



DOI: 10.18413/2658-6533-2022-8-2-0-10

УДК 616.001.084.053.9:612.67:612.7:055.2

# Особенности постуральных нарушений и связей с системой комплемента крови при синдроме падений у пожилых

Т.С. Гурко<sup>1</sup> , Н.М. Агарков<sup>2</sup> , И.В. Лев<sup>1</sup> , Е.Н. Коровин<sup>3</sup> , Х.Ф. Леон<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр «Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова»,

Бескудниковский бульвар, д. 59а, г. Москва, 127486, Российская Федерация,

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет», ул. 50 лет Октября, д. 94, г. Курск, 305040, Российская Федерация

<sup>3</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», ул. 20-летия Октября, д. 84, г. Воронеж, 394006, Российская Федерация

*Автор для переписки: Н.М. Агарков (vitalaxen@mail.ru)*

## Резюме

**Актуальность:** Естественное, как и преждевременное старение, сопровождается постуральными нарушениями, которые усугубляются у пациентов с офтальмологической патологией и приводят к возникновению синдрома падений, но остаются недостаточно изученным и у пациентов с закрытоугольной глаукомой и с изменением системы комплемента крови. **Цель исследования:** Изучение постуральных нарушений и связей с системой комплемента крови при синдроме падений у пожилых с закрытоугольной глаукомой. **Материалы и методы:** Исследование проводилось среди 62 пациентов пожилого возраста с синдромом падений и закрытоугольной глаукомой (основная группа) и у 49 пациентов 60-74 лет с отсутствием падений и закрытоугольной глаукомы и других болезней глаза. Постуральные нарушения изучались с применением теста Sensori Organization Test на компьютерном стабилOMETрическом комплексе в 6 функциональных пробах (COND 1-6) и с оценкой соматосенсорной системы, зрительного анализатора и использования зрительной информации в обеспечении постурального баланса. Компоненты системы комплемента крови исследованы иммуноферментным анализом. Изучение корреляционных связей проведено корреляционным методом по программе «Statistica 10.0». **Результаты:** Негативные изменения постурального баланса у пожилых с синдромом падений и закрытоугольной глаукомой выявлены во всех 6 функциональных пробах, но наиболее выраженное ухудшение отмечено в функциональных пробах COND 2, COND 4 и COND 6. Показано снижение участия зрительного анализатора, соматосенсорной системы и предпочтения использования зрительной информации в контроле постурального баланса. Постуральные нарушения у пациентов с синдромом падений и закрытоугольной глаукомой в большей степени ассоциированы с C3, C3a и C5a компонентами системы комплемента крови и особенно в функциональных пробах COND 4, COND 6. **Заключение:** Закрытоугольная глаукома приводит к ухудшению постурального баланса с проявлением синдрома падений, который ассоциируется с системой комплемента крови.

**Ключевые слова:** постуральные нарушения; закрытоугольная глаукома; синдром падений; пожилые; система комплемента крови

**Для цитирования:** Гурко ТС, Агарков НМ, Лев ИВ, и др. Особенности постуральных нарушений и связей с системой комплемента крови при синдроме падений у пожилых. Научные результаты биомедицинских исследований. 2022;8(2): 259-267. DOI:10.18413/2658-6533-2022-8-2-0-10

## Peculiarities of postural disorders and connections with the blood compliment system in the case of falls syndrome in the elderly

Tatyana S. Gurko<sup>1</sup> , Nikolay M. Agarkov<sup>2</sup> , Inna V. Lev<sup>1</sup> ,  
Evgeniy N. Korovin<sup>3</sup> , German F. Leon<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Fyodorov Eye Microsurgery State Institution,  
59a Beskudnikovsky Blvd., Moscow, 127486, Russia,

<sup>2</sup> Southwest State University,  
94 50 let Oktyabrya St., Kursk, 305040, Russia

<sup>3</sup> Voronezh State Technical University,  
84 20-letiya Oktyabrya St., Voronezh, 394006, Russia

*Corresponding author: Nikolay M. Agarkov (vitalaxen@mail.ru)*

### Abstract

**Background:** Natural and premature aging is accompanied by postural disorders, which are aggravated in patients with ophthalmic pathology and lead to the occurrence of the falls syndrome, but remain insufficiently studied in patients with angle-closure glaucoma with a change in the blood compliment system. **The aim of the study:** To study postural disorders and connections with the blood compliment system with angle-closure glaucoma. **Materials and methods:** The study was conducted in 62 elderly patients with falls syndrome and angle-closure glaucoma (main group) and 49 60-74-year-old patients with no falls and angle-closure glaucoma and other eye diseases. Postural disorders were studied using the Sensori Organization Test on a computer stabilometric complex in 6 functional tests (COND 1-6) and with an assessment of the somatosensory system, visual analyzer and the use of visual information in ensuring postural balance. The components of the blood compliment system were examined by enzyme immunoassay. The study of correlations was checked by the correlation method using the program "Statistica 10.0". **Results:** Negative changes in postural balance in the elderly with falls syndrome and angle-closure glaucoma were detected in all 6 functional tests, but the most pronounced deterioration was noted in functional tests COND 2, COND 4 and COND 6. There was a decrease in the participation of the visual analyzer, somatosensory system and preference for using visual information in control of postural balance. Postural disturbances in patients with falls syndrome and angle-closure glaucoma are more associated with C3 C3a and C5a components of the blood compliment system and especially in functional tests COND 4, COND 6. **Conclusion:** Angle-closure glaucoma leads to impaired postural balance with fall syndrome associated with the blood compliment system.

**Keywords:** postural disorders; angle-closure glaucoma; fall syndrome; elderly; blood compliment system

**For citation:** Gurko TS, Agarkov NM, Lev IV, et al. Peculiarities of postural disorders and connections with the blood complement system in the case of falls syndrome in the elderly. *Research Results in Biomedicine*. 2022;8(2): 259-267. Russian. DOI:10.18413/2658-6533-2022-8-2-0-10

**Введение.** Постуральные нарушения у пожилых играют важную роль в возникновении гериатрического синдрома падений и во многом определяют его распространенность [1, 2, 3]. Наличие зрительного дефицита в пожилом возрасте вследствие различной офтальмологической патологии и практически полная потеря зрения при закрытоугольной глаукоме ухудшают постуральный баланс таких пациентов, патологические изменения которого обусловлены снижением функционирования сенсорных систем в том числе зрительной системы и деятельности опорно-двигательного аппарата, приводящего к нарушению постурального контроля у людей старших возрастных категорий и формированию постуральной нестабильности, крайним проявлением которой является синдром падений [4, 5].

Однако в гериатрической практике постуральные нарушения и связанный с этим синдром падений у пациентов 60-74 лет, страдающих закрытоугольной глаукомой, практически не изучены. Сообщается в немногочисленных публикациях об ухудшении параметров постурального баланса при снижении остроты зрения без дифференциации офтальмологических заболеваний [6-10]. При этом при оценке постуральных нарушений у пациентов со зрительным дефицитом рассматривается состояние мышечного аппарата [11], но неизученным остаются корреляционные связи с системой комплемента крови. В связи со сказанным выше актуальным является анализ количественных показателей постурального баланса и изменений системы комплемента крови при синдроме падений у пожилых пациентов с закрытоугольной глаукомой.

**Цель исследования.** Изучение постуральных нарушений и связей с системой комплемента крови при синдроме падений у пожилых с закрытоугольной глаукомой.

**Материалы и методы исследования.** Настоящее исследование включало 62 пациента пожилого возраста с синдромом

падений и закрытоугольной глаукомой, составивших основную группу, с верифицированным диагнозом на основе комплексного офтальмологического обследования в Тамбовском филиале МНТК «Микрохирургия глаза имени академика С.Н. Фёдорова». Диагноз закрытоугольной глаукомы устанавливался в соответствии с «Национальным руководством по глаукоме» [12]. Контрольная группа представлена 49 пациентами в возрасте 60-74 лет с отсутствием падений и закрытоугольной глаукомы и другой офтальмологической патологии.

Статический постуральный баланс пациентов определялся на компьютерном стабилметрическом комплексе «Smart Equitest Balance Manager» (USA). При оценке постуральных нарушений у пациентов сравниваемых групп в идентичных условиях применялись 6 функциональных проб (Conditions) теста Sensori Organization Test (SOT). Первая функциональная проба (COND 1) предусматривала оценку статического постурального баланса в спокойном стоянии с открытыми глазами, а COND 2 – при спокойном стоянии с закрытыми глазами, COND 3 – стояние с открытыми глазами при воздействии пространства, COND 4 – стояние с открытыми глазами при воздействии поверхности опоры, COND 5 – во время стояния с закрытыми глазами при воздействии опорной поверхности и COND 6 – при стоянии с открытыми глазами и дестабилизирующем воздействии пространства и опорной поверхности. Постуральная статическая стабильность в названных пробах оценивалась от 0 до 100 баллов. Кроме того, определялось участие соматосенсорной системы (RAT-SOM), равное отношению средней величины трёх COND 2 к средней величине трёх COND 1; участие зрительного анализатора (RAT-VIS) – отношение трёх проб COND 4 к трём пробам COND 1; предпочтение использования зрительной информации в постуральном контроле (RAT-PREF) – отношение суммы

средних COND 3 и COND 6 к сумме COND 2 и COND 5, умноженное во всех случаях на 100%. Величина постурального баланса, равная 100 баллам или 100% расценивалась как идеальное равновесие и устойчивость.

Среди компонентов системы компонента изучались С3, С3а, С4, С5, С5а в сы-воротке крови натошак посредством иммуноферментного анализа, а затем посредством корреляционного метода и программы «Statistica 10.0» оценивались связи перечисленных компонентов системы компонента с показателями функциональных проб COND 1-6 и сенсорными системами. При построении корреляционных моделей использовались только статистически значимые величины коэффициентов корреляции при  $P < 0,05$ .

При выполнении исследования соблюдались этические нормы и принципы, провозглашённые Хельсинской декларацией.

**Результаты и их обсуждение.** Изучение статического постурального баланса пациентов пожилого возраста, страдающих закрытоугольной глаукомой, с применением различных функциональных проб (COND 1-6) теста SOT выявило по сравнению с пациентами аналогичной возрастной группы, не имеющей закрытоугольной глаукомы и другой офтальмологической патологии статистически значимые различия во всех случаях (таблица 1). В наибольшей степени статические постуральные нарушения среди обследованных пациентов с закрытоугольной глаукомой наблюдались при выполнении функциональных проб теста SOT в COND 6 (стояние с открытыми глазами при полном дестабилизирующем пространственном воздействии и опорной поверхности) и COND 4 – дестабилизирующее воздействие опорной поверхности при стоянии с открытыми глазами.

Таблица 1

**Статический постуральный баланс пожилых пациентов с синдромом падений и закрытоугольной глаукомой по данным теста Sensory Organization Test (SOT) ( $M \pm m, \%$ )**

Table 1

**Statistical postural balance of elderly patients with angle-closure glaucoma according to Sensory Organization Test (SOT) ( $M \pm m, \%$ )**

Показатели SOT	Пациенты пожилого возраста с глаукомой	Пациенты пожилого возраста без глаукомы	P
COND 1	82.8±2.1	93.8±1.9	<0.01
COND 2	61.6±1.8	87.5±2.4	<0.001
COND 3	74.3±2.1	85.3±2.5	<0.001
COND 4	52.5±1.7	79.6±2.3	<0.001
COND 5	56.2±1.5	64.7±1.8	<0.001
COND 6	50.8±1.2	61.4±1.4	<0.001
RAT-SOM	74.5±1.8	93.3±2.6	<0.001
RAT-VIS	63.4±1.4	84.9±2.3	<0.001
RAT-PREF	106.5±2.3	96.5±1.8	<0.01

Однако у пациентов 60-74 лет в выше-названных функциональных пробах теста SOT постуральные нарушения статистическом значимо менее выражены. Особо выраженные различия отмечались при выполнении функциональной пробы COND 4. Существенно со статистически значимым различием среди сравниваемых групп отмечались статические постуральные нарушения при проведении функциональных проб

COND 2 и COND 5 ( $p < 0,001$ ). Несмотря на статистически значимую разницу степени постурального баланса в основной и контрольной группах в других функциональных пробах (COND 1, COND 3), постуральные нарушения в среднем различались менее значительно, чем ранее рассмотренные.

Определение степени участия сенсорных систем в поддержании статического



баланса у пациентов 60–74 лет с закрытоугольной глаукомой и без этого офтальмологического заболевания также выявило статистически значимые различия. Особенно существенно у пациентов 60–74 лет основной группы снижена степень участия зрительного анализатора в контроле постурального баланса. По сравнению с группой возрастного контроля наблюдалось также у пациентов с закрытоугольной глаукомой снижение участия соматосенсорной информации в статическом постуральном контроле. Особый интерес среди пациентов с рассматриваемой патологией представляет естественно оценка степени предпочтения зрительной информации в поддержании постурального баланса (RAT – PREF). Его средняя величина статистически значимо выше, чем при отсутствии у пациентов зрительного дефицита.

Анализ корреляционных связей между изменением содержания в сыворотке крови компонентов системы комплемента и нарушениями постурального баланса пациентов 60–74 лет в исследованных функциональных пробах в основной и контрольной группах выявил различные соотношения и степень сопряжённости (рисунок 1). Так, среди пациентов пожилого возраста с закрытоугольной глаукомой с результатами выполнения функциональных проб COND 1–6 и содержанием в сыворотке крови компонентов системы комплемента установлено 10 корреляционных связей против 3 связей у пациентов такого же возраста, не имеющих закрытоугольную глаукому, что указывает на повышение ассоциации рассматриваемых показателей вследствие развития обсуждаемой офтальмологической патологии.

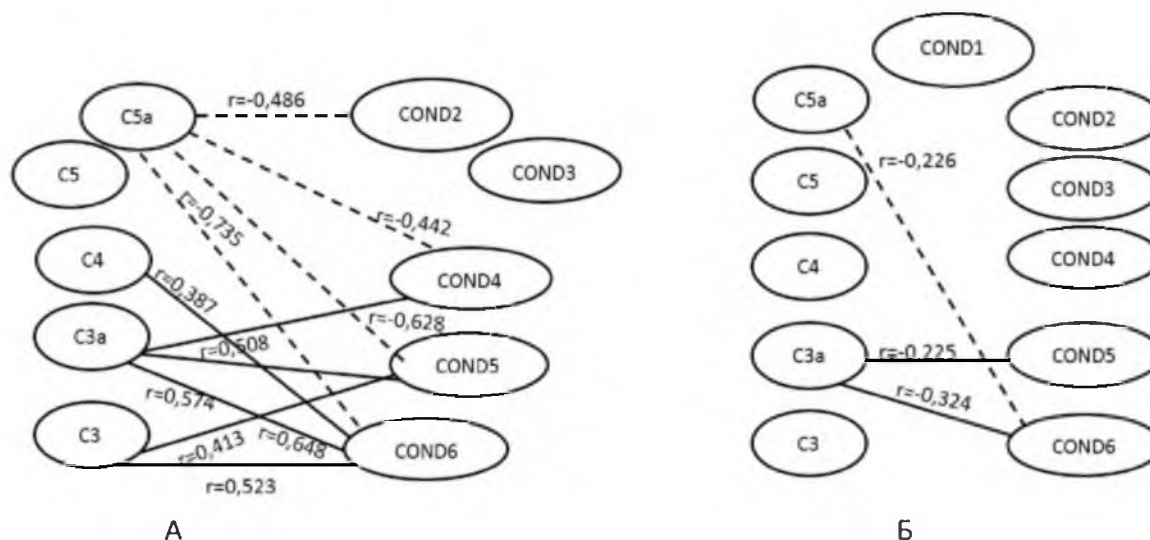


Рис. 1. Корреляционные статически значимые связи между постуральным балансом в функциональных пробах COND 1-6 и содержанием компонентов системы комплемента крови у пациентов основной (А) и контрольной (Б) групп.

Fig. 1. Correlation of statically significant relationships between the postural balance in functional tests COND 1-6 and the content of components of the blood complement system in patients of the main (A) and control (B) groups.

При названном заболевании у пациентов максимальная сопряжённость, характеризующаяся достоверной обратной связью, выявлена для изменения уровня компоненты C5a системы комплемента, представленная 4 корреляционными связями, одна из которых соответствует сильной обратной связи с

функциональной пробой COND 6, когда  $r=-0,735$ . Три другие обратные связи ( $p<0,001$ ) соответствуют умеренной корреляции и выявлены для COND 2 ( $r=0,486$ ), COND 4 ( $r=-0,442$ ) и COND 5 ( $r=-0,628$ ).

Высокая сопряжённость присуща также C3a-компоненте системы комплемента

с COND 6 ( $r=0,648$ ), COND 5 ( $r=0,574$ ) и COND 4 ( $r=0,581$ ), но имеющие в отличие от ранее рассмотренной C5a-компоненты, прямые умеренные связи ( $p<0,001$ ). C3-компонента системы комплемента у больных с закрытоугольной глаукомой связана с COND 6 ( $r=0,523$ ) и COND 5 ( $r=0,413$ ). C4-компонента имеет одну корреляцию с выполнением функциональной пробы COND 6.

Среди пациентов контрольной группы наибольшая интеграция свойственна C3-компоненте системы комплемента, причём корреляционная связь с COND 6 является умеренной ( $r=0,324$ ). Слабая прямая связь этой компоненты установлена с функциональной пробой COND 5 ( $r=0,285$ ). Обратная слабая корреляционная связь выявлена в контрольной группе между C5a-компонентой и COND 6.

Изучение сопряжённости сенсорных систем и анализаторов с компонентами системы комплемента у пациентов 60-74 лет с

закрытоугольной глаукомой и без неё выявило различную степень ассоциаций (рисунок 2). Наибольшая сопряжённость между анализируемыми параметрами установлена для основной группы, в которой зарегистрировано 6 статистически значимых связей. По две корреляционные связи имеют с C5a-компонента и C3a-компонента системы комплемента с RAT-PREF и со зрительным анализатором. Имеют обратную зависимость с RAT-VTS ( $r=-0,786$ ) и с участием зрительной информации ( $r=-0,683$ ) в поддержании статического постурального баланса. Напротив, C3a-компонента системы комплемента находится в прямой сильной связи со зрительным анализатором ( $r=0,854$ ) и умеренной связи со значением зрительной информации ( $r=0,547$ ). Со зрительным анализатором (RAT-VIS) коррелируют также C4-компонента и C3-компонента системы комплемента. Во всех случаях связи статистически значимы.

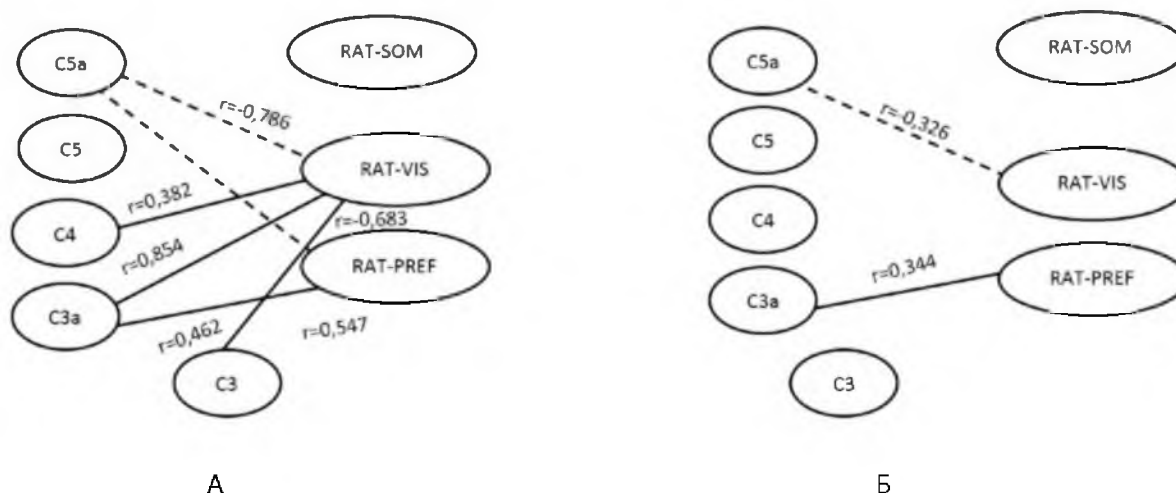


Рис. 2. Корреляционные статистически значимые связи между постуральным балансом, связанным с участием сенсорных систем, и содержанием компонентов системы комплемента крови у пациентов основной (А) и контрольной (Б) групп.

Примечание: RAT-SOM – соматосенсорная система, RAT-VIS – зрительный анализатор, RAT-PREF – зрительная информация.

Fig. 2. Correlation statistically significant relationships between the postural balances associated with the participation of sensory systems and the content of components of the blood complement system in patients of the main (A) and control (B) groups.

Note: RAT-SOM – somatosensory system, RAT-VIS – visual analyzer, RAT-PREF – visual information.

В контрольной группе пациентов обнаружено всего 2 статистически значимые корреляции – между C5a-компонентой со зрительным анализатором ( $r=-0,326$ ) и с

участием зрительной информации в поддержании постурального статического баланса с C3a-компонентой системы комплемента крови ( $r=0,344$ ).

Интегративные связи между сенсорной системой, зрительным анализатором и вестибулярным аппаратом, по данным ранее выполненных исследований [11, 13] обеспечивают адекватный контроль постурального баланса у человека, в том числе в старших возрастных группах. Нами показано, что у пожилых пациентов с закрытоугольной глаукомой имеются нарушения статического постурального баланса по всем изученным показателям компьютерного стабилметрического обследования. При этом наиболее выраженное ухудшение постурального контроля выявлено в функциональной пробе COND4 и COND 2. Возникновение синдрома падений и постуральных нарушений в пожилом возрасте существенно возрастает при сниженной остроте зрения [11]. Авторы полагают, что наличие зрительного дефицита является невосполнимым и ведет обязательно к снижению эффективности постурального баланса, стабильности вертикальной позы и возникновению синдрома падений.

Среди трех сенсорных систем значение зрительной системы считается определяющим в снижении постуральной устойчивости [6, 7]. Патология зрительной системы повышает вероятность возникновения постуральных нарушений на 50% или выше [6], а снижение зрения увеличивает постуральную неустойчивость и частоту синдрома падений. Как известно, у людей поле зрения делится на центральное и периферическое, обнаруживающие объекты соответственно в направлении взгляда и наличие окружающих объектов в латеральных областях. У молодых мужчин и женщин установлено ухудшение таких показателей постурального баланса – длина шага и скорость при выполнении теста функциональной досягаемости с открытыми и закрытыми глазами [6]. Кроме того, известно, что у пациентов старческого возраста с нарушением зрения имелась не только низкая скорость ходьбы, но и более короткое время стояния на одной ноге, чем у лиц без нарушения зрения [7]. Так, указанные показатели постуральных нарушений составили соответственно у пациентов с нарушением и без

нарушения зрения  $1,5 \pm 0,4$  м/с против  $1,7 \pm 0,4$  м/с ( $p < 0,01$ ) и  $17,6 \pm 19,6$  против  $27,6 \pm 21,3$  ( $p < 0,01$ ). Однако о корреляционных связях постурального баланса у пожилых пациентов с закрытоугольной глаукомой с системой комплемента крови в научных публикациях не сообщается, но, как показано нами, такие ассоциации более выражены и имеются в большем количестве у пациентов с закрытоугольной глаукомой, чем при ее отсутствии, что свидетельствует о патологической связи компонентов системы комплемента крови с формированием постуральной неустойчивости при данной офтальмопатологии с синдромом падений.

**Заключение.** Нарушения постурального баланса, выступающие причиной синдрома падений у пациентов пожилого возраста с закрытоугольной глаукомой, в наибольшей степени выражены в функциональных пробах COND 6, COND 4 и COND 2 Sensory Organization Test. Ухудшение постурального контроля в основной группе установлено также по участию зрительного анализатора и предпочтению использования зрительной информации в постуральном контроле. Показана тесная сопряженность содержания компонентов системы комплемента крови – C3a и C5a с ухудшением постурального баланса в функциональных пробах COND 4, COND 5, COND 6, зрительной системой и значением зрительной информации в его обеспечении, что следует учитывать в гериатрической практике.

### **Информация о финансировании**

*Финансирование данной работы не проводилось.*

### **Financial support**

*No financial support has been provided for this work.*

### **Конфликт интересов**

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

### **Conflict of interests**

*The authors have no conflict of interest to declare.*

### Список литературы

1. Мороз ТП, Дёмин АВ. Особенности проявления синдрома падения у женщин пожилого возраста при стабилметрическом исследовании. Вестник Северного (Арктического) федерального университета. 2016;2:25-30. DOI: <https://doi.org/10.17238/issn2308-3174.2016.2.25>
2. Овчинников ЮД, Стародубец АИ. Изучение биомеханики движения у лиц пожилого возраста. Адаптивная физическая культура. 2017;71(3):23-24.
3. Hill KD, Suttanon P, Lin SI, et al. What works in falls prevention in Asia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. BMC Geriatrics. 2018;18(1):3. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12877-017-0683-1>
4. Лаптева ЕС, Цуцунава МР, Подопригра ГМ, и др. Перспективы профилактики падений в пожилом и старческом возрасте. Успехи геронтологии. 2019;32(3):469-476.
5. Bhangu J, King-Kallimanis BL, Donoghue OA, et al. Falls, non-accidental falls and syncope in community-dwelling adults aged 50 years and older: Implications for cardiovascular assessment. PLoS ONE. 2017;12(7):e0180997. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180997>
6. Kim SH. Risk factors for severe injury following indoor and outdoor falls in geriatric patients. Archives of Gerontology and Geriatrics. 2016;62:75-82. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.archger.2015.10.003>
7. Miyata K, Igarashi N, Honjo M, et al. Aqueous autotaxin and TGF- $\beta$ s are promising diagnostic biomarkers for distinguishing open-angle glaucoma subtypes. Scientific Reports. 2021;11(1):1408. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81048-3>
8. Zhang Z, Wang H, Li M, et al. Physiological function of myocilin and its role in the pathogenesis of glaucoma in the trabecular meshwork (Review). International Journal of Molecular Medicine. 2019;43(2):671-681. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81048-3>
9. Sozzi S, Nardone A, Schieppati M. Vision Does Not Necessarily Stabilize the Head in Space During Continuous Postural Perturbations. Frontiers in Neurology. 2019;10:748. DOI: <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00748>
10. Michnik R, Jurkojc J, Wodarski P, et al. The influence of frequency of visual disorders on stabilographic parameters. Acta of Bioengineering and Biomechanics. 2016;18(1):25-33. DOI: <https://doi.org/10.5277/ABB-00201-2014-04>
11. Мельников АА, Николаев РЮ, Викулов АД. Роль зрительной информации в сохранении устойчивости позы после максимальной нагрузки на мышцы верхних и нижних конечностей. Физиология человека. 2016;42(4):43-50. DOI: <https://doi.org/10.7868/S0131164616030115>
12. Егоров ЕА, Еричев ВП. Глаукома: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2013.
13. Гудков АБ, Дёмин АВ, Грибанов АВ, и др. Возрастные особенности компонентов пострурального контроля у женщин 55-64 лет. Экология человека. 2016;23(11):35-41. DOI: <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2016-11-35-41>

### References

1. Moroz TP, Demin AV. Features of the manifestation of the fall syndrome in elderly women during a stabilometric study. Vestnik of Northern (Arctic) Federal University. 2016;2:25-30. Russian. DOI: <https://doi.org/10.17238/issn2308-3174.2016.2.25>
2. Ovchinnikov YuD, Starodubets AI. The study of biomechanics of movement in elderly people. Adaptivnaya fizicheskaya kul'tura. 2017;71(3):23-24. Russian
3. Hill KD, Suttanon P, Lin SI, et al. What works in falls prevention in Asia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. BMC Geriatrics. 2018;18(1):3. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12877-017-0683-1>
4. Lapteva EC, Tsutsunava MR, Podoprigrora GM, et al. Falls in the elderly and senior age prevention perspectives. Advances in Gerontology. 2019;32(3):469-476. Russian
5. Bhangu J, King-Kallimanis BL, Donoghue OA, et al. Falls, non-accidental falls and syncope in community-dwelling adults aged 50 years and older: Implications for cardiovascular assessment. PLoS ONE. 2017;12(7):e0180997. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180997>
6. Kim SH. Risk factors for severe injury following indoor and outdoor falls in geriatric patients. Archives of Gerontology and Geriatrics. 2016;62:75-82. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.archger.2015.10.003>
7. Miyata K, Igarashi N, Honjo M, et al. Aqueous autotaxin and TGF- $\beta$ s are promising diagnostic biomarkers for distinguishing open-angle glaucoma subtypes. Scientific Reports. 2021;11(1):1408. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81048-3>



8. Zhang Z, Wang H, Li M, et al. Physiological function of myocilin and its role in the pathogenesis of glaucoma in the trabecular meshwork (Review). *International Journal of Molecular Medicine*. 2019;43(2):671-681. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81048-3>

9. Sozzi S, Nardone A, Schieppati M. Vision Does Not Necessarily Stabilize the Head in Space During Continuous Postural Perturbations. *Frontiers in Neurology*. 2019;10:748. DOI: <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00748>

10. Michnik R, Jurkojc J, Wodarski P, et al. The influence of frequency of visual disorders on stabilographic parameters. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*. 2016;18(1):25-33. DOI: <https://doi.org/10.5277/ABB-00201-2014-04>

11. Melnikov AA, Nikolaev RY, Vikulov AD. The Role of Visual Information in Maintaining the Postural Stability after the Maximum Exercises on the Upper and Lower Extremities Muscles. *Human Physiology*. 2016;42(4):43-50. Russian. DOI: <https://doi.org/10.7868/S0131164616030115>

12. Egorov EA, Elichev VP. *Glaucoma: national guide*. M.: GEOTAR-Media; 2013. Russian.

13. Gudkov AB, Dyomin AV, Griбанov AV, et al. Age characteristics of postural control components in women 55-64 years old. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2016;23(11):35-41. Russian. DOI: <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2016-11-35>

Статья поступила в редакцию 23 сентября 2021 г.

Поступила после доработки 25 января 2022 г.

Принята к печати 8 февраля 2022 г.

Received 23 September 2021

Revised 25 January 2022

Accepted 8 February 2022

#### Информация об авторах

**Татьяна Станиславовна Гурко**, врач-офтальмолог высшей категории, Тамбовский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова», г. Тамбов, Российская Федерация, E-mail: [mntk@mntk-tambov.ru](mailto:mntk@mntk-tambov.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0202-7795>.

**Николай Михайлович Агарков**, доктор медицинских наук, профессор кафедры биомедицинской инженерии, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск,

Российская Федерация, E-mail: [vitalaxen@mail.ru](mailto:vitalaxen@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4821-3692>.

**Инна Валерьевна Лев**, кандидат медицинских наук, заведующий первым хирургическим отделением, Тамбовский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова», г. Тамбов, Российская Федерация, E-mail: [michina.inna@mail.ru](mailto:michina.inna@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3436-4059>.

**Евгений Николаевич Коровин**, доктор технических наук, заведующий кафедрой системного анализа и управления в медицинских системах, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, Российская Федерация, E-mail: [korovin@saums.vorstu.ru](mailto:korovin@saums.vorstu.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9984-987X>.

**Херман Флоресмило Леон**, магистр ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Российская Федерация, E-mail: [shukrullo2000@mail.ru](mailto:shukrullo2000@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9498-4586>.

#### Information about the authors

**Tatyana S. Gorko**, Ophthalmologist of the Highest Category, Tambov Branch of the Fyodorov Eye Microsurgery State Institution, Tambov, Russia, E-mail: [mntk@mntk-tambov.ru](mailto:mntk@mntk-tambov.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0202-7795>.

**Nikolay M. Agarkov**, Doct. Sci. (Medicine), Professor at the Department of Biomedical Engineering, South-Western State University, Kursk, Russia, E-mail: [vitalaxen@mail.ru](mailto:vitalaxen@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4821-3692>.

**Inna V. Lev**, Cand. Sci. (Medicine), Head of the First Surgical Department, Tambov Branch of the Fyodorov Eye Microsurgery State Institution, Tambov, Russia, E-mail: [michina.inna@mail.ru](mailto:michina.inna@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3436-4059>.

**Evgeniy N. Korovin**, Doct. Sci. (Technical), Head of the Department of System Analysis and Management in Medical Systems, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia, E-mail: [korovin@saums.vorstu.ru](mailto:korovin@saums.vorstu.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9984-987X>.

**German F. Leon**, Master, South-Western State University, Kursk, Russia, E-mail: [shukrullo2000@mail.ru](mailto:shukrullo2000@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9498-4586>.