

УДК 616-074:616-053

DOI 10.24412/2312-2935-2023-4-541-561

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ СОДЕРЖАНИЯ ГЛЮКОЗЫ И ФРУКТОЗАМИНА В КРОВИ У ЛЮДЕЙ СРЕДНЕГО, ПОЖИЛОГО И СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТА В ДОКОВИДНЫЙ, КОВИДНЫЙ И ПОСТКОВИДНЫЙ ПЕРИОДЫ

*А.С. Пушкин<sup>1,2,3</sup>, И.М. Кобелев<sup>1,2,3</sup>, Т.А. Ахмедов<sup>1,2,3</sup>, С.А. Рукавишников<sup>1,2,3</sup>,  
У.Р. Сагинбаев<sup>1,2,3</sup>, Н.В. Фомченкова<sup>4</sup>, А.А. Медзиновская<sup>5</sup>*

<sup>1</sup>АННО ВО НИЦ «Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии», г. Санкт-Петербург

<sup>2</sup>СПб ГБУЗ «Городская многопрофильная больница № 2», г. Санкт-Петербург

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург

<sup>4</sup>Клиника GEN87, г. Владимир

<sup>5</sup>АНО НИМЦ «Геронтология», г. Москва

**Введение:** Пандемия COVID-19 ознаменовала приход многих экономических, психологических, социальных, медицинских потрясений и других последствий по всему миру. Одним из них является ускоренное старение населения. Научные данные из литературных источников свидетельствуют о том, что с возрастом уровень глюкозы повышается, и гипергликемия способствует развитию ускоренного старения.

**Цель исследования:** определить концентрацию глюкозы и фруктозамина в крови у людей среднего, пожилого и старческого возраста в доковидный, ковидный и постковидный периоды.

**Материалы и методы:** Исследование проведено на основе базы данных результатов лабораторных исследований крови пациентов лабораторной информационной системы «Ариадна» СПб ГБУЗ «ГМПБ №2»: было исследовано 13923 и 396 результата анализа концентрации глюкозы и фруктозамина, соответственно, в крови пациентов, находившихся на лечении в стационаре, обратившихся в поликлинику или проходивших диспансеризацию на базе больницы.

**Результаты:** Статистический анализ полученных данных показал, что уровень глюкозы в крови повышался как в ковидный период, так и в постковидном периоде у лиц всех возрастов. Согласно литературным данным и результатам нашего исследования, предполагается наличие связи между инфицированием новой коронавирусной инфекцией и изменением концентрации глюкозы, с развитием гликемического профиля, характерного для лиц старших возрастных групп.

**Обсуждение:** Данные научной литературы по изучению воздействия COVID-19 на организм человека характеризуются определенной противоречивостью. Неоднозначные выводы могут быть сопряжены с рядом факторов. Необходимы дальнейшие исследования для уточнения вопроса о влиянии COVID-19 на уровень фруктозамина.

**Заключение:** Уровень глюкозы в крови повышался как в ковидный период, так и в постковидном периоде у лиц всех возрастов. Данные научной литературы по изучению воздействия COVID-19 на организм человека характеризуются определенной противоречивостью. Неоднозначные выводы могут быть сопряжены с рядом факторов.

Необходимы дальнейшие исследования для уточнения вопроса о влиянии COVID-19 на уровень фруктозамина.

**Ключевые слова:** глюкоза, фруктозамин, COVID-19, SARS-CoV-2, ускоренное старение, пожилой возраст, старческий возраст

## STUDY OF THE DYNAMICS OF GLUCOSE AND FRUCTOSAMINE IN BLOOD IN MIDDLE, ELDERLY AND SENILE PEOPLE IN THE PRE-COVID, COVID AND POST-COVID PERIODS

*A.S. Pushkin<sup>1,2,3</sup>, I.M. Kobelev<sup>1,2,3</sup>, T.A. Akhmedov<sup>1,2,3</sup>, S.A. Rukavishnikova<sup>1,2,3</sup>, U.R. Saginbaev<sup>1,2,3</sup>, N.V. Fomchenkova<sup>4</sup>, A.A. Medzinovskaya<sup>5</sup>*

<sup>1</sup>*St. Petersburg Institute of Bioregulation and Gerontology, St. Petersburg*

<sup>2</sup>*St. Petersburg City Multidisciplinary Hospital No. 2, St. Petersburg*

<sup>3</sup>*I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg*

<sup>4</sup>*clinic GEN87, Vladimir*

<sup>5</sup>*Research Medical Centre «GERONTOLOGY», Moscow*

**Introduction:** The COVID-19 pandemic has marked the arrival of many economic, psychological, social, medical and other impacts around the world. One of them is the accelerated aging of the population. Scientific evidence from literature suggests that glucose levels increase with age, and hyperglycemia contributes to the development of accelerated aging.

**The purpose of the study:** to determine the concentration of glucose and fructosamine in the blood in middle, elderly and senile people during the pre-COVID, COVID and post-COVID periods.

**Materials and methods:** The study was carried out on the basis of a database of results of laboratory blood tests of patients of the Ariadne laboratory information system of St. Petersburg Hospital No. 2: 13923 and 396 results of analysis of glucose and fructosamine concentrations were studied, respectively, in the blood of patients who were treated in the hospital, who applied to the clinic or undergo medical examination on the basis of Hospital.

**Results:** Statistical analysis of the obtained data showed that blood glucose levels increased both in the COVID period and in the post-COVID period in persons of all ages. According to the literature and the results of our study, it is assumed that there is an association between infection with a new coronavirus infection and a change in glucose concentration, with the development of a glycemic profile characteristic of older people

**Discussion:** Data from the scientific literature on the impact of COVID-19 on the human body are characterized by a certain inconsistency. Ambiguous conclusions can be associated with a number of factors. Further research is needed to clarify the impact of COVID-19 on fructosamine levels.

**Conclusion:** Blood glucose increased both in the COVID period and in the post-COVID period in persons of all ages. The data of the scientific literature on the study of the impact of COVID-19 on the human body are characterized by a certain inconsistency. Ambiguous conclusions can be associated with a number of factors. Further research is needed to clarify the impact of COVID-19 on fructosamine levels.

**Keywords:** glucose, fructosamine, COVID-19, SARS-CoV-2, accelerated aging, old age, senile age

Пандемия COVID-19, несомненно, стала глобальной медико-социальной и экономической проблемой [1]. Кроме того, появились научные данные, свидетельствующие о результатах влияния новой коронавирусной инфекции в виде снижения общей продолжительности жизни, ускорения старения населения и прочих важных и неочевидных последствий, вызывающих определенную тревогу у ученых и являющихся предметом многочисленных исследований сегодня [2].

Все большее распространение в научных исследованиях получает тема ускоренного старения населения в постковидном периоде. Укорочение теломер является одним из проявлений ускоренного наступления старения у лиц, перенесших COVID-19 [3, 4]. Последующие исследования продемонстрировали, что люди, ранее перенесшие новую коронавирусную инфекцию, имели значительно более короткие теломеры по сравнению с контрольной группой [3, 4]. Критическое укорочение теломер приводит к стойкой реакции повреждения ДНК и потере жизнеспособности клеток путем индукции апоптоза и / или старения [3]. Помимо этого, другой группой исследователей было установлено, что в постковидном периоде у значительной части пациентов длительное время наблюдались признаки, свойственные пожилым людям, в том числе дефицит внимания, исполнительных функций, фонематической беглости, кодирования памяти, воспоминаний и плохо организованных движений, свидетельствующих о нарушении праксиса, когнитивный дефицит [5]. Согласно проводимым МРТ-исследованиям и когнитивным тестам у людей после перенесенной инфекции SARS-CoV-2, было обнаружено существенное уменьшение общего размера мозга и истончение коры в орбитофронтальной и парагиппокампальной извилинах с признаками более выраженного снижения когнитивных функций, чем в тех случаях, когда инфекции не было [6]. В постковидном периоде исследователями было отмечено увеличение уровня циркулирующего тропонина Т и натрийуретических пептидов головного мозга, предполагающие наличие повреждения миокарда с возможной активацией процесса ремоделирования, а также выявлено снижение сократительной способности сердца и изменение каскада активации фибриногена, которые могут привести к увеличению возможного риска нарушения свертывания крови и легочной эмболии [7]. Кроме того, специалистами определен низкий уровень экспрессии гена ангиотензинпревращающего фермента II (ACE2) у пациентов, перенесших инфекцию SARS-CoV-2, что больше характерно обычно для пожилых людей, чем для более молодой популяции [4, 8]. Низкая экспрессия ACE2 вызывает накопление ангиотензина II, что может усугубить состояния, ведущие к дыхательной

недостаточности, гипертонии, аритмии, сердечной гипертрофии, недостаточности функции левого желудочка, атеросклерозу и аневризмам аорты [9]. Согласно исследованию Mongelli A. и соавт. у молодых людей, перенесших новую коронавирусную инфекцию, регистрировалось ускорение биологического возраста, измеренного с помощью показателя DeltaAge (характеризует разницу между хронологическим и биологическим возрастом по уровню метилирования CpG-островков ДНК), чем у людей в контрольной группе [4]. Исходя из других научных данных, выяснилось, что новый коронавирус способствует ускоренному сосудистому старению (EVA), характеризующемуся избыточной артериальной жесткостью, ригидностью, увеличенной толщиной стенок сосудов, эндотелиальной дисфункцией, потерей эластических свойств [11]. Данные факторы способствуют развитию неблагоприятных последствий для структурно-функционального состояния артерий и последующего кардиоваскулярного прогноза у переболевших COVID-19 лиц. Перечисленные выше многосторонние, научно доказанные последствия воздействия новой коронавирусной инфекции на здоровье людей, так или иначе, способствуют их ускоренному старению.

Исследователями со всех уголков мира были изучены многие стороны влияния COVID-19 на здоровье людей и дальнейшие последствия данного воздействия в контексте ускоренного старения. Что же известно о концентрации глюкозы и фруктозамина в период инфицирования SARS-CoV-2 и после выздоровления?

Есть работы специалистов, в которых подтверждается факт наличия гипергликемии в период заболевания новой коронавирусной инфекцией и сохранение ее после окончания соответствующего лечения. Так, в работе Неверовой Н.Д. и соавт. был проведен анализ концентрации глюкозы у 30 пациентов в постковидном периоде [12]. У 27 человек регистрировалась гипергликемия, а средняя концентрация глюкозы в крови была на уровне 6,42 ммоль/л. В исследовании Хороших А.О. и соавт. оценивался уровень глюкозы у лиц с инфекцией SARS-CoV-2 среднетяжелого течения заболевания при поступлении в медицинскую организацию (МО) и после выписки [13]. У лиц контрольной группы концентрация анализата была на уровне крайне верхних референсных значений (5,05 ммоль/л) как в период течения заболевания, так и после лечения. В то же время, у пациентов с транзиторной гипергликемией (группа сравнения) при поступлении в МО (6,94 ммоль/л) уровень анализата не достиг нормы в постковидном периоде и составил 5,58 ммоль/л [13]. Нарушения гликемического профиля у пациентов были выявлены и по итогам анализа Баировой К.И. и соавт. [14]. Авторы изучили результаты лабораторных анализов

госпитализированных 278 пациентов, заразившихся новой коронавирусной инфекцией, в возрасте 41-80 лет, ранее не имевших признаков нарушения толерантности к глюкозе и манифестных форм сахарного диабета. Выяснилось, что при поступлении в стационар гипергликемия присутствует в 31–47% случаев. После проведенного лечения повышенный уровень глюкозы сохранялся у 14,8–16,7% пациентов, а у 9–13% из них, после проведения дополнительного исследования, был диагностирован впервые выявленный сахарный диабет (СД) [14]. В исследовательской работе Шичкина М.Ф. и соавт. был проведен анализ 73 историй болезней пациентов (мужчин) в возрасте старше 45 лет, которые были инфицированы SARS-CoV-2 и проходили лечение во временном инфекционном госпитале [15]. Оценивалась динамика изменения показателей биохимического профиля пациентов с новой коронавирусной инфекцией при поступлении на стационарное лечение и при выписке. По результатам анализа стало ясно, что уровень глюкозы в крови у пациентов в первый день лечения составлял  $7,0 \pm 1,5$  ммоль/л ( $p < 0,05$ ), а после выздоровления, в день выписки, -  $7,9 \pm 2,7$  ммоль/л ( $p < 0,05$ ). Из этого следует, что гипергликемия наблюдалась не только в период активной фазы заболевания, но и после исчезновения клинических и лабораторных признаков инфекции. Почти половина выборки имела уровень глюкозы выше нормы, при этом лишь у 23% в анамнезе был сахарный диабет [10, 15]. Исходя из данной работы и ранее рассмотренных, следует, что гипергликемия может проявляться у определенной части пациентов не только в активную фазу заболевания COVID-19, но и уже после выздоровления, накладывая свой отпечаток на состояние здоровья людей.

В литературных источниках встречается достаточно мало научных работ, в которых описывается динамика концентрации фруктозамина в период заболевания новой коронавирусной инфекцией или уже после выздоровления. Так, в работе J. E. Perlman и соавт. рассматривается клинический случай из практики врачей, посвященный данной тематике [16]. Пациент 40 лет обратился в отделение неотложной помощи с жалобами на усталость, полиурию и полидипсию. Скрининговая ПЦР на SARS-CoV-2 была положительной. В результатах лабораторного анализа при поступлении, помимо гипергликемии (434 мг/дл;  $N=71-99$ ) и повышенного уровня гликированного гемоглобина (7.9%;  $N < 5,7\%$ ), был отмечен высокий уровень фруктозамина (464 мкмоль/л;  $N=200-285$ ). После 48 часов внутривенного введения инсулина его перевели на подкожный инсулин и назначили несколько ежедневных инъекций при выписке. Были опасения по поводу возможного СД1 и/или токсичности глюкозы, что потребовало дальнейшей диагностики. Антител к глутаматдекарбоксилазе и

тирозин-фосфатазе обнаружено не было, но С-пептид был снижен (0,64 нг/мл; N=0.8–3.85). Пациент был повторно обследован через три месяца после выписки. Исследователи посчитали, что недостаточность бета-клеток у пациента была вызвана инфицированием SARS-CoV-2, который может связывать рецепторы ACE-2 на бета-клетках, вызывая их разрушение и острое нарушение секреции инсулина, что объясняет повышенный уровень фруктозамина в крови пациента в период коронавирусной болезни и, по крайней мере, через 3 месяца после выздоровления [16].

Несмотря на освещенные выше данные, нами не было обнаружено исследований, связывающих изменения гликемического профиля после перенесенной коронавирусной инфекции и ускоренное старение. Некоторые проведенные исследования ученых свидетельствуют о том, что с возрастом у людей уровень глюкозы повышается [17, 18]. При этом имеются работы, в которых утверждается, что гипергликемия способствует развитию ускоренного старения населения [19]. В целом, на процессы старения помимо эндогенных влияет множество и экзогенных факторов, такие как биогеохимические провинции, социальные факторы, а также инфекционные агенты [20, 21]. Раннее выявление ускоренного старения посредством лабораторных показателей позволит своевременно диагностировать возраст-ассоциированные заболевания [22]. В связи с чем представляется крайне важным выяснение концентрации глюкозы и фруктозамина у людей среднего, пожилого и старческого возрастов, перенесших новую коронавирусную инфекцию.

**Цель исследования** – определить концентрацию глюкозы и фруктозамина в крови у людей среднего, пожилого и старческого возраста в доковидный, ковидный и постковидный периоды.

**Материал и методы.** Исследование проведено на основе базы данных результатов лабораторных исследований крови пациентов лабораторной информационной системы «Ариадна» СПб ГБУЗ «Городская многопрофильная больница №2» (ГМПБ №2). Было исследовано 13923 и 396 результата анализа концентрации глюкозы и фруктозамина, соответственно, в крови пациентов, находившихся на лечении в стационаре, обратившихся в поликлинику или проходящих диспансеризацию на базе ГМПБ №2, в пробирках типа Vacutainer с активатором свертывания крови. Пробы были подвергнуты центрифугированию при 1200 g 10 минут согласно ГОСТ Р 53079.4–2008. В каждой из выборок (по глюкозе и фруктозамину) было распределение результатов анализов по периодам исследования: доковидный период (01.09.2019 - 31.12.2019), ковидный период (11.11.2020 - 21.02.2021),

постковидный период (01.09.2022 - 21.12.2022) (табл. 1). В каждый из периодов исследования включались результаты анализа уровня аналитов только определенных возрастных периодов (по ВОЗ): средний возраст (45-59 лет), пожилой возраст (60-74 года), старческий возраст (75-89 лет). В ковидный период ГМПБ №2 была перепрофилирована в инфекционный стационар для приема только пациентов с коронавирусной инфекцией.

**Таблица 1**

Количественное распределение результатов анализа концентрации аналитов по возрастным периодам и временным периодам исследования

<i>Показатель</i>	<i>Исследуемые периоды</i>	<i>Объем выборки (количество результатов анализа)</i>	<i>Доковидный период (количество результатов анализа)</i>	<i>Ковидный период (количество результатов анализа)</i>	<i>Пост-ковидный период (количество результатов анализа)</i>
<b>глюкоза</b>	<b>Средний возраст</b>	3408	1666	948	794
	<b>Пожилой возраст</b>	6958	2261	2475	2222
	<b>Старческий возраст</b>	3557	965	1101	1491
<b>фруктозамин</b>	<b>Средний возраст</b>	74	46	-	28
	<b>Пожилой возраст</b>	220	107	6	107
	<b>Старческий возраст</b>	102	49	1	52

Уровень глюкозы в образцах исследовали гексокиназным методом на биохимическом анализаторе Abbott Architect c8000, Abbott Architect c4000 реактивами производителя оборудования. Единицы измерения концентрации глюкозы – ммоль/л. Содержание фруктозамина в плазме крови определяли методом, основанным на способности фруктозамина восстанавливать тетразолий нитросиний в щелочной среде с образованием формазана, который имеет максимум поглощения при длине волны 550 нм. Скорость образования формазана прямо пропорциональна концентрации фруктозамина и измерялась фотометрическим методом на биохимическом анализаторе Abbott Architect c8000. Единицы измерения концентрации фруктозамина – мкмоль/л.

Критериями исключения из общей выборки были: пациенты с отсутствующим результатом анализа концентрации глюкозы и фруктозамина, пациенты младше 45 лет.

Статистический анализ результатов проводилась при помощи пакета программ статистической обработки IBM SPSS Statistics и MS Excel. Все показатели проверялись на соответствие нормальному распределению по критерию Шапиро-Уилка. Описательная статистика непрерывных количественных величин осуществлялась при ненормальном распределении данных выборки в виде медианы и значений 25% нижнего и 75% верхнего квартилей. Для определения статистической значимости различий между двумя группами использовался критерий Манна-Уитни для независимых выборок, между тремя группами – критерий Краскела - Уоллеса. За пороговое значение уровня значимости принимали  $p \leq 0,05$ .

**Результаты исследования.** По результатам проведенного анализа значений концентрации глюкозы у пациентов разных возрастов были получены следующие данные (таблицы 2, 3, 4, 5).

**Таблица 2**

Медианные и квартильные значения концентрации глюкозы в крови пациентов в зависимости от возрастных периодов и временных периодов исследования

<i>Период исследования</i>	<i>Средний возраст (Me (Q1; Q3))</i>	<i>Пожилый возраст (Me (Q1; Q3))</i>	<i>Старческий возраст (Me (Q1; Q3))</i>
<b>Доковидный период</b>	5,6 ммоль/л (5,0; 6,9)	6,2 ммоль/л (5,3; 8,1)	6,1 ммоль/л (5,3; 7,9)
<b>Ковидный период</b>	6,5 ммоль/л (5,5; 8,7)	7,2 ммоль/л (5,8; 10,4)	6,9 ммоль/л (5,5; 9,3)
<b>Постковидный период</b>	6,0 ммоль/л (5,1; 7,8)	6,3 ммоль/л (5,2; 7,8)	6,4 ммоль/л (5,4; 7,9)

Из данных таблицы 2 следует, что значения концентрации глюкозы в крови пациентов значительно повышались в ковидный период у всех возрастов относительно значений в доковидный период и были выше верхнего предела референсного интервала, установленного Всемирной организацией здравоохранения ( $< 6,1$  ммоль/л).

Из данных таблицы 3 следует, что значения концентрации глюкозы в крови пациентов статистически значимо отличались между доковидным, ковидным и постковидным периодами во все возрастные периоды.



**Таблица 3**

Уровень значимости различий значений концентрации глюкозы в разные временные периоды исследования определенного возраста по критерию Краскела-Уоллеса

<i>Период исследования</i>	<i>Средний возраст (р) (Г)</i>	<i>Пожилый возраст (р) (Д)</i>	<i>Старческий возраст (р) (Е)</i>
<b>Доковидный период (р) (А)</b>	А-Б-В: 0,001	А-Б-В: 0,001	А-Б-В: 0,001
<b>Ковидный период (р) (Б)</b>			
<b>Постковидный период (р) (В)</b>			

**Таблица 4**

Уровень значимости различий значений концентрации глюкозы в разные возрастные периоды определенного временного периода исследования по критерию Краскела – Уоллеса

<i>Период исследования</i>	<i>Средний возраст (р) (Г)</i>	<i>Пожилый возраст (р) (Д)</i>	<i>Старческий возраст (р) (Е)</i>
<b>Доковидный период (р) (А)</b>	Г-Д-Е: 0,001		
<b>Ковидный период (р) (Б)</b>	Г-Д-Е: 0,001		
<b>Постковидный период (р) (В)</b>	Г-Д-Е: 0,003		

Из данных таблицы 4 следует, что значения концентрации глюкозы в крови пациентов статистически значимо отличались между соответствующими возрастными периодами во все временные периоды исследования.

**Таблица 5**

Уровень значимости различий значений концентрации глюкозы в соответствующие возрастные периоды и временные периоды исследования по критерию Манна – Уитни

<i>Период исследования</i>	<i>Средний возраст (р) (Г)</i>	<i>Пожилый возраст (р) (Д)</i>	<i>Старческий возраст (р) (Е)</i>
<b>Доковидный период (р) (А)</b>	А-Б: 0,001 Г-Д: 0,001	А-Б: 0,001 Д-Е: 0,559	А-Б: 0,001 Е-Г: 0,001
<b>Ковидный период (р) (Б)</b>	Б-В: 0,001 Г-Д: 0,001	Б-В: 0,001 Д-Е: 0,001	Б-В: 0,001 Е-Г: 0,043
<b>Постковидный период (р) (В)</b>	А-В: 0,001 Г-Д: 0,071	А-В: 0,057 Д-Е: 0,036	А-В: 0,386 Е-Г: 0,001

Из данных таблицы 5 следует, что концентрация глюкозы статистически значимо повышалась в постковидный период по сравнению с доковидным периодом у пациентов среднего возраста ( $p=0,001$ ), слабое повышение уровня глюкозы наблюдалось у пациентов пожилого возраста ( $p=0,057$ ), тогда как у людей старческого возраста значение концентрации глюкозы вернулось к показателям в доковидный период ( $p=0,386$ ). Согласно результатам статистической обработки данных, уровень глюкозы в крови значимо повышался в ковидный период у людей всех возрастов ( $p=0,001$ ). Также из вышеприведенных табличных данных понятно, что значения концентрации глюкозы в доковидный период были выше в пожилом и старческом возрасте по сравнению с пациентами средней возрастной категории ( $p=0,001$ ). Статистически значимых различий в уровне глюкозы в доковидный период между пациентами пожилого и старческого возрастов не наблюдалось ( $p=0,559$ ).

По результатам проведенного анализа значений концентрации фруктозамина у пациентов разных возрастов были получены следующие данные (таблицы 6, 7, 8).

**Таблица 6**

Медианные и квартильные значения концентрации фруктозамина в крови пациентов в зависимости от возрастных периодов и временных периодов исследования

<i>Период исследования</i>	<i>Средний возраст (Me (Q1; Q3))</i>	<i>Пожилой возраст (Me (Q1; Q3))</i>	<i>Старческий возраст (Me (Q1; Q3))</i>
<b>Доковидный период</b>	302,0 мкмоль/л (258,0; 335,3)	270,0 мкмоль/л (242,0; 297,0)	257,0 мкмоль/л (236,5; 286,0)
<b>Постковидный период</b>	258,5 мкмоль/л (229,0; 303,5)	254,0 мкмоль/л (226,0; 298,0)	256,5 мкмоль/л (223,3; 289,0)

Из данных таблицы 6 следует, что медианные значения концентрации фруктозамина в крови пациентов снижены в постковидный период у всех возрастных категорий по сравнению с показателями доковидного периода.

**Таблица 7**

Уровень значимости различий значений концентрации фруктозамина в разные возрастные периоды определенного временного периода исследования по критерию Краскела – Уоллеса

<i>Период исследования</i>	<i>Средний возраст (p) (Г)</i>	<i>Пожилой возраст (p) (Д)</i>	<i>Старческий возраст (p) (Е)</i>
<b>Доковидный период (p) (А)</b>	Г-Д-Е: 0,002		
<b>Постковидный период (p) (В)</b>	Г-Д-Е: 0,879		

Из данных таблицы 7 следует, что концентрация фруктозамина у лиц определенных возрастных периодов статистически значимо различалась в доковидный период ( $p=0,002$ ), тогда как в постковидный период таких различий не наблюдалось ( $p=0,879$ ).

**Таблица 8**

Уровень значимости различий значений концентрации фруктозамина в соответствующие возрастные периоды в доковидный период исследования по критерию Манна – Уитни

<i>Период исследования</i>	<i>Средний возраст (p)</i>	<i>Пожилый возраст (p)</i>	<i>Старческий возраст (p)</i>
<b>Доковидный период (p) (A)</b>	A-B: 0,010	A-B: 0,131	A-B: 0,407
<b>Постковидный период (p) (B)</b>			

Согласно данным таблицы 8, статистически значимое снижение концентрации фруктозамина в крови пациентов в постковидный период регистрировалось в средней возрастной категории ( $p=0,010$ ). В других возрастных группах изменения уровня фруктозамина не были статистически значимы. Помимо этого, из представленных данных следует, что наиболее высокие уровни фруктозамина в крови наблюдаются у пациентов средней возрастной категории в доковидный период, чем у лиц пожилого и старческого возрастов ( $p<0,05$ ). В постковидный период статистически значимых различий не наблюдалось между всеми возрастными периодами.

**Обсуждение результатов.** Согласно литературным источникам, есть множество случаев подтверждения наличия гипергликемии у пациентов как в ковидный период, так и в постковидное время [12-15]. Сравнив результаты проведенного анализа с ранее опубликованными исследованиями, мы пришли к выводу, что данные отчасти сопоставимы. В частности, выявлены повышенные значения концентрации глюкозы у пациентов всех возрастных групп в ковидный период. И этому есть объяснение в виде нескольких механизмов развития данного явления. Гипергликемия в период заболевания возникает вследствие повреждения бета-клеток поджелудочной железы после проникновения вируса в клетку, в результате развивается аутоиммунная реакция [12]. Другой причиной развития гипергликемии может быть «цитокиновый шторм», который является определенной иммунной реакцией организма, характеризующейся чрезмерной продукцией провоспалительных цитокинов [23]. Следствием резкого повышения концентрации цитокинов являются деструктивные изменения

тканей и органов, массовый апоптоз клеток поджелудочной железы, приводящий к развитию воспалительной реакции. Известно, что вирус SARS-CoV-2 имеет высокую тропность к поджелудочной железе, так как его структурный белок S-протеин прикрепляется к рецептору ангиотензинпревращающего фермента 2 (АПФ2), находящемуся в островках Лангерганса [12,13]. В результате размножения вируса в поджелудочной железе нарушается ее эндокринная и экзокринная функции, что также приводит к косвенным системным воспалительным и иммуноопосредованным клеточным ответам. Снижение экспрессии АПФ2 на поверхности бета-клеток приводит к снижению функциональной активности последних и последующей недостаточности инсулина, который регулирует уровень глюкозы в крови [23]. В период болезни, что представляет собой стрессовое состояние для организма, вырабатывается большое количество контринсулярных гормонов (глюкокортикоидов и катехоламинов), которые подавляют синтез инсулина и стимулируют глюконеогенез и гликогенолиз в печени, вызывая тем самым гипергликемию [12,23].

С другой стороны, результаты нашего анализа не выявили гипергликемию в постковидном периоде у пациентов среднего возраста, хотя значения концентрации интересующего аналита, как и в некоторых исследованиях других авторов, были верхними границами референсного интервала [24]. Но стоит отметить, что медианное значение уровня глюкозы значительно увеличилось относительно значения доковидного периода (с 5,6 до 6,0 ммоль/л,  $p=0,001$ ). Данное изменение, как мы полагаем, обусловлено существенным увеличением количества пациентов с гипергликемией в постковидный период. Для лиц пожилого возраста было выявлено умеренное увеличение концентрации глюкозы в крови в постковидный период по сравнению с доковидным временем (с 6,2 до 6,3 ммоль/л,  $p=0,057$ ). В старческом возрасте подобных изменений не наблюдалось: значения концентрации аналита после COVID-19 вернулись в доковидный период ( $p=0,386$ ). Интересно заметить, что медианные значения концентрации глюкозы в крови пациентов пожилого и старческого возраста находились выше референтного интервала, установленного ВОЗ ( $<6,1$  ммоль/л), как в доковидный период, так и в постковидный. Повышенные значения уровня гликемии в доковидный период у пациентов пожилого и старческого возраста, полученные в нашей работе, являются очередным доказательством того, что с возрастом концентрация глюкозы в крови увеличивается. До нашего исследования ряд авторов пришли к аналогичному выводу [17, 18].

Фруктозамин – аналит, показывающий уровень гликозилирования белков у пациента за прошедшие 2-3 недели. Используется, по большей части, как дополнительный критерий для оценки уровня глюкозы в крови у пациентов с СД. Согласно литературным данным, его концентрация повышается в период заболевания новой коронавирусной инфекции, а также в постковидном периоде [16]. Однако, результаты нашего анализа не выявили повышенные концентрации фруктозамина у пациентов в постковидный период. Значения были в пределах референтного интервала 200-285 мкмоль/л.

Обращает на себя внимание, что при относительно равных значениях уровня фруктозамина в крови у лиц пожилого и старческого возраста в доковидный и постковидный период ( $p=0,131$  и  $p=0,407$ , соответственно), группа пациентов среднего возраста имела статистически значимое снижение медианного значения концентрации фруктозамина в период после COVID-19 (с 302,0 до 258,5 мкмоль/л,  $p=0,010$ ). Концентрацию фруктозамина определяют в основном у пациентов с сахарным диабетом, в связи с чем предполагается, что количество пациентов с более высокими значениями уровня фруктозамина стало меньше. Более высокие уровни фруктозамина, как правило, свидетельствуют о более тяжелом течении сахарного диабета у человека, а значит и большей вероятности неблагоприятного исхода вследствие инфицирования вирусом SARS-CoV-2.

Количество научных работ, касающихся измерения концентрации фруктозамина у пациентов как в период коронавирусного заболевания, так и в постковидный период крайне невелико. Наши результаты исследования дополняют существующие данные о связи коронавирусного инфицирования и уровня фруктозамина в крови пациентов. Стоит отметить, что данные научной литературы по данной проблеме достаточно противоречивы, что требует дальнейших исследований по указанному направлению.

Результаты нашего исследования не в полной мере совпали с данными литературных источников по рассматриваемой тематике. Однако, подавляющее большинство научных исследований подтверждает наличие гипергликемии у пациентов в ковидный, и, главное, в постковидный период [12-15]. Большинство исследований свидетельствует о возрастании концентрации глюкозы с возрастом [17, 18]. Данное утверждение было подтверждено и по результатам нашего анализа. Помимо этого, имеются работы, в которых утверждается, что гипергликемия способствует развитию ускоренного старения населения [19]. Перечисленные выше данные позволяют полагать о наличии связи между гипергликемией, вызванной новой коронавирусной инфекцией, и ускоренным старением населения.

**Заключение.** Уровень глюкозы в крови повышался как в ковидный период, так и в постковидном периоде у лиц всех возрастов. Согласно литературным данным и результатам нашего исследования, предполагается влияние инфицирования новой коронавирусной инфекцией на концентрацию глюкозы, с развитием гликемического профиля, характерного для лиц старших возрастных групп.

Данные научной литературы по изучению воздействия COVID-19 на организм человека характеризуются определенной противоречивостью. Неоднозначные выводы могут быть сопряжены с рядом факторов. Необходимы дальнейшие исследования для уточнения вопроса о влиянии COVID-19 на уровень фруктозамина.

### Список литературы

1. Cutler D.M. The costs of long COVID. JAMA Forum, 2022, 3 (5), e221809.
2. Миронов И.В., Спивак И.М. Совершенствование лабораторной диагностики пневмоний различной этиологии. Известия Российской Военно-медицинской академии. 2021;1: 96-98.
3. Sanchez-Vazquez R., Guío-Carrión A., Zapatero-Gaviria A. et al. Shorter telomere lengths in patients with severe COVID-19 disease. Aging (Albany NY). 2021;13: 1-15. doi: 10.18632/aging.202463.
4. Mongelli A., Barbi V., Gottardi Zamperla M. et al. Evidence for Biological Age Acceleration and Telomere Shortening in COVID-19 Survivors. Int J Mol Sci. 2021;22(11): 6151. doi: 10.3390/ijms22116151.
5. Becker J.H., Lin J.J., Doernberg M. et al. Assessment of cognitive function in patients after COVID-19 infection. JAMA Network Open. 2021;4(10): 30645. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2021.30645.
6. Douaud G., Lee S., Alfaro-Almagro F. et al. SARS-CoV-2 is associated with changes in brain structure in UK biobank. Nature. 2022;604(7907): 697–707. doi:10.1038/s41586-022-04569-5.
7. Tan W., Aboulhosn J. The cardiovascular burden of coronavirus disease 2019 (COVID-19) with a focus on congenital heart disease. Int. J. Cardiol. 2020; 309:70–77. doi: 10.1016/j.ijcard.2020.03.063.
8. Sargiacomo C., Sotgia F., Lisanti M.P. COVID-19 and chronological aging: Senolytics and other anti-aging drugs for the treatment or prevention of corona virus infection? Aging. 2020; 12:6511–6517. doi: 10.18632/aging.103001.

9. Myall K.J., Mukherjee B., Castanheira A.M. et al. Persistent Post-COVID-19 Inflammatory Interstitial Lung Disease: An Observational Study of Corticosteroid Treatment. *Ann. Am. Thorac. Soc.* 2021; 18:799–806. doi: 10.1513/AnnalsATS.202008-1002OC.
10. Сагинбаев У.Р., Рукавишникова С.А. Особенности клинико-лабораторных анализов в аспекте биологического возраста. *Успехи геронтологии.* 2022;4: 630-631.
11. Авдеева И.В., Полежаева К.Н., Бурко Н.В. и др. Влияние инфекции SARS-CoV-2 на структурно-функциональные свойства артерий. *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки.* 2022;2: 14–25. doi:10.21685/2072-3032-2022-2-2.
12. Неверова Н.Д., Стаканова А.В., Фертикова Н.С., Хватова Н.Л. Среднее значение уровня глюкозы при COVID-19. *Тенденции развития науки и образования.* 2022;87-1: 139-142. doi: 10.18411/trnio-07-2022-32.
13. Хороших А.О., Главатских Ю.О., Уточкина Л.А. и др. Оценка показателей биохимического анализа крови у пациентов со среднетяжелым течением коронавирусной инфекции, вызванной вирусом COVID-19. *Тенденции развития науки и образования.* 2021;74: 119-123. doi:10.18411/lj-06-2021-27.
14. Баирова К.И., Теплова Н.В., Далакян Д.Ю. Гипергликемия при COVID-19. *Фундаментальная и клиническая диабетология в 21 веке: от теории к практике.* 2022: 17. doi: 10.14341/Conf7-8.09.22-17.
15. Шичкин М.Ф., Шаповал Д.С. Характеристика углеводного и липидного профиля у пациентов с новой коронавирусной инфекцией. *Известия Российской военно-медицинской академии.* 2021;1-3: 364-367.
16. Jordan E.P., Justin B.E. A Case of Possible SARS-COV-2 Induced Beta-Cell Failure. *Journal of the Endocrine Society.* 2021;5: 359–360.
17. Бичкаева Ф.А., Власова О.С., Шенгоф Б.А. и др. Возрастные изменения концентрации глюкозы, ее метаболитов и активности аминотрансфераз у женщин и мужчин зрелого и пожилого возраста. *Экология человека.* 2022;3: 43-53.
18. Нестерова Е.В., Шенгоф Б.А., Бичкаев А.А. Возрастные изменения содержания катехоламинов и показателей углеводного обмена у жителей Севера России. *Журнал мед.-биол. исследований.* 2018;1: 25–34. doi: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.1.25
19. Дрождина Е.П., Столбовская О.В., Курносова Н.А., Михеева Н.А. *Основы биологии старения: учебно-методическое пособие* Ульяновск. УлГУ. 2017: 46.

20. Рукавишникова С.А., Сагинбаев У.Р., Ахмедов Т.А. и др. Биомолекулярные аспекты ускоренного старения в рамках патофизиологического геронтологического континуума. *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. 2022;1: 166-181. doi: 10.24412/2312-2935-2022-1-171-186.

21. Сагинбаев У.Р., Рукавишникова С.А., Ахмедов Т.А. Организационные и химико-лабораторные аспекты биогеохимических провинций при формировании возраст-ассоциированной сосудистой патологии. *Клиническая геронтология*. 2021;11-12: 63-69. doi: 10.26347/1607-2499202111-12063-069.

22. Воейкова А.В., Рукавишникова С.А., Сагинбаев У.Р. и др. Прогностический потенциал факторов воспаления у пациентов старшего возраста с диагнозом COVID-19. *Успехи геронтологии*. 2022;6: 848-855. doi: 10.34922/AE.2022.35.6.005.

23. Калмыкова З.А., Кононенко И.В., Мокрышева Н.Г. и др. Гипергликемия и возможные механизмы повреждения повреждение  $\beta$ -клеток у пациентов с COVID-19. *Сахарный диабет*. 2020;1: 229-234.

24. Суплотова Л.А., Судницына А.С., Романова Н.В., Шестакова М.В. Время нахождения в целевом диапазоне гликемии – инструмент оценки качества гликемического контроля при сахарном диабете. *Сахарный диабет*. 2021; 24(3): 282-290.

### References

1. Cutler D.M. The costs of long COVID. *JAMA Forum*, 2022, 3 (5), e221809.
2. Mironov I.V., Spivak I.M. Sovershenstvovanie laboratornoj diagnostiki pnevmonij razlichnoj jetiologii [Improvement of laboratory diagnostics of pneumonia of various etiologies]. *Izvestija Rossijskoj Voenno-medicinskoj akademii* [News of the Russian Military Medical Academy]. 2021;1: 96-98.
3. Sanchez-Vazquez R., Guío-Carrión A., Zapatero-Gaviria A. et al. Shorter telomere lengths in patients with severe COVID-19 disease. *Aging (Albany NY)*. 2021;13: 1-15. doi: 10.18632/aging.202463.
4. Mongelli A., Barbi V., Gottardi Zamperla M. et al. Evidence for Biological Age Acceleration and Telomere Shortening in COVID-19 Survivors. *Int J Mol Sci*. 2021;22(11): 6151. doi: 10.3390/ijms22116151.



5. Becker J.H., Lin J.J., Doernberg M. et al. Assessment of cognitive function in patients after COVID-19 infection. *JAMA Network Open*. 2021;4(10): 30645. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2021.30645.
6. Douaud G., Lee S., Alfaro-Almagro F. et al. SARS-CoV-2 is associated with changes in brain structure in UK biobank. *Nature*. 2022;604(7907): 697–707. doi:10.1038/s41586-022-04569-5.
7. Tan W., Aboulhosn J. The cardiovascular burden of coronavirus disease 2019 (COVID-19) with a focus on congenital heart disease. *Int. J. Cardiol.* 2020; 309:70–77. doi: 10.1016/j.ijcard.2020.03.063.
8. Sargiacomo C., Sotgia F., Lisanti M.P. COVID-19 and chronological aging: Senolytics and other anti-aging drugs for the treatment or prevention of corona virus infection? *Aging*. 2020; 12:6511–6517. doi: 10.18632/aging.103001.
9. Myall K.J., Mukherjee B., Castanheira A.M. et al. Persistent Post-COVID-19 Inflammatory Interstitial Lung Disease: An Observational Study of Corticosteroid Treatment. *Ann. Am. Thorac. Soc.* 2021; 18:799–806. doi: 10.1513/AnnalsATS.202008-1002OC.
10. Saginbaev U.R., Rukavishnikova S.A. Osobennosti kliniko-laboratornyh analitov v aspekte biologicheskogo vozrasta [Features of clinical and laboratory analytes in terms of biological age]. *Uspehi gerontologii [Advances in Gerontology]*. 2022;4: 630-631.
11. Avdeeva I.V., Polezhaeva K.N., Burko N.V. i dr. Vliyanie infekcii SARS-CoV-2 na strukturno-funkcional'nye svoystva arterij [Effect of SARS-CoV-2 infection on arterial structural and functional properties]. *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Povolzhskij region. Medicinskie nauki [News of higher educational institutions. Volga region. Medical sciences]*. 2022;2: 14–25. doi:10.21685/2072-3032-2022-2-2.
12. Neverova N.D., Stakanova A.V., Fertikova N.S., Hvatova N.L. Srednee znachenie urovnja gljukozy pri COVID-19 [Mean glucose in COVID-19]. *Tendencii razvitija nauki i obrazovanija [Trends in the development of science and education]*. 2022;87-1: 139-142. doi: 10.18411/trnio-07-2022-32.
13. Khoroshih A.O., Glavatskih Ju.O., Utochkina L.A. i dr. Ocenka pokazatelej biohimicheskogo analiza krovi u pacientov so srednetjazhelym techeniem koronavirusnoj infekcii, vyzvannoj virusom COVID-19 [Assessment of blood chemistry in patients with moderate coronavirus infection caused by the COVID-19 virus]. *Tendencii razvitija nauki i obrazovanija [Trends in the development of science and education]*. 2021;74: 119-123. doi:10.18411/lj-06-2021-27.

14. Bairova K.I., Teplova N.V., Dalakjan D.Ju. Giperglikemija pri COVID-19 [Hyperglycemia in COVID-19]. *Fundamental'naja i klinicheskaja diabetologija v 21 veke: ot teorii k praktike* [Fundamental and clinical diabetology in the 21st century: from theory to practice]. 2022: 17. doi: 10.14341/Conf7-8.09.22-17.
15. Shichkin M.F., Shapoval D.S. Harakteristika uglevodnogo i lipidnogo profilja u pacientov s novoj koronavirusnoj infekciej [Characteristics of carbohydrate and lipid profile in patients with new coronavirus infection]. *Izvestija Rossijskoj voenno-medicinskoj akademii* [News of the Russian Military Medical Academy]. 2021;1-3: 364-367.
16. Jordan E.P., Justin B.E. A Case of Possible SARS-COV-2 Induced Beta-Cell Failure. *Journal of the Endocrine Society*. 2021;5: 359–360.
17. Bichkaeva F.A., Vlasova O.S., Shengof B.A. i dr. Vozrastnye izmenenija koncentracii gljukozy, ee metabolitov i aktivnosti aminotferaz u zhenshin i muzhchin zrelogo i pozhilogo vozrasta [Age-related changes in glucose concentration, its metabolites, and aminotferase activity in mature and elderly women and men]. *Jekologija cheloveka* [Human ecology]. 2022;3: 43-53.
18. Nesterova E.V., Shengof B.A., Bichkaev A.A. Vozrastnye izmenenija sodержanija kateholaminov i pokazatelej uglevodnogo obmena u zhitelej Severa Rossii [Age-related changes in catecholamine content and carbohydrate metabolism in residents of the North of Russia]. *Zhurnal med.-biol. Issledovanij* [Journal of Medical Biol. Researches]. 2018;1: 25–34. doi: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.1.25
19. Drozhdina E.P., Stolbovskaja O.V., Kurnosova N.A., Miheeva N.A. Osnovy biologii starenija: uchebno-metodicheskoe posobie [Basics of the biology of aging: a teaching manual]. Ul'janovsk: UIGU. 2017: 46.
20. Rukavishnikova S.A., Saginbaev U.R., Ahmedov T.A. i dr. Biomolekuljarnye aspekty uskorenogo starenija v ramkah patofiziologicheskogo gerontologicheskogo kontinuum [Biomolecular aspects of accelerated aging within the pathophysiological gerontological continuum]. *Sovremennye problemy zdavoohranenija i medicinskoj statistiki* [Current Health and Medical Statistics Issues]. 2022;1: 166-181. doi: 10.24412/2312-2935-2022-1-171-186.
21. Saginbaev U.R., Rukavishnikova S.A., Ahmedov T.A. Organizacionnye i himiko-laboratornye aspekty biogehimicheskikh provincij pri formirovanii vozrast-associirovannoj sosudistoj patologii [Organizational and chemical-laboratory aspects of biogeochemical provinces in the formation of age-associated vascular pathology]. *Klinicheskaja gerontologija* [Clinical gerontology]. 2021;11-12: 63-69. doi: 10.26347/1607-2499202111-12063-069.

22. Voejkova A.V., Rukavishnikova S.A., Saginbaev U.R. i dr. Prognosticheskiy potencial faktorov vospaleniya u pacientov starshego vozrasta s diaгнозом COVID-19 [Prognostic potential of inflammatory factors in older patients diagnosed with COVID-19]. Uspehi gerontologii [Advances in Gerontology]. 2022;6: 848-855. doi: 10.34922/AE.2022.35.6.005.

23. Kalmykova Z.A., Kononenko I.V., Mokrysheva N.G. i dr. Giperglikemija i vozmozhnye mehanizmy povrezhdenija povrezhdenie  $\beta$ -kletok u pacientov s COVID-19 [Hyperglycemia and possible mechanisms of damage to  $\beta$  cells in patients with COVID-19]. Saharnyj diabet [Diabetes]. 2020;1: 229-234.

24. Suplotova L.A., Sudnicyna A.S., Romanova N.V., Shestakova M.V. Vremja nahozhdenija v celevom diapazone glikemii – instrument ocenki kachestva glikemicheskogo kontrolja pri saharном diabete [Glycemia Target Time - Glycemic Control Quality Assessment Tool for Diabetes Mellitus]. Saharnyj diabet [Diabetes]. 2021; 24(3): 282-290.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Acknowledgments.** The study did not have sponsorship.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interest.

#### Сведения об авторах

**Пушкин Александр Сергеевич** – доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории возрастной клинической патологии АННО ВО НИЦ «Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии», 197110, Санкт-Петербург, пр. Динамо, 3; заведующий отделом экстренных исследований КДЛ, СПб ГБУЗ «Городская многопрофильная больница № 2», 194354, Санкт-Петербург, Учебный пер., 5; профессор кафедры клинической лабораторной диагностики с курсом молекулярной медицины, ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, 6-8, e-mail: [pushkindoc@mail.ru](mailto:pushkindoc@mail.ru), ORCID: 0000-0003-2875-9521; SPIN-код: 8934-2969

**Кобелев Иван Михайлович** - научный сотрудник лаборатории возрастной клинической патологии АННО ВО НИЦ «Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии», 197110, Санкт-Петербург, пр. Динамо, 3; врач клинической лабораторной диагностики КДЛ, СПб ГБУЗ «Городская многопрофильная больница № 2», 194354, Санкт-Петербург, Учебный пер., 5; ординатор кафедры клинической лабораторной диагностики с курсом молекулярной медицины, ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, 6-8, e-mail: [ivan.kobelev.2017@mail.ru](mailto:ivan.kobelev.2017@mail.ru), ORCID: 0000-0002-9414-4595; SPIN-код: 4111-9474

**Ахмедов Тимур Артыкович** – доктор биологических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории возрастной клинической патологии, АННО ВО НИЦ «Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии», 197110, Санкт-Петербург, пр. Динамо, 3; заведующий отделом иммунологических исследований КДЛ, СПб ГБУЗ «Городская многопрофильная больница № 2», 194354, Санкт-Петербург, Учебный пер., 5; доцент кафедры клинической лабораторной диагностики с курсом молекулярной медицины, ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, 6-8, e-mail: [timaxm@mail.ru](mailto:timaxm@mail.ru), ORCID: 0000-0002-3105-4322; SPIN-код: 5333-0721

**Рукавишникова Светлана Александровна** – доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории возрастной клинической патологии, АННО ВО НИЦ «Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии», 197110, Санкт-Петербург, пр. Динамо, 3; заведующая КДЛ, СПб ГБУЗ «Городская многопрофильная больница № 2», 194354, Санкт-Петербург, Учебный пер., 5; профессор кафедры клинической лабораторной диагностики с курсом молекулярной медицины, ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, 6-8, e-mail: [kdlb2@yandex.ru](mailto:kdlb2@yandex.ru), ORCID: 0000-0002-3105-4322; SPIN-код: 7572-3297

**Сагинбаев Урал Ринатович** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории возрастной клинической патологии, АННО ВО НИЦ «Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии», 197110, Санкт-Петербург, пр. Динамо, 3; врач клинической лабораторной диагностики КДЛ, СПб ГБУЗ «Городская многопрофильная больница № 2», 194354, Санкт-Петербург; Учебный пер., 5; ассистент кафедры клинической лабораторной диагностики с курсом молекулярной медицины, ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, 6-8, e-mail: [starosta-mpf@mail.ru](mailto:starosta-mpf@mail.ru), ORCID: 0000-0001-9709-1882; SPIN-код: 3818-2006

**Фомченкова Наталья Владимировна** - дерматовенеролог, клиника GEN87, город Владимир, 600017, Россия, город Владимир, улица Горького дом 27, офис 11, e-mail: [foma.n1973@yandex.ru](mailto:foma.n1973@yandex.ru), ORCID: 0009-0003-0989-7686

**Медзиновская Александра Александровна** – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, Автономная некоммерческая организация «Научно-исследовательский медицинский центр «Геронтология» (АНО НИМЦ «Геронтология»), 125371, г. Москва, Волоколамское шоссе, 116, стр. 1, оф. 321; e-mail: [medz.consult@gmail.com](mailto:medz.consult@gmail.com), ORCID: 0009-0009-0790-6263

#### **Information about authors**

**Pushkin Aleksandr Sergeevich** - Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, Laboratory of Age Clinical Pathology, St. Petersburg Institute of Bioregulation and Gerontology, 197110, St. Petersburg, Dynamo av., 3; Head of the Emergency Research Department of the clinical and diagnostic laboratory, St. Petersburg City Multidisciplinary Hospital No. 2, 194354,

St. Petersburg, Uchebnyi av., 5; Professor of the Department of Clinical Laboratory Diagnostics with a course in molecular medicine, I.P. Pavlov First St.Petersburg State Medical University, 197022, St. Petersburg, st. Leo Tolstoy, 6-8, e-mail: [pushkindoc@mail.ru](mailto:pushkindoc@mail.ru), ORCID: 0000-0003-2875-9521; SPIN code: 8934-2969

**Kobelev Ivan Mikhailovich** - Researcher, Laboratory of Age Clinical Pathology, St. Petersburg Institute of Bioregulation and Gerontology, 197110, St. Petersburg, pr. Dynamo, 3; Doctor of Clinical Laboratory Diagnostics of the clinical and diagnostic laboratory, St. Petersburg City Multidisciplinary Hospital No. 2, 194354, St. Petersburg, Uchebnyi av., 5; Resident of the Department of Clinical Laboratory Diagnostics with a course in molecular medicine, I.P. Pavlov First St.Petersburg State Medical University, 197022, St. Petersburg, st. Leo Tolstoy, 6-8; e-mail: [ivan\\_kobelev\\_2017@mail.ru](mailto:ivan_kobelev_2017@mail.ru), ORCID: 0000-0002-9414-4595; SPIN code: 4111-9474

**Akhmedov Timur Artykovich** – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, Laboratory of Age Clinical Pathology, St. Petersburg Institute of Bioregulation and Gerontology, 197110, St. Petersburg, Dynamo av., 3; Head of the Department of Immunological Research of the clinical and diagnostic laboratory, St. Petersburg City Multidisciplinary Hospital No. 2, 194354, St. Petersburg, Uchebnyi av., 5; Associate Professor of the Department of Clinical Laboratory Diagnostics with a course in molecular medicine, I.P. Pavlov First St.Petersburg State Medical University, 197022, St. Petersburg, st. Leo Tolstoy, 6-8, e-mail: [timaxm@mail.ru](mailto:timaxm@mail.ru), ORCID: 0000-0002-3105-4322; SPIN code: 5333-0721

**Rukavishnikova Svetlana Aleksandrovna** - Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, Laboratory of Age Clinical Pathology, St. Petersburg Institute of Bioregulation and Gerontology, 197110, St. Petersburg, Dynamo av., 3; Head of the clinical and diagnostic laboratory, St. Petersburg City Multidisciplinary Hospital No. 2, 194354, St. Petersburg, Uchebnyi av., 5; Professor of the Department of Clinical Laboratory Diagnostics with a course in molecular medicine, I.P. Pavlov First St.Petersburg State Medical University, 197022, St. Petersburg, st. Leo Tolstoy, 6-8, e-mail: [kdlb2@yandex.ru](mailto:kdlb2@yandex.ru), ORCID: 0000-0002-3105-4322; SPIN code: 7572-3297

**Saginbaev Ural Rinatovich** – Ph.D., Senior Researcher, Laboratory of Age Clinical Pathology, St. Petersburg Institute of Bioregulation and Gerontology, 197110, St. Petersburg, Dynamo av., 3; Doctor of Clinical Laboratory Diagnostics of the clinical and diagnostic laboratory, St. Petersburg City Multidisciplinary Hospital No. 2, 194354, St. Petersburg, Uchebnyi av., 5; Assistant of the Department of Clinical Laboratory Diagnostics with a course in molecular medicine, I.P. Pavlov First St.Petersburg State Medical University, 197022, St. Petersburg, st. Leo Tolstoy, 6-8, e-mail: [starosta-mpf@mail.ru](mailto:starosta-mpf@mail.ru), ORCID: 0000-0001-9709-1882; SPIN code: 3818-2006

**Fomchenkova Natalya Vladimirovna** - dermatovenereologist, clinic GEN87 in Vladimir. 600017, Russia, Vladimir city, Gorkogo street 27, office 11, e-mail: [foma.n1973@yandex.ru](mailto:foma.n1973@yandex.ru), ORCID: 0009-0003-0989-7686

**Medzinovskaya Aleksandra Aleksandrovna** - Candidate of medical Sciences, researcher in Research Medical Centre «GERONTOLOGY», 125371, Moscow, Volokolamskoe highway, 116, b.1, of. 321; e-mail: [medz.consult@gmail.com](mailto:medz.consult@gmail.com), ORCID: 0009-0009-0790-6263

Статья получена: 28.09.2023 г.  
Принята к публикации: 25.12.2023 г.