

Клинические и функциональные критерии состояния жизнедеятельности больных и инвалидов с пресбиопией

Ю.А. Коровянский¹А.М. Разумовская²С.Р. Кидралеева³

¹ Центр медико-социальной реабилитации инвалидов по зрению
пер. Джамбула, 3, Санкт-Петербург, 191180, Российская Федерация

² Институт дополнительного профессионального образования Федерального научно-образовательного центра
медико-социальной экспертизы и реабилитации им. Г.А. Альбрехта Министерства труда
и социальной защиты Российской Федерации
ул. Бестужевская, 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация

³ ООО «ПРОФИТ-ФАРМ»
Карамышевская наб., 44, Москва, 123423, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(3):686–691

Цель исследования: проанализировать лечебный эффект препарата «Квинакс» при введении его методом трехкратных инстилляций в течение 12 месяцев больным с пресбиопией для определения его влияния на развитие нарушений рефракции у данной категории пациентов. **Пациенты и методы.** Лечение было проведено 60 пациентам со средним возрастом 43 ± 2 года с пресбиопией. При этом основную группу составили 30 пациентов, которых лечили препаратом «Квинакс» при введении его методом трехкратных инстилляций в течение 12 месяцев. Группа сравнения — 30 человек, которым лечение пресбиопии проводилось другими консервативными методами. Каждому пациенту было проведено офтальмологическое обследование, которое включало визометрию, периметрию, рефрактометрию, биомикроскопию, офтальмоскопию, исследование зрительной работоспособности, темновой адаптации, а также анализировались предъявляемые жалобы с целью установления влияния их на качество жизни больных и инвалидов с катарактой и пресбиопией. **Результаты.** Результаты исследования показали эффективность применения препарата «Квинакс» при введении его методом трехкратных инстилляций в течение 12 месяцев, при этом была показана стабилизация изменений остроты зрения и поля зрения на белый, красный и зеленый цвета, снижение зрительной утомляемости за счет уменьшения бликов, стабилизации темновой адаптации и улучшения рефракции. **Заключение.** Из приведенных данных следует, что лечение с помощью капель «Квинакс» дает положительные результаты как в функциональном, так и в субъективном отношении. Результаты, полученные в ходе проведенного исследования, дают основание для рекомендации препарата «Квинакс» всем пациентам с пресбиопией. Среди пациентов, которым проводили инстилляцию препарата «Квинакс», побочных эффектов не наблюдалось.

Ключевые слова: пресбиопия, «Квинакс», инстилляци, эргономические показатели

Для цитирования: Коровянский Ю.А., Разумовская А.М., Кидралеева С.Р. Клинические и функциональные критерии состояния жизнедеятельности больных и инвалидов с пресбиопией. *Офтальмология*. 2025;22(3):686–691. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-686-691>

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.



Clinical and Functional Criteria for the Vital Activity of Patients and Disabled People Suffering from Presbyopia

Yu.A. Horovyansky¹, A.M. Razumovskaya², S.R. Kidraleeva³

¹ Center for Medical and Social Rehabilitation of the Visually Impaired
Dzhambul lane, 3, St. Petersburg, 191180, Russian Federation

² Institute of Additional Professional Education of the Federal Scientific and Educational Center
for Medical and Social Expertise and Rehabilitation named after G.A. Albrecht
Bestuzhevskaya str., 50, St. Petersburg, 195067, Russian Federation

³ PROFIT-PHARM LLC
Karamyshevskaya emb., 44, Moscow, 123423, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):686–691

The purpose: to evaluate the therapeutic effect of Quinax, administered by the method of triple instillations for 6 months to patients with presbyopia in order to determine its effect on the development of refractive errors in this category of patients. **Patients and methods.** The treatment was carried out in 60 patients with an average age of 43 ± 2 years, suffering from presbyopia. At the same time, the main group consisted of 30 patients who were treated with Quinax when it was administered by the method of triple instillations for 12 months. The comparison group consisted of 30 people who underwent treatment of presbyopia by other conservative methods. Each patient underwent an ophthalmological examination, which included: visometry, perimetry, refractometry, biomicroscopy, ophthalmoscopy, visual performance study, dark adaptation, and complaints were analyzed in order to establish their impact on the quality of life in patients and disabled people with cataracts and presbyopia. **Results.** The results of the study showed the effectiveness of the use of Quinax when administered by the method of three instillations for 12 months and revealed stabilization of changes in visual acuity and visual field to white, red and green colors, reduction of visual fatigue due to reduction of glare, stabilization of dark adaptation and refraction. **Conclusion.** From the above research data, it can be seen that treatment with Quinax drops gives positive results both functionally and subjectively. The results obtained during the study provide the basis for the recommendation of the drug "Quinax" to all patients with presbyopia.

Keywords: presbyopia, Quinax, instillations, ergonomic indicators

For citation: Horovyansky Yu.A., Razumovskaya A.M., Kidraleeva S.R. Clinical and Functional Criteria for the Vital Activity of Patients and Disabled People Suffering from Presbyopia. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(3):686–691. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-686-691>

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

Заболелания хрусталика являются частой причиной значительного снижения зрительных функций. Наиболее серьезной, социально значимой проблемой снижения качества жизни пациентов с офтальмопатологией являются изменения рефракции при начинающихся помутнениях хрусталика. В связи с увеличением продолжительности жизни населения очень важной задачей является поддержание профессионального долголетия граждан. С другой стороны, современные условия труда увеличивают необходимость в повышенной зрительной нагрузке, и это отражается на возрастной категории тех, кто обратился с жалобами на минимально значимые нарушения зрения. Это пациенты, находящиеся в возрасте 40 лет и старше, когда у них имеется достаточная квалификация, трудовой стаж и рост профессиональной карьеры и т.д., но они не справляются со зрительной нагрузкой из-за нарушения рефракции. При обследовании чаще всего у них имеют место расстройства аккомодации, обусловленные изменениями состояния хрусталика.

На основании того, что с возрастом увеличивается жесткость и количество дисульфидов в хрусталике,

возникает вопрос, можно ли повысить эластичность хрусталика с помощью лекарственных препаратов. Фармакологическое лечение пресбиопии может стать альтернативой для тех пациентов, кто хочет отказаться от очков. В качестве средств для фармакологического лечения пресбиопии исследуются два основных направления: миотики и средства для повышения эластичности хрусталика. Миотики лечат пресбиопию, создавая эффект точечного фокуса, который может увеличить глубину фокуса на всех рабочих расстояниях. Миотики изучались для применения только на одном глазу при моновидении или на обоих глазах. Их действие носит временный характер и сопровождается распространенными побочными эффектами, такими как головная боль и ухудшение зрения в ночное время, при этом долгосрочная безопасность и эффективность не установлены. Были проведены исследования миотических средств в сочетании с другими средствами для достижения аддитивного эффекта лечения или уменьшения побочных эффектов, однако эти комбинированные эффекты неясны.

Возможно применение капель, которые повышают эластичность хрусталика, воздействуя на один из этиологических механизмов пресбиопии [1]. В инструкции к лекарственному препарату «Квинакс» (ООО «ПРОФИТ-ФАРМ») указано, что препарат «Квинакс» предохраняет сульфгидрильные группы растворимых протеинов хрусталика от окисления и дальнейшей деградаци [2], а следовательно, замедляет прогрессирование процесса, приводящего к уплотнению хрусталика и утрате им эластичности. Исследований об эффективности применения препарата «Квинакс» при пресбиопии не проводилось.

Целью исследования было проанализировать лечебный эффект препарата «Квинакс» при введении его методом трехкратных инстилляций в течение 12 месяцев больным с пресбиопией для определения влияния его на развитие нарушений рефракции у данной категории пациентов.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на базе офтальмологического кабинета Центра медико-социальной реабилитации инвалидов по зрению (г. Санкт-Петербург).

В основной группе всем пациентам с установленным диагнозом пресбиопии был назначен Квинакс по 2 капли в конъюнктивальный мешок 3 раза в день в течение длительного времени в оба глаза.

Таблица 1. Клиническая характеристика пациентов с пресбиопией

Table 1. Clinical characteristics of patients with presbyopia

	Основная группа Main group	Контрольная группа Control group
Количество пациентов Number of patients	30	30
Количество глаз Number of eyes	60	60
Средний возраст, годы Average age, years	43,3 ± 5,2	43,1 ± 4,7
Длительность заболевания, годы Duration of disease years	1,3 ± 0,1	1,3 ± 0,2

Контрольную группу составили пациенты с установленным диагнозом пресбиопии, которым назначали другие капли, являющиеся средством лечения катаракты.

Офтальмологическое обследование остроты и поля зрения проводилось традиционными и контрольными методами.

Офтальмологическое обследование остроты и поля зрения проводилось традиционными и контрольными методами. Использовался опросник (со слов пациента): жалобы на появление бликов, нарушение темновой адаптации, изменение рефракции оценивались по принципу да/нет.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты исследования показали эффективность применения препарата «Квинакс» при введении его методом трехкратных инстилляций в течение 12 месяцев и выявили стабилизацию изменений остроты зрения и поля зрения на белый, красный и зеленый цвета, снижение зрительной утомляемости за счет уменьшения бликов, стабилизации темновой адаптации и рефракции.

Острота зрения вдаль без коррекции у пациентов основной группы в течение всего срока наблюдения практически не изменилась и составляла от 0,4 до 0,7, в среднем $0,6 \pm 0,1$, тогда как у пациентов контрольной группы острота несколько снизилась: если до начала наблюдения она составляла 0,4–0,7, в среднем $0,6 \pm 0,1$, то через 12 месяцев — от 0,3 до 0,6, в среднем $0,5 \pm 0,1$.

Острота зрения вблизи без коррекции в основной группе составляла до лечения 0,4–0,6, в среднем $0,5 \pm 0,1$, и не изменилась через 6 месяцев, но через 12 месяцев острота зрения вблизи без коррекции составляла от 0,3 до 0,7, в среднем $0,5 \pm 0,2$. В контрольной группе острота зрения вблизи без коррекции до лечения составляла 0,4–0,6, в среднем $0,5 \pm 0,1$, через 6 месяцев — от 0,3 до 0,7, в среднем $0,5 \pm 0,2$, через 12 месяцев — 0,2–0,6, в среднем $0,4 \pm 0,2$. Изменение остроты зрения вблизи мы связываем в основном с изменением рефракции у этих пациентов.

Таблица 2. Результаты обследования пациентов с пресбиопией до лечения, через 6 и 12 месяцев после начала лечения

Table 2. Results of examination of patients with presbyopia before treatment, 6 and 12 months after the start of treatment

	Основная группа / Main group						Контрольная группа / Control group					
	До лечения Before treatment		Через 6 месяцев After 6 months		Через 12 месяцев After 12 months		До лечения Before treatment		Через 6 месяцев After 6 months		Через 12 месяцев After 12 months	
Количество пациентов Number of patients	30		30		30		30		30		30	
Количество глаз Number of eyes	60		60		60		60		60		60	
Острота зрения вдаль без коррекции Distant visual acuity without correction	$0,6 \pm 0,1$		$0,6 \pm 0,1$		$0,6 \pm 0,1$		$0,6 \pm 0,1$		$0,6 \pm 0,1$		$0,5 \pm 0,1$	
Острота зрения вблизи без коррекции Near visual acuity without correction	$0,5 \pm 0,1$		$0,5 \pm 0,1$		$0,5 \pm 0,2$		$0,5 \pm 0,1$		$0,5 \pm 0,2$		$0,4 \pm 0,2$	
Суммарное поле зрения Total visual field	525 ± 15		525 ± 15		520 ± 15		525 ± 15		520 ± 15		515 ± 15	
Появление бликов Appearance of glare	да	нет	да	нет	да	нет	да	нет	да	нет	да	нет
	30 %	70 %	30 %	70 %	30 %	70 %	23 %	77 %	33 %	67 %	40 %	60 %
Снижение темновой адаптации Decreased dark adaptation	да	нет	да	нет	да	нет	да	нет	да	нет	да	нет
	70 %	30 %	70 %	30 %	73 %	27 %	70 %	30 %	80 %	20 %	83 %	17 %

У пациентов контрольной группы уже через 6 месяцев отмечалось сужение суммарных полей зрения, что мы связываем с возможным прогрессированием патологического процесса. У пациентов основной группы сужение суммарного поля зрения через 6 месяцев не наблюдалось, незначительное сужение поля зрения отмечалось через 1 год.

По данным анкетирования, в основной группе из 30 пациентов появление бликов до начала лечения предъявляли 9 человек (30 %), через 6 и 12 месяцев закапывания препарата «Квинакс» появление бликов наблюдали те же 9 человек (30 %), в контрольной группе за это же время появление бликов отмечали 7 человек (23 %) до начала лечения и 10 человек (33 %) через 6 месяцев, 12 человек (40 %) через 12 месяцев после лечения.

По данным анкетирования, в основной группе снижение темновой адаптации до начала лечения отмечал 21 человек (70 %), 9 человек (30 %) не свидетельствовали об ухудшении состояния. Через 6 месяцев наблюдения отрицательной динамики не было, через 12 месяцев 22 человека (74 %) отмечали снижение темновой адаптации. В контрольной группе снижение темновой адаптации до начала лечения отмечал 21 человек (70 %), 9 человек (30 %) не фиксировали ухудшение состояния. Через 6 месяцев наблюдения снижение темновой адаптации отмечали 24 пациента (80 %), 6 человек (20 %) изменений не наблюдали, через 12 месяцев снижение темновой адаптации имели 25 человек (83 %), у 5 человек (17 %) ухудшения темновой адаптации не наблюдалось.

Через 6 месяцев на 6 глазах в основной группе произошло усиление рефракции от 0,25 до 0,75 дптр, в среднем на $0,5 \pm 0,2$ дптр, ослабление рефракции было замечено на 3 глазах от 0,25 до 0,5 дптр, в среднем $0,4 \pm 0,1$ дптр, на 51 глазу рефракция не изменилась, аддидация увеличилась от 0 до 0,25 дптр и в среднем составила $0,15 \pm 0,1$ дптр. Через 12 месяцев в основной группе усиление рефракции в 6 глазах составляло от 0,25 до

1,0 дптр, в среднем $0,7 \pm 0,1$ дптр, ослабление рефракции было замечено на 6 глазах от 0,25 до 0,75 дптр, в среднем $0,6 \pm 0,2$ дптр, на 48 глазах рефракция не изменилась, аддидация увеличилась от 0 до 0,5 дптр и в среднем составила $0,34 \pm 0,2$ дптр.

В контрольной группе усиление рефракции через полгода отмечалось на 18 глазах от 0,5 до 1,25 дптр, ослабление рефракции от 0,5 до 1,5 дптр — на 12 глазах, на 30 глазах рефракция не изменилась, аддидация увеличилась от 0 до 0,5 дптр. Через 12 месяцев усиление рефракции на 18 глазах было от 0,75 до 1,25 дптр, ослабление на 21 глазу от 1,0 до 2,5 дптр, без изменений рефракция осталась на 21 глазу, изменение аддидации составляло от 0,5 до 1,0 дптр.

ОБСУЖДЕНИЕ

Многими авторами отмечено, что изменения при пресбиопии вызваны нарушением консистенции, веса, размера, цвета, формы хрусталика из-за особенностей роста и биохимических сдвигов.

Аккомодация включает в себя едва уловимые движения структур внутри глаза. Изменения формы хрусталика, отвечающие за аккомодацию, регулируются цилиарной мышцей через связки, называемые зонулами (зонулы Цинна спереди; зонулы стекловидного тела сзади) [3]. Парасимпатическая иннервация, берущая начало в ядре Эдингера — Вестфалия, осуществляется глазодвигательным нервом (черепной нерв 3) через цилиарный ганглий, регулирует цилиарную мышцу. Хотя с возрастом изменения происходят в каждом из этих компонентов аккомодации, возрастные изменения хрусталика наилучшим образом коррелируют с возрастным снижением амплитуды аккомодации [4–7].

Хрусталик растет в течение всей жизни, более старые волокна одноклеточного эпителия, расположенные на внутренней поверхности передней капсулы хрусталика, постепенно смещаются к центру, образуя плотное ядро [8].

Таблица 3. Результаты изменения рефракции у пациентов с пресбиопией через 6 и 12 месяцев после лечения

Table 3. Results of refractive changes in patients with presbyopia after 6 and 12 months of treatment

	Основная группа / Main group			Контрольная группа / Control group		
	Усиление Increased refraction	Ослабление Weakening refraction	Без изменений No change	Усиление Increased refraction	Ослабление Weakening refraction	Без изменений No change
Изменение характера рефракции через 6 месяцев Change in the nature of refraction after 6 months	10 %	5 %	85 %	30 %	20 %	50 %
Средняя величина изменения рефракции через 6 месяцев, дптр Average value of change in refraction after 6 months, D	$0,5 \pm 0,2$	$0,4 \pm 0,1$	0	$0,8 \pm 0,3$	$1,2 \pm 0,2$	0
Изменение аддидации через 6 месяцев, дптр Change in addition after 6 months, D	$0,15 \pm 0,1$			$0,5 \pm 0,1$		
Изменение характера рефракции через 12 месяцев Change in the nature of refraction after 12 months	10 %	10 %	80 %	30 %	35 %	35 %
Средняя величина изменения рефракции через 12 месяцев, дптр Average value of change in refraction after 12 months, D	$0,7 \pm 0,1$	$0,6 \pm 0,2$	0	$1,0 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,4$	0
Изменение аддидации через 12 месяцев, дптр Change in addition after 12 months, D	$0,34 \pm 0,2$			$0,8 \pm 0,3$		

Аккомодация достигается за счет разницы зонального натяжения капсулы. В несогласованном состоянии (цилиарная мышца расслаблена) тугие волокна цинновой связки увеличивают натяжение капсулы хрусталика, в результате этого волокна прилегают друг к другу вплотную к переднему и заднему швам. Это приводит к уменьшению толщины хрусталика и увеличению экваториального диаметра. В состоянии аккомодации (сокращение цилиарной мышцы) расслабленные волокна цинновой связки уменьшают натяжение капсулы, вызывая увеличение толщины хрусталика и уменьшение экваториального диаметра. Концы волокон в приспособленном состоянии соприкасаются друг с другом в области шва, а не прилегают конец к концу [9].

В течение жизни форма и эластичность хрусталика меняются из-за непрерывного образования вторичных волокон хрусталика, и механизм волоконной пружины становится менее эффективным. Во-первых, хотя соотношение толщины передней и задней частей хрусталика постоянно, отношение толщины в сагиттальной плоскости к экваториальному диаметру увеличивается с возрастом. В идеале передняя поверхность становится более плоской, а радиус кривизны увеличивается, но радиус кривизны задней поверхности с возрастом существенно не увеличивается и не уменьшается. Эти изменения формы и размера хрусталика коррелируют с возрастным снижением способности к аккомодации. По мере роста хрусталика он становится менее эластичным, особенно его ядро. Чем больше увеличивается хрусталик и чем менее эластичным он становится, тем больше теряется амплитуда аккомодации в возрасте до 55 лет [10].

В хрусталике человека наблюдается значительное возрастное увеличение количества дисульфидов белков. В хрусталике человека уровень глутатиона снижается с возрастом как в коре, так и в ядре хрусталика. С возрастом происходит образование смешанных дисульфидов между сульфгидрильными группами белков и сульфгидрильными группами глутатиона, а также между сульфгидрильными группами белков и цистеином [11, 12].

Изменение аккомодационной способности объясняется также и дегенеративными изменениями цинновой связки и уменьшением сократительной способности цилиарной мышцы. Признаки дистрофического инволюционного процесса в цилиарной мышце появляются уже в возрасте 35–40 лет, то есть тогда, когда прекращается образование мышечных волокон, происходит замещение их соединительной тканью и жировая дегенерация [13].

Недостаточность цилиарной мышцы усугубляется тем, что вследствие уменьшения эластичности слоев хрусталика мышце приходится напрягаться сильнее, что приводит к еще большему нарушению аккомодационной способности.

Следовательно, основной причиной уменьшения объема аккомодации является процесс уплотнения вещества хрусталика и утраты им эластичности.

Именно таким представляется механизм развития пресбиопии, проявление которой наблюдается тогда, когда удаление ближайшей точки ясного видения от глаза значительно, и эта точка приближается к среднему рабочему расстоянию до необходимого зрительного объекта.

При гиперметропии пресбиопия наступает раньше, чем у пациентов с миопической рефракцией. Э.С. Аветисов отмечал, что все, вызывающее хотя бы кратковременное удаление ближайшей точки ясного видения от глаз и ухудшающее возможность различать объекты зрительной работы, способствует большей выраженности симптомов пресбиопии и проявляется ранее [14]. Пресбиопия появляется раньше у людей, у которых бытовая или профессиональная деятельность связана с рассматриванием мелких объектов¹. Основные зрительные симптомы пресбиопии включают в себя трудности с чтением вблизи, с чтением вблизи при слабом освещении, с фокусировкой на близких расстояниях и с чтением вблизи при ярком свете, кроме того, пациенты предъявляют жалобы на сухость глаз и головные боли. Из-за этих симптомов затруднено чтение вблизи (как печатного текста, так и рукописного), и ухудшается видимость предметов вблизи. В результате пациенты с пресбиопией сообщают о ряде других трудностей в повседневной жизни (в том числе при использовании смартфона или компьютера), а также о влиянии пресбиопии на эмоциональные, рабочие, финансовые и социальные аспекты их жизни [15]. У инвалидов по зрению пресбиопия усугубляет имеющиеся проблемы со зрением и снижает эффективность реабилитационных мероприятий.

Из приведенных данных следует, что лечение с помощью капель «Квинакс» дает положительные результаты как в функциональном, так и в субъективном отношении. В течение 12 месяцев у пациентов основной группы не было отмечено снижения остроты зрения вблизи, у 70 % основной группы отсутствовали блики, у 80 % не наблюдалось изменения рефракции, а изменение аддидации в течение 1 года составило $0,34 \pm 0,2$ дптр. В контрольной группе изменение аддидации составило $0,8 \pm 0,3$ дптр, что является значимым в реабилитации инвалидов по зрению и связано с подбором новых очков для работы вблизи.

Выводы

Результаты, полученные в ходе проведенного исследования, дают основание для рекомендации препарата «Квинакс» всем пациентам с пресбиопией. Лекарственный препарат «Квинакс», вводимый методом инстилляций, отличается достаточной комфортностью для пациента, простотой выполнения процедуры, не требующей

¹ Корнюшина Т.А. Физиологические механизмы развития зрительного утомления и перенапряжения и меры их профилактики: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1999. 46 с.

специальных условий для проведения, а также экономичностью, быстрым и стойким положительным эффектом. Препарат целесообразно применять в широкой практике, как в стационарных, так и амбулаторных, а также домашних условиях пациентам с пресбиопией.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Разумовская А.М. — разработка и дизайн исследования, написание текста, клиническая часть, окончательное утверждение рукописи;
Коровянский Ю.А. — сбор и обработка материала, получение и анализ данных;
Кидралева С.Р. — написание текста (раздел фармакокинетики); редактирование текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Grzybowski A, Ruamviboonsuk V. Pharmacological Treatment in Presbyopia. *J Clin Med*. 2022 Mar 3;11(5):1385. doi: 10.3390/jcm11051385.
- Инструкция к лекарственному препарату Квинакс ЛП-008536. Instructions for the medicinal product Quinax LP-008536 (In Russ.).
- Fisher RF. The significance of the shape of the lens and capsular energy changes in accommodation. *J Physiol*. 1969 Mar;201(1):21–47. doi: 10.1113/jphysiol.1969.sp008740.
- Glasser A, Campbell MC. Biometric, optical and physical changes in the isolated human crystalline lens with age in relation to presbyopia. *Vision Res*. 1999 Jun;39(11):1991–2015. doi: 10.1016/s0042-6989(98)00283-1.
- Strenk SA, Semmlow JL, Strenk LM, Munoz P, Gronlund-Jacob J, DeMarco JK. Age-related changes in human ciliary muscle and lens: a magnetic resonance imaging study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1999 May;40(6):1162–1169.
- Judge SJ, Burd HJ. Modelling the mechanics of accommodation and presbyopia. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2002 Sep;22(5):397–400. doi: 10.1046/j.1475-1313.2002.00065.x.
- Fisher RF. The elastic constants of the human lens. *J Physiol*. 1971 Jan;212(1):147–180. doi: 10.1113/jphysiol.1971.sp009315.
- Heys KR, Cram SL, Truscott RJ. Massive increase in the stiffness of the human lens nucleus with age: the basis for presbyopia? *Mol Vis*. 2004 Dec 16;10:956–963.
- Kuszek JR, Zoltoski RK. The mechanism of accommodation at the lens fiber level. In Ioselaini OR ed. *Focus on Eye Research*. New York, NY: Nova Science Publishers, Inc.; 2005:117–133.
- Garner WH, Garner MH. Protein Disulfide Levels and Lens Elasticity Modulation: Applications for Presbyopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016 May 1;57(6):2851–2863. doi: 10.1167/iops.15-18413.
- Lou MF, Dickerson JE. Protein-thiol mixed disulfides in human lens. *Exp Eye Res*. 1992;55:889–896.
- Bova LM, Sweeney MH, Jamie JF, Truscott RJ. Major changes in human ocular UV protection with age. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2001 Jan;42(1):200–205.
- Zuo H, Cheng H, Lin M, Gao X, Xiang Y, Zhang T, Gao N, Du M, Chen Y, Zheng S, Huang R, Wan W, Hu K. The effect of aging on the ciliary muscle and its potential relationship with presbyopia: a literature review. *PeerJ*. 2024 Dec 24;12:e18437. doi: 10.7717/peerj.18437.
- Аветисов СЭ, Шитикова АВ, Аветисов КС. Анатомо-морфологические и биомеханические аспекты аккомодации. *Вестник офтальмологии*. 2022;138(4):117–125.
Avetisov SE, Shitikova AV, Avetisov KS. Anatomical, morphological and biomechanical aspects of accommodation. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2022;138(4):117–125 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202213804117.
- Bentley S, Findley A, Chiva-Razavi S, Naujoks C, Patalano F, Johnson C, Arbuckle R, Wolffsohn JS. Understanding the visual function symptoms and associated functional impacts of phakic presbyopia. *J Patient Rep Outcomes*. 2021 Nov 3;5(1):114. doi: 10.1186/s41687-021-00383-1.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Коровянский Юрий Алексеевич
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог

Разумовская Анна Михайловна
доктор медицинских наук, профессор курса «Офтальмология»

Кидралева Светлана Римовна
кандидат медицинских наук, медицинский советник

ABOUT THE AUTHORS

Korovyansky Yuri A.
PhD, ophthalmologist

Razumovskaya Anna M.
MD, Professor of the course “Ophthalmology”

Kidraleeva Svetlana R.
PhD, medical adviser