А. С. Пушкина). Изучая методом автордиографии миграционные процессы в коре больших полушарий, автор показал, что образование нейронов в новой коре происходит не только за счет митозов слабодифференцированных нервных элементов, но и за счет миграции их из зоны матрикса и белого вещества. Этим же методом установлено, что пролиферативные и миграционные процессы активнее протекают в глиальных клетках, нежели в нервных.

В работе Н. М. Мампория и О. Г. Мамаптавривили (докладчик — Н. М. Мампория — Институт экспериментальной морфологии АН ГССР) обобщены экспериментальные данные, посвященные проблеме улучшения кровообращения печени при некоторых формах нарушения ее гемодинамики. По мнению авторов, метод гепатофреномиопексии дает основание рекомендовать ее как метод дополнительной васкуляризации печени.

Т. Г. Чанишвили (Тбилисский НИИ вакцин и сывороток Минздрава СССР) доложил об опытах по комплементации и рекомбинации между стандартными мутантами Бензера T4rII и дикими типами rIII мутантами родственных фагов, селекционированных из различных источников, в том числе и псевдодизогенных штаммов *Sh. sonnei*.



С заключительным словом выступил Г. Д. Туманишвили, который отметил высокий научный уровень конференции. Поскольку среди приглашенных находились представители разных специальностей, обсуждение докладов, протекавшее оживленно и непринужденно, оказалось компетентным и плодотворным. Участники и организаторы высказали пожелание о систематическом проведении подобных конференций в республиканском масштабе.

Г. Д. Туманишвили, Т. В. Тодрия

РЕЦЕНЗИИ

Л. Л. НАТАДЗЕ. РЕЦЕНЗИЯ НА КНИГУ Г. Ш. КАДЖАЯ

«ОПЫТ ЭКОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА АКАРИД КАВКАЗА»,
«Мецниереба», Тбилиси, 1975.

Издательством «Мецниереба» выпущена в свет книга Г. Ш. Каджая «Опыт эколого-морфологического анализа акарид Кавказа». В основу книги Г. Ш. Каджая положены результаты всестороннего изучения ее автором систематики, морфологии и экологии акарид Кавказа. Книга состоит из двух частей: общей и специальной. В общей части приводятся краткая характеристика исследованной автором группы, история изучения акарид на Кавказе и методика сбора и обработки материала.

В первых двух главах специальной части работы дается достаточно подробная эколого-фаунистическая характеристика синантропных и полевых акарид. Материал, использованный при написании этих глав, в большинстве своем уникален, поскольку акариды полупустынь, степей, аридных лесов и субальпийской зоны Кавказа до сих пор специально не изучались.

Представляет большой практический интерес установление роли временных резерватов, служащих источниками заражения хранящихся продуктов. Автором намечены основные пути миграции акарид в склады и выявлены наиболее уязвимые звенья этих путей, что дает возможность целенаправленно проводить комплекс мероприятий по борьбе с вредными видами.

Полевой комплекс акарид рассматривается в зональном аспекте. Для отдельных видов выявляются зональная смена местообитаний, зональное освоение стаций-резерватов, встречаемость в различных местообитаниях и т. д. В этой же главе подчеркивается, что в лесных зонах типичные биотопы в фаунистическом отношении как бы воздействуют на менее типичные. Но когда контрастные биотопы относятся к различным природным зонам, то каждый из этих биотопов характеризуется своей специфичной фауной акарид. Эта закономерность весьма интересна, т. к. свидетельствует о своеобразии природных зон и самостоятельности формирования их биотопов. В главе «Фаунистический состав полевых акарид» было бы желательно рассмотреть культурные ландшафты, поскольку именно в них проявляется действие синантропных факторов.

Во втором разделе книги обсуждается внутривидовая изменчивость акарид. В области акарологии исследование Г. Ш. Каджая по подбору материала и широте затронутых вопросов (мы имеем в виду лишь второй раздел работы) с полным правом может быть отнесено к числу оригинальных. Несмотря на то, что работа не является строго таксономической, данные этой главы заслуживают внимания систематиков, т. к. выявляют политипичность отдельных видов.

Поставив перед собой задачу — подробно изучить одну из форм внутривидовой изменчивости акарид — географическую, автор с методической точки зрения поступил совершенно правильно, исследовав первоначально сезонную и биотопическую изменчивость сопоставляемых популяций. Сравнение морфологических особенностей акарид разных генераций и из различных местообитаний позволило Г. Ш. Каджая сделать ряд заслуживающих внимания выводов, а именно, что чем интенсивнее в какой-либо природной зоне акаридами используются стации-резерваты, тем слабее бывают морфологические различия между сезонными выборками и наоборот. Отмеченная закономерность должна объясняться стабильностью микроклимата в стациях-резерватах во времени. Однако, независимо от степени освоения резерватов, генерации акарид, развивающиеся в более теплое время года, как правило, отличаются большими размерами морфологических структур, чем генерации холодных сезонов. Это явление



автор вполне логично связывает с темпами роста клещей: генерации, развивающиеся в более теплые сезоны года, как и популяции, обитающие в местностях с относительно высокими годовыми температурами, характеризуются более интенсивным развитием, чем генерации или популяции, проходящие развитие в менее благоприятных климатических условиях. Материалы второго раздела книги и выводы, которые делаются автором на основе их анализа, особенно важны для систематики акарид, в частности, для выделения низших таксонов.

Во втором разделе книги автору удалось показать, что некоторые закономерности, установленные при изучении морфологических особенностей высших животных, имеют силу и по отношению к акаридам. Так, сезонные выборки из одних и тех же популяций в некоторых случаях морфологически отличаются друг от друга больше, чем поселения из отдаленных местностей исследованной территории. В зависимости от экологических условий, соседние популяции акарид по ряду морфологических признаков часто отличаются довольно значительно, тогда как территориально разобщенные популяции могут быть почти идентичными. Учитывая это, автором сформулированы принципы, которых следует придерживаться при анализе географической изменчивости морфологических особенностей акарид. Несомненно прав автор, считая, что при межпопуляционных сравнениях целесообразно пользоваться генерациями лишь одного и того же времени года и выборками из типичных биотопов отдельных природных зон. Следует отметить также вывод Г. Ш. Каджая о том, что межпопуляционные отличия в величине морфологических признаков акарид далеко не всегда находятся в прямой зависимости от общих климатических особенностей природных зон. В ряде случаев ведущим фактором в этом отношении оказывается пищевая, зачастую связанный с плотностью клещевого населения в стациях-резерватах. Поэтому в местностях, где резерваты осваиваются акаридами более интенсивно, непосредственное воздействие макросреды может терять ведущее значение.

В главе «Географическая изменчивость акарид» морфологические детали отдельных популяций автором сравниваются по цифровым данным ($M \pm m$). Но в тех случаях, когда показатели одних и тех же признаков отличаются не очень заметно, установить степень сходства и различия между популяциями бывает несколько затруднительным. Было бы целесообразнее, если бы при сравнении большого количества выборок автор представил диаграммы, вместо цифровых таблиц.

Чрезвычайно интересны заключительные главы книги, в которых обсуждается вопрос о внутривидовой дифференциации акарид. Известно, что зоологи в настоящее время весьма различно подходят к понятию «подвид». Не отрицая большого значения общепринятых критериев, автор присоединяется к точке зрения тех исследователей, которые в ранг подвидов возводят популяции, характеризующиеся специфической эволюционной тенденцией, индикатором чего может быть нарушение типичных для вида закономерностей географической изменчивости комплекса морфологических и физиологических признаков. Обсуждая соответствующие материалы, Г. Ш. Каджая установил, что отдельные популяции выходят за рамки характерной для вида зональной изменчивости и по своим морфологическим особенностям резко обособлены от других популяций аналогичных ландшафтов. Эти популяции автор предлагает считать подвидами. По всей вероятности, не все зоологи согласятся с этой точкой зрения, но в изложении автора она представляется вполне убедительно.

Пожалуй, следовало бы укрупнить выводы, изложив их в несколько более обобщенной форме.

Оценивая работу в целом, следует признать, что книга Г. Ш. Каджая представляет собой серьезное научное исследование, богатое оригинальными фактическими сведениями и содержащее широкие обобщения, значение которых выходит за пределы узко специальных интересов. Закономерности, вскрытые автором, интересны как для зоологов и экологов, так и для всех, занимающихся вопросами эволюционного процесса.

ლ. ნათაძე. რეცენზია გ. ქაჯაიას წიგნზე „კავკასიის აკარიდების ეკოლოგიურ-მორფოლოგიური ანალიზი“.

Natadze L. L., Review of G. Sh. Kadzhaja's book "Ecologic-morphological analysis of the Caucasian Acaridae (*Acariformes*)".

Технический редактор Н. А. Онанова
Корректор Г. Н. Дугладзе

Сдано в набор 24.2.1976; Подписано к печати 21.4.1976; Формат
бумаги 70×108¹/₁₆; Бумага № 1; Печатных л. 7,70; Уч.-издат. л. 6,55;
УЭ 11157; Тираж 1200; Заказ 622;

Цена 70 коп.

გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, 380060, კუტუზოვის ქ., 19
Издательство «Мецниереба», Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19

საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის სტამბა, თბილისი, 380060, კუტუზოვის ქ., 19
Типография АН Груз. ССР, Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19

15/159



Цена 70 коп.

Индекс 76204