

УДК 614.351:254 (842.37+481.46):283.45  
DOI 10.24412/2312-2935-2023-3-405-419

## БИОЛОГИЧЕСКИЙ ВОЗРАСТ И ДИАБЕТИЧЕСКАЯ РЕТИНОПАТИЯ У ПАЦИЕНТОВ ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2-ГО ТИПА

*И.В.Лев<sup>1</sup>, Н.М.Азарков<sup>2,3</sup>*

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» Министерства науки и высшего образования России, г. Белгород

<sup>2</sup>Тамбовский филиал «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова», Минздрава России, г. Тамбов

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» Министерства науки и высшего образования России, г. Курск

**Введение.** Диабетическая ретинопатия у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа представляет распространённое осложнение сахарного диабета 2-го типа, приводящее к ухудшению гериатрического статуса таких пациентов. Однако среди известных факторов риска диабетической ретинопатии практически неизвестным остаётся влияние биологического возраста.

**Цель исследования:** изучение биологического возраста у пациентов зрелого возраста с диабетической ретинопатией при сахарном диабете 2-го типа.

**Материалы и методы.** Изучение биологического возраста выполнено у 580 пациентов зрелого возраста с диабетической ретинопатией при сахарном диабете 2-го типа по методике Войтенко В.П. и др. [1984]. На основании величин разницы между биологическим и хронологическим возрастом обследованные пациенты классифицированы на основную группу в количестве 357 человек с превышением биологического возраста хронологического на +3,0 и более лет и контрольную группу в количестве 124 человек с соответствием биологического и хронологического возраста. Обследованные пациенты обеих групп не имели статистически значимых различий по общесоматической патологии, находящейся в стадии клинической компенсации.

**Результаты.** Частота диабетической ретинопатии среди пациентов зрелого возраста с сахарным диабетом 2-го типа и с превышением биологического возраста хронологического составила  $19,82 \pm 1,32$  случаев на 100 обследованных, что практически в 2 раза выше по сравнению с пациентами зрелого возраста с диабетической ретинопатией при сахарном диабете 2-го типа с соответствием биологического и хронологического возраста и составила  $10,24 \pm 1,51$  случаев на 100 обследованных ( $p < 0,001$ ). Это свидетельствует о том, что превышение биологического возраста над хронологическим у пациентов зрелого возраста с сахарным диабетом 2-го типа выступает значимым фактором риска развития диабетической ретинопатии. Важным и новым результатом исследования является и то, что диабетическая ретинопатия у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа с превышением биологического возраста хронологического развивается в более раннем хронологическом возрасте –  $47,69 \pm 1,24$  лет против  $50,23 \pm 0,92$  лет в группе с соответствием биологического и хронологического возраста. Биологический возраст выявления (проявления) диабетической ретинопатии в указанных выше группах достоверно различается и составляет  $56,13 \pm 0,83$  и  $49,61 \pm 1,11$  лет соответственно ( $p < 0,001$ ).

**Заключение.** Опережение биологического возраста хронологического у пациентов зрелого возраста выступает значимым фактором риска диабетической ретинопатии и способствует её развитию в более раннем хронологическом возрасте, что следует учитывать при скрининговых и профилактических мероприятиях.

**Ключевые слова:** диабетическая ретинопатия, сахарный диабет 2-го типа, осложнения сахарного диабета 2-го типа, биологический возраст, хронологический возраст, должный биологический возраст

## **BIOLOGICAL AGE AND DIABETIC RETINOPATHY IN MATURE PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS**

*Lev I.V.<sup>1</sup>, Agarkov N.M.<sup>2,3</sup>*

<sup>1</sup>*Belgorod State National Research University, Russian Federation, Belgorod*

<sup>2</sup>*S.N. Fedorov National medical research center «MNTK Eye Microsurgery», Tambov*

<sup>3</sup>*South-West State University, Russian Federation, Kursk*

**Introduction.** Diabetic retinopathy in patients with type 2 diabetes mellitus is a common complication of type 2 diabetes mellitus, leading to a deterioration in the geriatric status of such patients. However, among the known risk factors for diabetic retinopathy, the influence of biological age remains virtually unknown.

**Purpose of the study:** Study the biological age in mature patients with diabetic retinopathy in type 2 diabetes mellitus.

**Materials and methods.** The study of biological age was carried out in 580 mature patients with diabetic retinopathy in type 2 diabetes mellitus according to the method of Voitenko V.P. et al. [1984]. Based on the values of the difference between biological and chronological age, the examined patients were classified into the main group of 357 people with an excess of the chronological biological age by +3.0 years or more and a control group of 124 people with a correspondence of biological and chronological age. The examined patients of both groups did not have statistically significant differences in general somatic pathology at the stage of clinical compensation.

**Results.** The frequency of diabetic retinopathy among mature patients with type 2 diabetes mellitus and with chronological biological age exceeding was  $19.82 \pm 1.32$  cases per 100 examined, which is almost 2 times higher compared to mature patients with diabetic retinopathy in type 2 diabetes mellitus with biological and chronological age matching and was  $10.24 \pm 1.51$  cases per 100 examined ( $p < 0.001$ ). This indicates that the excess of biological age over chronological age in mature patients with type 2 diabetes mellitus is a significant risk factor for the development of diabetic retinopathy. An important and new result of the study is that diabetic retinopathy in patients with type 2 diabetes mellitus with an excess of the chronological biological age develops at an earlier chronological age -  $47.69 \pm 1.24$  years versus  $50.23 \pm 0.92$  years in the group with a correspondence of biological and chronological age. The biological age of detection (manifestation) of diabetic retinopathy in the above groups significantly differs and is  $56.13 \pm 0.83$  and  $49.61 \pm 1.11$  years, respectively ( $p < 0.001$ ).

**Conclusion.** The advance of the chronological biological age in mature patients is a significant risk factor for diabetic retinopathy and contributes to its development at an earlier chronological age, which should be taken into account during screening and preventive measures.

**Key words:** diabetic retinopathy, type 2 diabetes mellitus, complications of type 2 diabetes mellitus, biological age, chronological age, proper biological age

**Введение.** Диабетическая ретинопатия представляет распространённое и тяжёлое осложнение сахарного диабета 2-го типа, которое развивается более чем у 60% пациентов, страдающих сахарным диабетом 2-го типа [1]. Развитие диабетической ретинопатии вызывает нарушение зрения среди трудоспособного населения, а также в пожилом возрасте. Диабетическая ретинопатия существенно ограничивает функциональную активность пациентов и ассоциируется у таких пациентов с наличием ограничений в различных сферах жизнедеятельности [2, 3]. В конечном итоге формирование зависимости у пациентов с диабетической ретинопатией в социальной и бытовой сфере вызывает существенное снижение качества жизни у них.

Однако, как следует из того, что диабетическая ретинопатия развивается у более 60% пациентов с сахарным диабетом 2-го типа, то существуют и другие причины, или факторы риска, способствующие формированию диабетической ретинопатии. Среди них различными исследователями называются сопутствующие соматические заболевания, определяющие полиморбидный статус пациентов, и, прежде всего, артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца, патология щитовидной железы; продолжительность сахарного диабета, качество и адекватность гипогликемической терапии, её соблюдение пациентом; соблюдение гипогликемической диеты и ограничений в рационе питания легкоусвояемых углеводов; физическая активность и другие [4, 5, 6]. Способствуют развитию диабетической ретинопатии при сахарном диабете 2-го типа также экологические факторы, уровень гипергликемии, генетические факторы, возраст пациентов [7]. Однако при изучении диабетической ретинопатии при сахарном диабете 2-го типа исследователями, как правило, рассматривается хронологический или календарный возраст в качестве потенциального фактора риска данного офтальмологического осложнения и не изучается биологический возраст, хотя последний является более информативным, чем хронологический возраст пациентов [8, 9].

Биологический возраст пациентов с диабетической ретинопатией при сахарном диабете 2-го типа в настоящее время как в отечественных, так и зарубежных публикациях не получил должного отражения, несмотря на очевидный научный и практический интерес со стороны геронтологов и гериатров, а также других специалистов, имеющих отношение к диабетической ретинопатии и сахарному диабету 2-го типа. Поэтому целью настоящего

исследования является изучение биологического возраста у пациентов зрелого возраста с диабетической ретинопатией при сахарном диабете 2-го типа.

**Материалы и методы.** Исследование проведено в 2020-2022 гг. среди 580 пациентов зрелого возраста, страдающих диабетической ретинопатией при сахарном диабете 2-го типа, у которых по методике Войтенко В.П. и др. [10] определялся биологический возраст и его производные. Диабетическая ретинопатия выявлялась у пациентов зрелого возраста на основании комплексного офтальмологического обследования, включающего оценку максимально скорректированной остроты зрения, остроты зрения без коррекции, проведение оптической когерентной томографии, а также других методов исследования, предусмотренных клиническими рекомендациями Общероссийской ассоциации врачей-офтальмологов «Сахарный диабет: ретинопатия диабетическая, макулярный отёк диабетический» [11].

На основании выполненного обследования пациентов зрелого возраста с диабетической ретинопатией при сахарном диабете 2-го типа и определения биологического возраста установлено превышение биологического возраста хронологического на +3,0 лет и более у 357 человек, составивших основную группу. Соответствие биологического возраста хронологическому выявлено у 124 человек зрелого возраста с диабетической ретинопатией при сахарном диабете 2-го типа, которые вошли в контрольную группу.

Сведения об основных медико-демографических параметрах заимствованы из официальной медицинской документации пациентов, по которым сравниваемые клинические группы существенно не различались (таблица 1). Все заболевания у пациентов находились в стадии компенсации.

При выполнении исследования соблюдались принципы надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice), а пациенты включались в исследование в случае получения от них письменного согласия.

При статистической обработке использовалась программа «Statistica 10.0», непараметрический критерий  $X^2$  и дискриминантный анализ.

**Таблица 1**

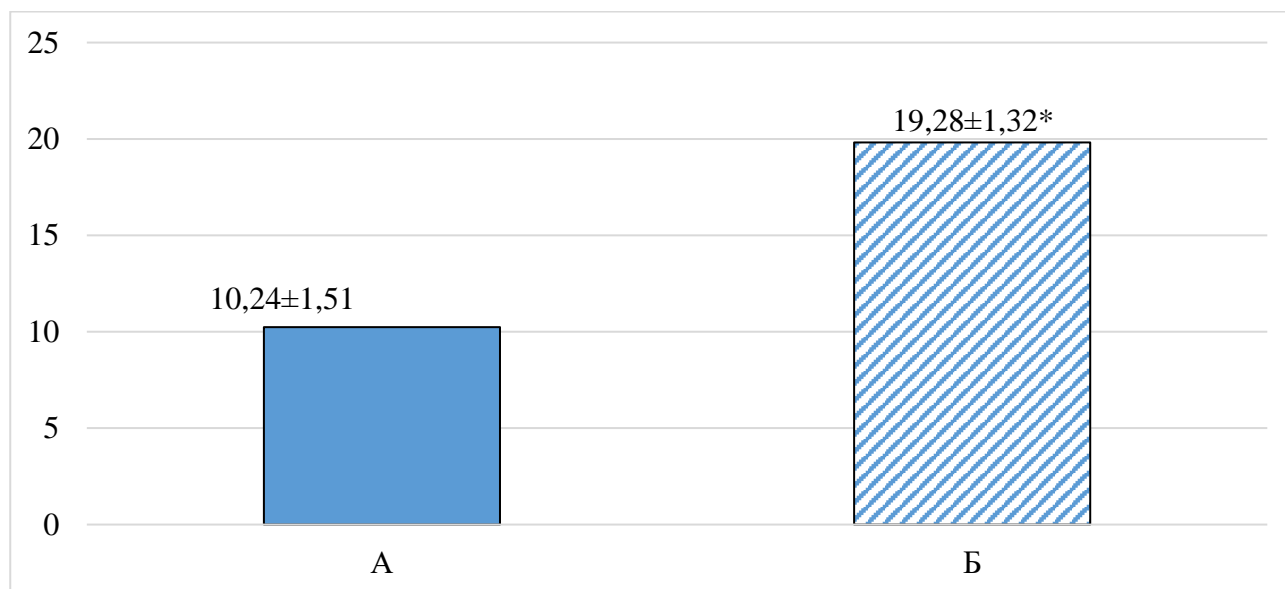
Медико-демографические параметры пациентов 45-59 лет с диабетической ретинопатией при сахарном диабете 2-го типа с соответствием биологического возраста и превышением биологического возраста хронологического ( $P \pm SD$ )

<i>Исследуемый параметр</i>	<i>Пациенты с соответствием биологического и хронологического возраста, n=124</i>	<i>Пациенты с превышением биологического возраста хронологического, n=357</i>	$X^2$
Метаболический синдром, %	57,3±3,6	59,1±3,2	p>0,05
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>	28,3±2,1	28,9±1,8	p>0,05
Артериальная гипертензия, %	43,5±3,6	46,8±3,9	p>0,05
Инфаркт миокарда в анамнезе, %	16,1±1,3	17,1±1,2	p>0,05
Гликированный гемоглобин, %	8,5±0,3	8,8±0,4	p>0,05
Хроническая болезнь почек, %	11,3±0,9	13,2±1,2	p>0,05

**Результаты и обсуждение.** Установлено, что превышение биологического возраста хронологического может способствовать увеличению частоты диабетической ретинопатии при сахарном диабете 2-го типа у людей зрелого возраста. Это заключение вытекает из того, что у пациентов зрелого возраста с диабетической ретинопатией при сахарном диабете 2-го типа частота рассматриваемого офтальмологического осложнения практически в 2 раза ниже, чем у пациентов такого же возраста с диабетической ретинопатией при сахарном диабете 2-го типа, но имеющих превышение биологического возраста над хронологическим (рис.1).

Различие в частоте диабетической ретинопатии в сравниваемых группах пациентов статистически значимо по критерию  $X^2$  ( $p < 0,001$ ). Данный результат, а именно, ускорение биологического возраста у пациентов зрелого возраста с диабетической ретинопатией при сахарном диабете 2-го типа способствует увеличению частоты обсуждаемого офтальмологического осложнения установлен нами впервые. Это относится не только к пациентам зрелого возраста, страдающих диабетической ретинопатией, при сахарном диабете 2-го типа, но и к другим возрастным группам, поскольку подобных результатов в

отечественной и зарубежной научной литературе до настоящего времени не представлено. Имеются только сообщения о превышении биологического возраста хронологического у пациентов 20-80 лет с сахарным диабетом 2-го типа без указания на отсутствие или наличие диабетической ретинопатии у них на 12 лет [12].



**Рисунок 1.** Частота диабетической ретинопатии среди пациентов зрелого возраста у пациентов с соответствием биологического и хронологического возраста (А) и с превышением биологического возраста хронологического (Б).

*По оси абсцисс приведены сравниваемые группы пациентов зрелого возраста с диабетической ретинопатией при сахарном диабете 2-го типа, по оси ординат частота диабетической ретинопатии на 100 обследованных (P±SD), \*статистически значимое различие между сопоставляемыми группами.*

Однако нами выявлено не только повышение частоты диабетической ретинопатии при сахарном диабете 2-го типа у пациентов зрелого возраста с ускорением биологического возраста, но изменение других параметров, связанных с хронологическим и биологическим возрастом данных пациентов (табл.2).

Среди пациентов с диабетической ретинопатией при сахарном диабете 2-го типа с соответствием биологического и хронологического возраста величина среднего хронологического возраста статистически значимо выше по сравнению с пациентами зрелого возраста с диабетической ретинопатией при сахарном диабете 2-го типа, но имеющих опережение биологического возраста. Иначе говоря, пациенты зрелого возраста с опережением биологического возраста хронологического на 2,54 года в среднем раньше по хронологическому возрасту страдают данным офтальмологическим осложнением сахарного

диабета и это более раннее проявление диабетической ретинопатии по хронологическому возрасту обусловлено ускорением биологического возраста в обсуждаемой группе пациентов.

**Таблица 2**

Некоторые параметры биологического и хронологического возраста среди пациентов зрелого возраста с диабетической ретинопатией при сахарном диабете 2-го типа

<i>Параметры возраста</i>	<i>Пациенты с соответствием биологического и хронологического возраста</i>	<i>Пациенты с превышением биологического и хронологического возраста</i>	<i>P</i>
Хронологический возраст выявления диабетической ретинопатии, лет	50,23±0,92	47,69±1,24	<0,01
Должный биологический возраст, лет	50,62±1,78	60,69±1,95	<0,001
Биологический возраст – хронологический возраст, лет	-0,62±0,09	+8,44±1,86	<0,001
Биологический возраст выявления (проявления) диабетической ретинопатии, лет	49,61±1,11	56,13±0,83	<0,001

У пациентов зрелого возраста с превышением биологического возраста величины хронологического статистически значимо выше должный биологический возраст – на 10 лет ( $p < 0,001$ ). Биологический возраст у пациентов зрелого возраста также различается по сравнению с пациентами зрелого возраста, но имеющих соответствие биологического и хронологического возраста, и это различие является существенным ( $p < 0,001$ ) и превышение достигает +8,44 лет, что однозначно указывает на преждевременное старение пациентов зрелого возраста при развитии у них диабетической ретинопатии на фоне такой эндокринной патологии как сахарный диабет 2-го типа. Напротив, по сравнению с хронологическим возрастом, который, как отмечалось ранее ниже у пациентов зрелого возраста с превышением биологического возраста хронологического, биологический возраст выявления (проявления) диабетической ретинопатии достоверно выше, составляя 56,13 лет против 49,61 лет в группе пациентов зрелого возраста с соответствием биологического и хронологического возраста. Такое существенное различие при прочих равных условиях обусловлено, на наш взгляд, опережением биологического возраста величины хронологического, поскольку биологический возраст, по мнению различных специалистов,

отражает патологические изменения всего организма и более адекватно, чем хронологический [13, 14] и отражает преждевременное старение, которое часто определяется как постепенное функциональное и структурное ухудшение организма человека, приводящее к увеличению риска заболеваний, нарушений и смертности в течение жизни [13]. Несмотря на то, что старение происходит у всех людей, темпы возрастного снижения не являются универсальными и одинаковыми. Считается, что старение зависит от баланса между воздействующими факторами и устойчивостью (возрастной жизнеспособностью), и в результате возникает неоднородность в процессах старения и в биологическом возрасте пациентов при равных или одинаковых внешнесредовых воздействиях, в том числе вредных воздействиях для человека из-за различий этих воздействий внешней среды, а также врожденной способности организма сопротивляться таким воздействиям.

Поэтому возраст, измеряемый в хронологическом порядке, не может надёжным показателем скорости снижения или физиологического разрушения организма, а скорее служит лишь показателем скорости старения. Нами показано, что при одинаковом соматическом статусе у людей зрелого возраста с диабетической ретинопатией при сахарном диабете 2-го типа – частота диабетической ретинопатии при соответствии биологического и хронологического возраста и при ускорении биологического возраста различна. Тем не менее подобные исследования с понижением конкретных резервов о влиянии биологического возраста на развитие диабетической ретинопатии отсутствуют, а для того, чтобы лучше оценить степень старения человека, и, следовательно, остаточную продолжительность жизни или восприимчивость к различным болезням, исследователи сосредоточены на поиске и разработке новых подходов, которые могли бы обеспечить более точное измерение биологического возраста, учитывая, что известны системные изменения, которые сопровождают процесс старения. Считается, что такие изменения могут быть количественно определены путем идентификации и измерения биомаркеров старения. На протяжении многих лет значительная работа была направлена на выявление биомаркеров старения, которые можно использовать для изучения старения на людях, однако до сих пор успеха было мало. Было высказано предположение, что из-за сложности процесса старения – особенно у людей – вероятно, не будет идентифицирован ни один биомаркер, который точно измерял бы скорость биологического старения. Оценки биологического возраста облегчают объединения множества биомаркеров в единую скрытую переменную, что может лучше объяснить сложность процесса старения. Объединение различных показателей в единый



многогранный биомаркер может оказаться полезным как в биологических исследованиях – для изучения того, как гены, эволюция и окружающая среда влияют на скорость старения –, так и в исследованиях общественного здравоохранения или клинической практике – для выявления лиц с повышенным риском инвалидности заболеваний. Хотя было опубликовано несколько статей об измерении биологического возраста нет единого мнения относительно метода, с помощью которого следует рассчитывать биологический возраст, или обоснованности таких показателей [13, 14].

Риск развития целого ряда хронических заболеваний значительно возрастают в течение жизни, учитывая разнообразие структур и систем, на которые воздействует возрастные изменения [15-21]. Сказанное относится к развитию диабетической ретинопатии при сахарном диабете 2-го типа, когда нами впервые показано, что ускорение биологического возраста способствует более раннему проявлению диабетической ретинопатии по хронологическому возрасту и, наоборот, в более позднем биологическом возрасте. Поэтому полученные результаты позволяют утверждать о негативном влиянии опережения биологического возраста на развитие диабетической ретинопатии. Опережение биологического возраста у пациентов зрелого возраста с диабетической ретинопатией при сахарном диабете 2-го типа сопровождается одновременно увеличением должного биологического возраста.

**Заключение.** Превышение биологического возраста хронологического у пациентов зрелого возраста с диабетической ретинопатией при сахарном диабете 2-го типа способствует увеличению в 2 раза частоты данного офтальмологического осложнения сахарного диабета 2-го типа. Проявления диабетической ретинопатии у пациентов с опережением биологического возраста возникают достоверно в более молодом хронологическом возрасте. Поэтому опережение биологического возраста у пациентов зрелого возраста с диабетической ретинопатией при сахарном диабете 2-го типа в случае его превышения указывает на необходимость скрининга диабетической ретинопатии и динамического наблюдения из-за более высокой частоты этого офтальмологического осложнения.

### Список литературы

1. Mandava N., Tirado-Gonzalez V., Geiger M.D., et al. Complement Activation in the Vitreous of Patients With Proliferative Diabetic Retinopathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2020;61(11):39. DOI: 10.1167/iovs.61.11.39
2. Агарков Н.М., Лев И.В., Османов Р.Э. Влияние сочетанной диабетической ретинопатии и катаракты на инструментальную функциональную активность пациентов. *Успехи геронтологии.* 2022;35(3):413-417. DOI: 10.34922/AE.2022.35.3.013
3. Агарков Н.М., Лев И.В., Таныгин М.О., и др. Социальная функциональная активность пациентов с диабетической ретинопатией. *Научные результаты биомедицинских исследований.* 2022;8(4):516-523. DOI: 10.18413/2658-6533-2022-8-4-0-9
4. Fong D.S., Aiello L., Gardner T.W., et al. Retinopathy in diabetes. *Diabetes Care.* 2004;27(1):S84-S87. DOI: 10.2337/diacare.27.2007.s84
5. Varma R., Macias G.L., Torres M., et al. Biologic risk factors associated with diabetic retinopathy: the Los Angeles Latino Eye Study. *Ophthalmology.* 2007;114(7):1332-1340. DOI: 10.1016/j.ophtha.2006.10.023
6. Solomon S.D., Chew E., Duh E.J., et al. Diabetic Retinopathy: A Position Statement by the American Diabetes Association. *Diabetes Care.* 2017;40(3):412-418. DOI: 10.2337/dc16-2641
7. Tarr J.M., Kaul K., Wolanska K., et al. Retinopathy in diabetes. *Adv Exp Med Biol.* 2012;771:88-106. DOI: 10.1007/978-1-4614-5441-0\_10
8. Тренева Е.В., Булгакова С.В., Курмаев Д.П., и др. Анализ циркадных ритмов секреции кортизола у мужчин с признаками ускоренного старения и их клинико-организационное значение. *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики.* 2022;1:208-219. DOI: 10.24412/2312-2935-2022-1-213-224
9. Дубашевский Р.А. Биологический возраст и темпы старения людей старческой группы и долгожителей с полиморбидностью. *Научное обозрение. Педагогические науки.* 2019;5-4:49-52.
10. Маркина Л.Д. Определение биологического возраста человека методом В.П. Войтенко. Владивосток: Владивостокский государственный медицинский университет, 2001.
11. Астахов Ю.С., Нероев В.В., Шестакова М.В., и др. Клинические рекомендации «Сахарный диабет: ретинопатия диабетическая, макулярный отек диабетический». М.: Общероссийская общественная организация «Ассоциация врачей-офтальмологов», 2020. 52 с.

12. Bahour N., Cortez B., Pan H., et al. Diabetes mellitus correlates with increased biological age as indicated by clinical biomarkers. *Geroscience*. 2022;44(1):415-427. DOI: 10.1007/s11357-021-00469-0
13. Levine M.E. Modeling the rate of senescence: can estimated biological age predict mortality more accurately than chronological age? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2013;68(6):667-674. DOI: 10.1093/gerona/gls233
14. Gaydosh L., Belsky D.W., Gleib D.A., et al. Testing Proposed Quantifications of Biological Aging in Taiwanese Older Adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2020;75(9):1680-1685. DOI: 10.1093/gerona/glz223
15. Jia L., Zhang W., Chen X. Common methods of biological age estimation. *Clin Interv Aging*. 2017;12:759-772. DOI: 10.2147/CIA.S134921
16. Вечорко В.И., Шикина И.Б. Пятилетний анализ медико-демографической структуры обслуживаемого населения пожилого возраста в амбулаторном центре города Москвы и взаимосвязь ее с инвалидностью. *Клиническая геронтология*, 2017: 9-10:11-12.
17. Шикина И.Б., Вардосанидзе С.Л., Сорокина Н.В., Эккерт Н.В. Проблемы лечения пациентов пожилого и старческого возраста в многопрофильном стационаре. *Проблемы управления здравоохранением*. – 2006; 6 (31): 61-64.
18. Михайлова Ю.В., Шикина И.Б., Сибурина Т.А. и др. Основные жизненные ценности и потребности, определяющие качество жизни сельского населения старше трудоспособного возраста Калининградской области. *Менеджер здравоохранения*. 2020; 8:41-48 DOI: 10.37690/1811-0185-2020-8-41-48
19. Жеребцова Т.А., Люцко В.В., Леонтьев С.Л. и др. Совершенствование организации первичной медико-санитарной помощи в Свердловской области. *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики* 2022; 3. URL: <http://healthproblem.ru/magazines?text=831> (дата обращения: 17.06.2023).
20. Гриднев О.В., Абрамов А.Ю., Люцко В.В. Анализ контроля за эффективностью работы трехуровневой системы первичной медико-санитарной помощи населению города Москвы. *Современные проблемы науки и образования*. 2014; 2:364.
21. Погонин А.В., Люцко В.В. Медицинская помощь, оказываемая в стационарных условиях, в Российской Федерации (обзор литературы). *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. 2022;1: 605-629.

### References

1. Mandava N., Tirado-Gonzalez V., Geiger M.D., et al. Complement Activation in the Vitreous of Patients With Proliferative Diabetic Retinopathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2020;61(11):39. DOI: 10.1167/iovs.61.11.39
2. Agarkov N.M., Lev I.V., Osmanov R.E. Vliyanie sochetannoj diabeticheskoy retinopatii i katarakty na instrumental'nyu funktsional'nyu aktivnost' pacientov [Effect of combined diabetic retinopathy and cataract on instrumental functional activity of patients]. *Uspekhi gerontologii [Advances in gerontology]*. 2022;35(3):413-417. DOI: 10.34922/AE.2022.35.3.013
3. Agarkov N.M., Lev I.V., Tanygin M.O., et al. Social'naya funktsional'naya aktivnost' pacientov s diabeticheskoy retinopatiej [Social functional activity of patients with diabetic retinopathy]. *Nauchnye rezultaty biomeditsinskih issledovanij [Research Results in Biomedicine]*. 2022;8(4):516-523. DOI: 10.18413/2658-6533-2022-8-4-0-9
4. Fong D.S., Aiello L., Gardner T.W., et al. Retinopathy in diabetes. *Diabetes Care.* 2004;27(1):S84-S87. DOI: 10.2337/diacare.27.2007.s84
5. Varma R., Macias G.L., Torres M., et al. Biologic risk factors associated with diabetic retinopathy: the Los Angeles Latino Eye Study. *Ophthalmology.* 2007;114(7):1332-1340. DOI: 10.1016/j.ophtha.2006.10.023
6. Solomon S.D., Chew E., Duh E.J., et al. Diabetic Retinopathy: A Position Statement by the American Diabetes Association. *Diabetes Care.* 2017;40(3):412-418. DOI: 10.2337/dc16-2641
7. Tarr J.M., Kaul K., Wolanska K., et al. Retinopathy in diabetes. *Adv Exp Med Biol.* 2012;771:88-106. DOI: 10.1007/978-1-4614-5441-0\_10
8. Treneva E.V., Bulgakova S.V., Kurmaev D.P., et al. Analiz cirkadnyh ritmov sekrecii kortizola u muzhchin s priznakami uskorennoho stareniya i ih kliniko-organizacionnoe znachenie [Analysis of circadian rhythms of cortisol secretion in men with signs of accelerated aging and their clinical and organizational significance]. *Sovremennye problemy zdravoohraneniya i medicinskoj statistiki [Modern problems of healthcare and medical statistics]*. 2022;1:208-219. DOI: 10.24412/2312-2935-2022-1-213-224
9. Dubashevsky R.A. Biologicheskij vozrast i tempy stareniya lyudej starcheskoy gruppy i dolgozhitelej s polimorbidnost'yu [Biological age and aging rates of senile people and centenarians with polymorbidity]. *Nauchnoe obozrenie. Pedagogicheskie nauki [Scientific review. Pedagogical sciences]*. 2019;5-4:49-52.

10. Markina L.D. Opredelenie biologicheskogo vozrasta cheloveka metodom V.P. Vojtenko [Determination of the biological age of a person by the method of V.P. Voitenko]. Vladivostok: Vladivostok State Medical University; 2001.
11. Astakhov Yu.S., Neroyev V.V., Shestakova M.V., et al. Klinicheskie rekomendacii «Saharnyj diabet: retinopatiya diabeticheskaya, makulyarnyj otek diabeticheskij» [Clinical recommendations "Diabetes mellitus: diabetic retinopathy, diabetic macular edema"]. Moscow: All-Russian public organization "Association of Ophthalmologists"; 2020.
12. Bahour N., Cortez B., Pan H., et al. Diabetes mellitus correlates with increased biological age as indicated by clinical biomarkers. *Geroscience*. 2022;44(1):415-427. DOI: 10.1007/s11357-021-00469-0
13. Levine M.E. Modeling the rate of senescence: can estimated biological age predict mortality more accurately than chronological age? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2013;68(6):667-674. DOI: 10.1093/gerona/gls233
14. Gaydosh L., Belsky D.W., Gleib D.A., et al. Testing Proposed Quantifications of Biological Aging in Taiwanese Older Adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2020;75(9):1680-1685. DOI: 10.1093/gerona/glz223
15. Jia L., Zhang W., Chen X. Common methods of biological age estimation. *Clin Interv Aging*. 2017;12:759-772. DOI: 10.2147/CIA.S134921
16. Vechorko V.I., Shikina I.B. Five-year analysis of the medical and demographic structure of the served elderly population in the outpatient center of Moscow and its relationship with disability. [Pyatiletnij analiz mediko-demograficheskoy struktury obsluzhivaemogo naseleniya pozhilogo vozrasta v ambulatornom centre goroda Moskvy i vzaimosvyaz' ee s invalidnost'yu.]. *Clinical Gerontology [Klinicheskaya gerontologiya]*. 2017: 9-10: 11-12. (In Russian)
17. Shikina I.B., Vardosanidze S.L., Sorokina N.V., Ekkert N.V. Problemy lecheniya pacientov pozhilogo i starcheskogo vozrasta v mnogoprofil'nom stacionare. [Problems of treatment of elderly and senile patients in a multidisciplinary hospital]. *Problemy upravleniya zdavoohraneniem. [Health management issues]*. 2006; 6 (31): 61-64. (In Russian)
18. Mikhailova Yu.V., Shikina I.B., Siburina T.A., etc. Osnovnye zhiznennye cennosti i potrebnosti, opredelyayushchie kachestvo zhizni sel'skogo naseleniya starshe trudospobnogo vozrasta Kaliningradskoj oblasti. [Basic life values and needs that determine the quality of life of the rural population over the working age of the Kaliningrad region]. *Menedzher zdavoohraneniya. [Health Care Manager]*. 2020; 8:41-48. (In Russian). DOI: 10.37690/1811-0185-2020-8-41-48

19. Zherebtsova T.A., Lyutsko V.V., Leont'ev S.L. i dr. Sovershenstvovanie organizatsii pervichnoy mediko-sanitarnoy pomoshchi v Sverdlovskoy oblasti [Improving the organization of primary health care in the sverdlovsk region]. *Sovremennye problemy zdavookhraneniya i meditsinskoy statistiki* [Current problems of health care and medical statistics] 2022; 3. URL: <http://healthproblem.ru/magazines?text=831>. (In Russian).

20. Gridnev O.V., Abramov A.Yu., Lyutsko V.V. Analiz kontrolya za effektivnost'yu raboty trekhurovnevoj sistemy pervichnoy mediko-sanitarnoy pomoshchi naseleniyu goroda Moskvy. [Analysis of the effectiveness of the three-level primary health care system for the population of Moscow]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. [Modern problems of science and education]. 2014; 2:364. (In Russian)

21. Pogonin A.V., Lyutsko V.V. Medicinskaya pomoshch', okazyvaemaya v stacionarnykh usloviyah, v Rossijskoj Federacii (obzor literatury). [Medical care provided in inpatient settings, in the Russian Federation (literature review)]. *Sovremennye problemy zdavookhraneniya i medicinskoj statistiki*. [Current health and medical statistics issues]. 2022;1: 605-629. (In Russian)

**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

**Лев Инна Валерьевна** – кандидат медицинских наук, заведующая I офтальмологическим отделением, врач-офтальмолог, Тамбовский филиал ФГАУ НМИЦ МНТК «Микрохирургия глаза им. акад. С.Н. Федорова», 392000, г. Тамбов, Рассказовское шоссе, 1, E-mail: [mntk@mntk-tambov.ru](mailto:mntk@mntk-tambov.ru), SPIN-код: 2016-5754, ORCID: 0000-0003-3436-4059

**Агарков Николай Михайлович** – доктор медицинских наук, профессор кафедры биомедицинской инженерии, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94; старший научный сотрудник лаборатории «Проблемы старения», ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, E-mail: [vitalaxen@mail.ru](mailto:vitalaxen@mail.ru), SPIN-код: 8921-6603, ORCID: 0000-0002-4821-3692

#### Information about authors

**Inna V. Lev** – Candidate of Medical Sciences, Head of the I Ophthalmology Department, ophthalmologist S.N. Fedorov Tambov National medical research center «MNTK Eye Microsurgery», 392000, Tambov, Rasskazovskoe high., 1, E-mail: [mntk@mntk-tambov.ru](mailto:mntk@mntk-tambov.ru), SPIN-код: 2016-5754, ORCID: 0000-0003-3436-4059

**Nikolay M. Agarkov** - Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Biomedical Engineering, Southwest State University, 305040, Kursk, 50 Let Oktyabrya Str., 94; Senior Researcher at the Laboratory "Problems of Aging", Belgorod State National Research University, 308015, Belgorod, Pobedy str., 85, E-mail: vitalaxen@mail.ru, SPIN-код: 8921-6603, ORCID: 0000-0002-4821-3692

Статья получена: 11.04.2023 г.  
Принята к публикации: 28.09.2023 г.