

И.Л.Ефимова

У ИСТОКОВ ИЗУЧЕНИЯ ПАТОГЕНЕЗА ЛУЧЕВОЙ БОЛЕЗНИ

ФГБУ «Государственный научный центр – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И.Бурназяна» ФМБА России, Москва, Россия

Контактное лицо: Ефимова Ирина Леонидовна: irina19031@yandex.ru

Резюме

29 июня 1946 года по инициативе Е.И.Смирнова и А.И.Бурназяна, с целью изучения влияния на организм человека радиации и разработки возможных средств лечения и защиты человека от действия радиационного фактора, организована радиационная лаборатория. Спустя 2 года (1948 год) на ее базе создан Институт биофизики МЗ СССР – один из крупнейших мировых научных центров, где проходило становление и развитие исследовательских работ в области радиобиологии и радиационной медицины, радиофармацевтики, радиационной гигиены.

Один из первых сотрудников, будущий академик, главный иммунолог страны Р.В.Петров назвал их «Первопроходцами поисков предупреждения и лечения лучевого поражения». «Нам было морально легко, – писал Рэм Викторович, – мы создавали не разрушительные, а спасательные средства. Радиационное государство почиталось за высший пилотаж». Специалисты Института биофизики внесли существенный вклад в изучение патогенеза и клиники лучевой болезни животных и человека, разработку основ создания и синтеза радиозащитных препаратов, средств профилактики и лечения радиационных поражений и их последствий, препаратов, способствующих ускоренному выведению радиоактивных веществ из организма, разработку диагностических и лечебных радиофармпрепаратов, а также средств индивидуальной защиты.

Ключевые слова: биофизика, радиобиология, патогенез, лучевая болезнь, патоморфология, микробиология, облучательная база, ионизирующее излучение, малые дозы, радиотоксикология

Для цитирования: Ефимова И.Л. У истоков изучения патогенеза лучевой болезни // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И.Бурназяна. 2023. №4. С. 52–57. DOI: 10.33266/2782-6430-2023-4-52-57

DOI: 10.33266/2782-6430-2023-4-52-57

I.L.Efimova

At the Origins of Studying the Pathogenesis of Radiation Sickness

International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center

Contact person: Efimova Irina Leonidovna: irina19031@yandex.ru

Abstract

On June 29, 1946, on the initiative of E.I. Smirnov and A.I. Burnazyan, a radiation laboratory was organized in order to study the effect of radiation on the human body and develop possible means of treating and protecting humans from the effects of the radiation factor. 2 years later (1948), the Institute of Biophysics of the USSR Ministry of Health was created on its basis - one of the world's largest scientific centers, where the formation and development of research in the field of radiobiology and radiation medicine, radiopharmaceuticals, and radiation hygiene took place.

One of the first employees, future academician, chief immunologist of the country R.V. Petrov called them “Pioneers in the search for the prevention and treatment of radiation injury.” “It was morally easy for us,” wrote Rem Viktorovich, “we created not destructive, but life-saving means. The radiation state was revered for its aerobatics.”

Specialists of the Institute of Biophysics made a significant contribution to the study of the pathogenesis and clinical picture of radiation sickness in animals and humans, the development of the fundamentals for the creation and synthesis of radioprotective drugs, means for the prevention and treatment of radiation injuries and their consequences, drugs that promote the accelerated removal of radioactive substances from the body, the development of diagnostic and therapeutic radiopharmaceuticals, as well as personal protective equipment.

Keywords: biophysics, radiobiology, pathogenesis, radiation sickness, pathomorphology, microbiology, irradiation base, ionizing radiation, low doses, radiotoxicology

For citation: Efimova I.L. At the Origins of Studying the Pathogenesis of Radiation Sickness. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2023;4:52-57 (In Russian). DOI: 10.33266/2782-6430-2023-4-52-57

История ФМБЦ им. А.И.Бурназяна началась в 1946 г. с организации радиационной лаборатории (с 1948 по 2007 г. – Институт биофизики АМН СССР). Первый директор института Г.М.Франк тщательно подбирал сотрудников: «Коллектив получился дружный: В.В.Бочкарёв, Ю.М.Штуккенберг, А.В.Бибергаль, Б.М.Исаев, Н.А.Габелова, А.С.Мочалина, Ю.Г.Григорьев, С.С.Шкловская и другие. Выполненные ими в начале 50-х годов исследования из-

менений регуляторных функций организма, физико-химических свойств крови, тканевого дыхания, электрических параметров ткани мозга при тотальном облучении животных позволили понять ряд существенных особенностей влияния радиации на целый организм» [1].

В Институте биофизики (ИБФ) впервые проводились комплексные исследования в области радиобиологии, радиотоксикологии, патогенеза и клиники

лучевой болезни у животных и человека. Сотрудники лабораторий: общей радиобиологии (рук. М.П.Домшлак), биохимии (рук. И.И.Иванов), микробиологии и иммунологии (рук. Н.Н.Клемпарская), патоморфологии (рук. Н.А.Краевский, В.В.Шиходыров), молекулярной биологии (рук. А.В.Савич), радиационной генетики (рук. Г.Е.Фрадкин) и другие глубоко и всесторонне изучали процессы патогенеза лучевой болезни, в опытах на различных видах животных описали различные виды радиационной патологии, выделили церебральный, желудочно-кишечный и кроветворный синдромы.

В 1947 г. одной из первых в Институте была организована лаборатория общей радиобиологии. Заведующим назначили Моисея Павловича Домшлака. Под его руководством изучены количественные закономерности влияния дозы излучения и ее пространственного распределения в теле облучаемого объекта, влияние фактора времени облучения и вида излучения на биологический эффект, оценено значение видовой и индивидуальной радиочувствительности облученных организмов.

Сотрудники лаборатории изучали зависимость: доза-эффект, время-эффект, описали костно-мозговую, кишечную, церебральную, пищеводную формы лучевой болезни, лёгочный синдром.

По воспоминаниям сотрудников, *«Моисей Павлович ходил размеренным шагом, при встрече обязательно раскланивался и смотрел прямо в глаза. В лаборатории царила доброжелательная обстановка, сотрудники жили дружно и часто встречались семьями»* [2].

С 1968 по 1990 г. лабораторией заведовала ученица М.П.Домшлака Наталья Георгиевна Даренская. Наталья Георгиевна всю жизнь посвятила изучению общих закономерностей биологического действия разных видов ионизирующего излучения и модифицирующих влияний различных факторов на проявления лучевого поражения в зависимости от исходной реактивности организма. С 1990 по 2000 г. лабораторией заведовал Андрей Олегович Короткевич, с мая 2000 по 2007 г. – Тамара Алексеевна Насонова.

Лаборатория до середины 60-х годов прошлого века была очень большой и включала в себя физиков, дозиметристов, биологов. Сотрудники лаборатории проводили исследования, используя облучательские установки, которых в ИБФ было около 20-ти. Создателем мощной облучательской базы стал В.Г.Хрущёв. Владимир Георгиевич с 1951 по 1953 г. – заместитель начальника Препарационной лаборатории, с 1966 по 1978 г. – заведующий лабораторией источников излучения, разработчик метода радиационной стерилизации – идеолог ряда экспериментальных исследований, проводимых в лабораториях Института биофизики. В радиобиологических экспериментах использовали, в основном, рентгеновское и гамма-излучения, они просты в эксплуатации и позволяли создать самые разные формы лучевого поражения.

В 1955 г. В.Г.Хрущёв разработал изотопные гамма-установки, в основе которых лежит принцип

многостороннего облучения животных. Животное помещали внутрь цилиндра с источниками излучения. На основе этого принципа создали гамма-облучатели ЭГО-1, ЭГО-2, ЭГО-20 (1954, 1955, 1956 гг.). Источник излучения везде – Кобальт-60. Наибольшими возможностями облучательская база ИБФ обладала в 1970-1975 гг. Облучательскую установку типа ИГУР поставили шести организациям СССР, а также в Болгарию, ГДР.

В 1949 г. в лабораторию пришёл Юрий Григорьевич Григорьев. В этот период он активно проводил биологические исследования, связанные с разработкой атомного оружия, принял непосредственное участие в пионерских работах по клиническому использованию в онкологии радиоактивного фосфора и кобальта. В 1954 г. Ю.Г.Григорьевым были впервые опубликованы материалы о функциональных первичных изменениях в коре больших полушарий головного мозга человека при лучевом воздействии, выполненные под руководством проф. М.Н.Ливанова.

Ю.Г.Григорьев принимал непосредственное участие в проведении исследований с применением первой в СССР терапевтической облучательской установки с источником Со-60. В 1949 г. в 1-м Московском мединституте, на кафедре пропедевтики впервые провели противоопухолевую терапию с помощью этой облучательской установки с источником Со-60. С этого момента в нашей стране началось применение лучевой терапии в клинической практике. Сегодня лучевая терапия один из основных методов лечения онкологических заболеваний. Одновременно изучали реакцию человека на воздействие ионизирующего излучения до и после облучения. Такая работа стала возможна благодаря созданию специальных установок, разработанных В.Е.Бусыгиным.

В начальный период подготовки запуска человека в космос в Институте биофизики начались исследования по космической физиологии. К решению этой проблемы привлекли Ю.Г.Григорьева, разработавшего физиологическую оценку состояния вестибулярного анализатора. Для исследования Кориолисова ускорения был создан стенд «Вращающаяся комната», а также стенды для длительного вращения животных в течение нескольких месяцев. Много потрудились над созданием экспериментальной базы В.Е.Бусыгин и Н.И.Анастасьин. Полученные результаты вызвали интерес у руководства Космической программы СССР. Однажды лабораторию посетили научный руководитель космической программы Президент АН СССР академик М.С.Келдыш и заместитель министра здравоохранения А.И.Бурназян.

В 1951 г. в ИБФ организовали лабораторию радиационной иммунологии, микробиологии и аллергологии. До 1980 г. лабораторией заведовала Н.Н.Клемпарская, затем её возглавил А.А.Иванов. В лаборатории изучали особенности течения инфекционных процессов и характер иммунного ответа в облучённом организме, разработали теорию аутоаллергии в патогенезе лучевого заболевания, средства профилактики и терапии лучевых поражений с помощью микробных и иммуностропных веществ

(антибиотики, сыворотки, вакцины, препараты из бифидобактерий, иммуноглобулины, элементарная сера), методы изучения иммуномикробиологического статуса людей и животных.

Из стен лаборатории вышел Рэм Викторович Петров, в будущем – академик, организатор первого в СССР Института иммунологии. Творческий научный рост Рэма Викторовича происходил очень быстро. Уже в 1960-х годах он защитил докторскую диссертацию (первую в лаборатории). Вскоре на основе материалов диссертации опубликовал свою первую книгу «Иммунология острого лучевого поражения». Книга сразу же, в 1962 г., была переведена и издана в США. По словам Р.В.Петрова: «В ней была сформулирована рождённая на Семипалатинском полигоне иммунологическая концепция последствий лучевого поражения – путеводная нить последующих исследований учёного в области иммунологии и иммуногенетики. Благословение этой концепции я получил на генетическом семинаре в 1958 году от Н.В.Тимофеева-Ресовского, с которым был знаком с 1957 года во времена его работы в Свердловске и под Челябинском» [3].

Сотрудники лаборатории Н.Н.Клемпарской работали эффективным, быстрый и безболезненный способ определения состояния иммунитета у человека. Через такое тестирование прошли многие космонавты, моряки-подводники Северного флота.

В течение долгих лет в лаборатории проводили комплексные исследования состояния иммунного статуса людей и животных при воздействии химических веществ, входящих в состав ракетных топлив. Под научным руководством Н.Н.Клемпарской группа сотрудников во главе с О.Г.Алексеевой впервые в стране и в мире изучали иммуно-микробиологический статус сначала собак-космонавтов, а затем первых космонавтов Ю.А.Гагарина, Г.С.Титова, В.Ф.Быковского, П.Поповича, А.Николаева.

Большой коллектив учёных объединяла лаборатория патоморфологии. С 1950 по 1962 гг. лабораторией руководил Николай Александрович Краевский, создатель школы советских патоморфологов. Из воспоминаний Г.А.Лебедевой: «Н.А.Краевский был удивительным человеком. Родился и вырос в Смоленской губернии, в родовом имении дворян Краевских. По окончании медицинского института и аспирантуры стал работать на кафедре патологической анатомии во 2-м Медицинском институте. В Отечественную войну ушёл добровольцем на фронт. Полковник медицинской службы, будущий академик и лауреат Ленинской премии, Краевский стал Главным патологоанатомом Советской Армии. В 1950-м ему предложили работать в нашем институте. Держался он всегда с достоинством, был человеком доступным и мудрым. Поговорить и посоветоваться к нему приходило едва ли не половина института. Николай Александрович хорошо разбирался в научной тематике и умел правильно выбрать нужное направление исследования. Он никогда дотошно не опекал своих учеников, давал тему, пускал в «самостоятельное плавание» и как-то незаметно следил за работой молодого специалиста.

Лабораторию он любил и называл её «контрой». У нас всегда царила рабочая атмосфера, и ощущалось какое-то творческое горение. Мы все его очень уважали и 17 сентября 1955 года, в день его рождения, подарили ему большую китайскую вазу и чашу из перегородчатой эмали. К подарку была приложена записка: «Эти чаша и ваза не вместе, но являются символом вашей мудрости и нашей к Вам благодарности».

В первой половине 60-х годов в нашей лаборатории произошли большие перемены: шеф ушёл из нашего института в Онкологический центр. Руководить лабораторией стал один из бывших «мальчиков» – В.В.Шиходыров. Мы жили с ним дружно и вместе учили «уму-разуму» молодёжь» [4].

Под руководством Н.А.Краевского сотрудники лаборатории изучали структурные изменения органов при внешнем ионизирующем излучении и введении радиоактивных изотопов внутрь, ближайшие и отдалённые последствия действия излучений. Для работы с радиоактивными веществами работали в специальных фартуках, перчатках и респираторах. Радиоизотопы поступали в виде растворов в ампулах в свинцовых контейнерах, раствор из ампул изводили жидкостью в специальном вытяжном шкафу и вводили животным. В ИБФ в отдельном здании находился виварий со своей кухней, смотровыми для обследования животных, операционным блоком. В виварии содержались мелкие и крупные животные, которых хорошо кормили, ухаживали за ними, стараясь сгладить их подопытное состояние. Индивидуальные исследования проводились на мелких лабораторных животных, совместные опыты – на собаках.

Большие группы сотрудников из разных лабораторий выезжали на натурные испытания на атомный полигон под Семипалатинском. Эксперименты на полигоне проводили на различных видах животных, в том числе на собаках. Работы было много, и она была тяжёлой. После атомного взрыва приходилось вести круглосуточные дежурства, но все трудились, не унывая, «с огоньком».

Из воспоминаний Р.В.Петрова: «Мы, биологи и медики, пожалуй, не ощущали себя причастными к великой миссии создания ядерного щита Родины, который потом оказался надёжным щитом нашего строя. Мы скорее ощущали себя первопроходцами поисков предупреждения и лечения лучевых поражений, лечения инфекций на фоне лучевой болезни и пр. Всё, что мы выясняли, узнавали в научном плане, было впервые в мире. Опасность придавала особый вкус. Радиационное государство почиталось за высший пилотаж. Получаемые результаты тут же рождали новые идеи. Вернувшись из Лимонии в свои московские лаборатории, мы проверяли их уже в чистых условиях с рентгеновским или гамма-облучением» [5].

В 1963 г. Н.А.Краевского сменил Владимир Владимирович Шиходыров. Им создана оригинальная и единственная в Советском Союзе школа учёных, изучающих биологические эффекты светового излучения.

По воспоминаниям коллег: «Шиходыров сразу обращал на себя внимание большой эрудицией и хорошей памятью. Он и Н.Н.Литвинов не имели лаборантов и всё делали своими руками. Перекладывая из бьюкса в бьюкс предметные стёкла, Шиходыров что-то напевал. У него был прекрасный музыкальный слух и хороший голос. Он играл на скрипке». С 1977 г. В.В.Шиходыров заведовал отделом неионизирующих излучений, где было выполнено немало интересных работ. Основываясь на закономерностях, выявленных в ходе изучения лучевых поражений, появилось новое научное направление, исследующее биологические особенности реакций на воздействие неионизирующих излучений.

Учёные лаборатории токсикологии инкорпорированных радионуклидов одни из первых в стране, проводили разностороннее изучение биологического действия и токсикологии большого числа радионуклидов. В 1963 г. лабораторию возглавил Ю.И.Москалёв.

Юрий Иванович пришёл в ИБФ В 1954 г., имея большой опыт работы в Сунгуле в Лаборатории «Б». Сотрудники лаборатории, руководимой Н.В.Тимофеевым-Ресовским, изучали воздействие радиоактивных веществ на живые организмы, закономерности и пути их выведения из организма. Ведущие учёные Сунгульской лаборатории составили костяк лаборатории токсикологии инкорпорированных радионуклидов в ИБФ. Впервые учёные ИБФ получили основополагающие данные по кинетике обмена и биологическому действию большинства радионуклидов таблицы Д.И.Менделеева, которые легли в основу нормирования ионизирующего облучения и определили возможность безопасной работы на производствах атомной промышленности. Накопленные фактические данные позволили проанализировать и систематизировать материалы об особенностях ранних и поздних реакций млекопитающих на воздействие ионизирующего облучения в зависимости от пути поступления, типа излуче-

ния, характера распределения, длительности удержания в организме, дозы и других факторов.

В книге «Радиобиология инкорпорированных радионуклидов» Ю.И.Москалёв впервые в отечественной и мировой литературе дал сравнительную характеристику распределения и биологического действия более 30-ти радионуклидов при разных путях и ритмах поступления их в организм в виде различных химических соединений. Описаны химико-аналитические особенности биологического действия радионуклидов в зависимости от дозы и характера распределения, опухолевые и неопухолевые формы отдалённых последствий.

В 1979 г. В ИБФ был приглашен на работу Лев Александрович Булдаков, с 1980 по 2006 г. – заместитель директора ИБФ по научной работе, крупный специалист в области изучения действия различных источников ионизирующих излучений на организм. Академиком АМН СССР Л.А.Булдаковым разработана методология предсказания возможной дозы излучения при аварийной ситуации в результате внешнего облучения и инкорпорации радионуклидов, предложены методы предотвращения накопления дозы, включая способы удаления радионуклидов из организма во избежание переоблучения критических органов, установлены безопасные, пороговые уровни радиационного воздействия на человека, не вызывающие патологических эффектов. В последние годы жизни особое внимание учёный уделял действию малых доз радиации на организм человека. В книге Л.А.Булдакова «Радиоактивное излучение и здоровье» (2003) описан и доказан эффект гормезиса воздействия излучений в малых дозах. Данный эффект заключается в том, что при малых дозах излучения, превышающих природный уровень в 10–100 раз, возрастает средняя продолжительность жизни экспериментальных животных и человека, уменьшается частота заболевания злокачественными новообразованиями, увеличивается фертильность [6].



Рис. 1. Сотрудники Института биофизики, участники испытаний на Семипалатинском полигоне (слева направо: И.К.Соколова, И.Боголюбова, Н.Г.Даренская, И.Е.Андрианова, В.Г.Яшунский, А.К.Гуськова). 1970 год
Fig. 1. Employees of the Institute of Biophysics, participants in tests at the Semipalatinsk test site (from left to right: I.K. Sokolova, I. Bogolyubova, N.G. Darenkaya, I.E. Andrianova, V.G. Yashunsky, A.K. Guskova). 1970



Рис. 2. Ведущие сотрудники Института биофизики (сидят: В.Н.Стрельцова, Ю.И.Москалёв, Н.А.Краевский, крайний слева: В.В.Шиходыров, крайний справа: Б.И.Лебедев). 1960-е годы
Fig. 2. Leading employees of the Institute of Biophysics (seated: V.N. Streltsova, Yu.I. Moskalev, N.A. Kraevsky, far left: V.V. Shikhodyrov, far right: B.I. Lebedev). 1960s

В последующие годы исследования по этим направлениям продолжили известные учёные: Л.А.Ильин, А.К.Гуськова, В.А.Раззорёнова, Б.Б.Мороз, В.С.Калистратова, А.М.Лягинская, Е.Ф.Ррманцев, В.Д.Рогозкин, И.Е.Андрианова, Т.А.Насонова



Рис. 3. Сотрудники лаборатории микробиологии и иммунологии (слева направо: 1ряд: О.Н.Смирнова, Г.А.Шальнова, А.М.Уланова, В.Н.Мальцев; 2 ряд: Л.И.Хаустова, З.Бодягина, Т.Д.Кузьмина, С.В.Романова, И.Б.Исиченко; 3 ряд: А.А.Иванов, А.Н.Игнатов). 1990-е годы

Fig. 3. Employees of the laboratory of microbiology and immunology (from left to right: 1st row: O.N. Smirnova, G.A. Shalnova, A.M. Ulanova, V.N. Maltsev; 2nd row: L.I. Khaustova, Z. Bodyagina, T.D. Kuzmina, S.V. Romanova, I.B. Isichenko; 3rd row: A.A. Ivanov, A.N. Ignatov). 1990s

и многие другие. Результатом исследований, стали фундаментальные коллективные монографии ФМБЦ им. А.И.Бурназяна «Радиационные аварии» (2001), 4-томное издание «Радиационная медицина» (1999–2004), справочник «Ядерная медицина».



Рис. 4. Сотрудники Института биофизики Ю.Г.Нефёдов и Ю.Г.Григорьев рассказывают М.В.Келдышу и А.И.Бурназяну об исследованиях института по радиационной безопасности космических полётов. Начало 1960-х годов

Fig. 4. Employees of the Institute of Biophysics Yu.G. Nefedov and Yu.G. Grigoriev tell M.V. Keldysh and A.I. Burnazyan about the Institute's research on radiation safety of space flights. Early 1960s



Рис. 5. Сотрудники отдела общей радиобиологии (во 2-м ряду, в центре: Н.Г.Даренская, М.П.Домшлак, В.Г.Хрущёв). Начало 1960-х годов

Fig. 5. Employees of the department of general radiobiology (in the 2nd row, in the center: N.G. Darenskaya, M.P. Domshlak, V.G. Khrushchev). Early 1960s



Рис. 6. Ведущие сотрудники ФМБЦ им. А.И.Бурназяна: Е.И.Иванов, А.М.Лягинская, А.К.Гуськова, И.Б.Кеирим-Маркус, А.В.Рамзаев, К.И.Гордеев, Л.А.Булдаков, Н.Г.Гусев, Ю.И.Москалёв, Н.М.Надёжина. 1980-е годы
Fig. 6. Leading employees of FMBC named after A.I.Burnazyan: E.I.Ivanov, A.M.Lyaginskaya, A.K.Guskova, I.B.Keirim-Marcus, A.V.Ramzaev, K.I.Gordeev, L.A.Buldakov, N.G. Gusev, Yu.M. Moskaev, N.M. Nadezhina. 1980s

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Грибова З.П. Глеб Михайлович Франк. 1997. 121 с.
2. Лебедева Г.А. Моя жизнь в стране советов. 2022. 154 с.
3. Петров Р.В. На ядерном полигоне: 55 лет служения медицинской науке и практике. М., 2001. С. 238.
4. Лебедева Г.А. Моя жизнь стране Советов. 2022. 168 с.
5. Петров Р.В. На ядерном полигоне: 55 лет служения медицинской науке и практике. М., 2001. С. 245 с.
6. К 90-летию Льва Александровича Булдакова // Озёрская газета. 1 апреля 2017 г.

REFERENCES

1. Gribova Z.P. Gleb Mikhailovich Frank. 1997. 121 p. (In Russian).
2. Lebedeva G.A. Moya Zhizn' V Strane Sovetov = My Life in the Land of the Soviets. 2022. 154 p. (In Russian).
3. Petrov R.V. Na Yadernom Poligone: 55 Let Sluzheniya Meditsinskoy Nauke i Praktike = At the Nuclear Test Site: 55 Years of Service to Medical Science and Practice. Moscow Publ., 2001. P. 238 (In Russian).
4. Lebedeva G.A. Moya Zhizn' V Strane Sovetov = My Life to the Country of the Soviets. 2022. 168 p. (In Russian).
5. Petrov R.V. Na Yadernom Poligone: 55 Let Sluzheniya Meditsinskoy Nauke i Praktike = At the Nuclear Test Site: 55 Years of Service to Medical Science and Practice. Moscow Publ., 2001. 245 p. (In Russian).
6. K 90-letiyu L'va Aleksandrovicha Buldakova = To the 90th anniversary of Lev Aleksandrovich Buldakov. Ozerskaya newspaper. April 1, 2017 (In Russian).

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Поступила: 24.11.2023. Принята к публикации: 15.12.2023.

Financing. The study had no sponsorship.
Article received: 24.11..2023. Accepted for publication: 15.12.2023