

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НАЛИЧИЯ ПОЛИМОРФИЗМА AGT 521 C > T, СОПРЯЖЕННОГО С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ, НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИМ ВОЗМУЩЕНИЯМ

К. В. Комзин¹, А. А. Стрекаловская¹, П. Г. Петрова¹,
С. С. Паршина², С. Н. Самсонов³

¹ Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова, Якутск, Россия

² Саратовский государственный медицинский университет им. В. И. Разумовского Минздрава РФ, Саратов, Россия

³ Институт космических исследований и аэронавтики им. Ю. Г. Шафера Сибирского отделения Российской академии наук, Якутск, Россия

Цель – демонстрация возможности оценки чувствительности людей к гелиогеофизическим возмущениям, а также выявление статистически значимых связей между наличием полиморфизмов генов, сопряженных с артериальной гипертензией, и чувствительностью к гелиогеофизическим возмущениям. **Материал и методы.** Представлены оригинальный алгоритм определения чувствительности сердечно-сосудистой системы человека к гелиогеомагнитным возмущениям, основанный на анализе информации, полученной в результате исследования функциональной активности сердца и сопоставления ее с уровнем геомагнитной возмущенности, и статистическая обработка полученных данных с использованием статистики χ^2 и точного критерия Фишера. Кроме того, рассмотрены результаты исследований у относительно здоровых добровольцев ($n = 76$) зависимости между наличием полиморфизмов генов, сопряженных с артериальной гипертензией, и их чувствительностью к гелиогеофизическим возмущениям. **Результаты.** По итогам статистической обработки полученных данных можно сделать вывод о наличии связи ($p = 0,0012$) между наличием полиморфизма AGT 521 C > T ($rs4767$) и чувствительностью к гелиогеофизическим возмущениям в пределах обследованной выборки добровольцев.

Ключевые слова: артериальная гипертензия, однонуклеотидные полиморфизмы, AGT 521 C > T, чувствительность, гелиогеофизические факторы, геомагнитная возмущенность.

Шифр специальности: 14.03.03 Патологическая физиология.

Автор для переписки: Комзин Кирилл Васильевич, e-mail: de_trout@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

Исследования влияния гелиогеофизических возмущений на организм человека в настоящее время сравнительно немного [1–7], что говорит о его недостаточной изученности. Однако с точки зрения фундаментальных аспектов взаимодействия человека с окружающей средой, а также прикладных вопросов профилактики и лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы тема эта весьма интересна.

О возможности влияния гелиогеофизических возмущений на биологические объекты представители научного сообщества высказывались уже давно. Изучение космических влияний на живые организмы было начато советским биофизиком, основоположником гелиобиологии и аэроионизации Александром Леонидовичем Чижевским (1897–1961), который исследовал влияние космических факторов на процессы в биосфере и обосновал положение о зависимости между циклами активности Солнца и многими явлениями в живой природе. Наиболее детально им была исследована связь между солнечной активностью и распространением инфекционных болезней, проявлениями нервно-психических заболеваний и смертностью населения от острых сердечно-сосудистых забо-

леваний. Он показал, как солнечная активность влияет на эмоциональное и физическое состояние людей: вызывает появление массовых несчастных случаев, эпидемий, миграции населения, способствует возникновению войн и революций. По сути, А. Л. Чижевский – один из тех, кто создал учение о месте и роли человечества в биосфере и космосе.

В начале нашего века появился термин «космическая погода», характеризующий состояние околоземного космического пространства. Основное влияние на состояние околоземного космического пространства оказывает Солнце. Поэтому выявление механизмов связи между активностью Солнца и функционированием различных объектов биосферы, включая человека, является одной из фундаментальных проблем современной науки [8–9]. Из научных публикаций о влиянии космической погоды на здоровье человека известно, что оно носит глобальный характер, охватывающий по крайней мере половину земного шара в области высоких широт, и большая часть территории России относится именно к ним.

Из всего спектра генетических полиморфизмов полиморфизмы, сопряженные с артериальной гипер-

тензией, связывают с наличием в геноме человека точечных мутаций в генах (однонуклеотидная замена), вовлеченных в регуляцию артериального давления. Если встречаемость такой мутации в исследуемой популяции превышает 1 %, то такая мутация называется однонуклеотидным полиморфизмом (SNP – Single Nucleotide Polymorphism) [10–11]. В цикле нескольких работ нами было показано, что в периоды повышенной гелиогеофизической активности отмечается рост обращаемости за медицинской помощью по поводу обострения проявлений гипертонической болезни, а также рост числа госпитализаций по поводу гипертонических кризов [12–13].

Полиморфизм гена, кодирующего ангиотензиноген AGT 521 C > T (rs4762), является одним из тех, которые связывают с наличием эссенциальной артериальной гипертензии (АГ) [14–16]. Кроме того, данный полиморфизм связывают с развитием преэклампсии у беременных [17]. В вышеупомянутых исследованиях аллель Т является неблагоприятным фактором с точки зрения увеличения риска развития этих патологий.

Цель – демонстрация возможности оценки чувствительности человека к гелиогеофизическим возмущениям, а также выявление статистически значимых связей между наличием полиморфизмов генов, сопряженных с артериальной гипертензией, и чувствительностью к гелиогеофизическим возмущениям.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследовании участвовали в целом здоровые добровольцы (n = 76), средний возраст которых составил 34,3 года. Дизайн и другие аспекты исследования согласованы с локальным комитетом по био-

медицинской этике Медицинского института СВФУ им. М. К. Аммосова (Якутск). Получено добровольное информированное согласие добровольцев на участие в исследовании. Полиморфизмы генов, сопряженных с АГ, были определены у добровольцев методом полимеразной цепной реакции в реальном времени, с регистрацией температуры плавления дуплексов. Субстратом для выделения ДНК послужила цельная венозная кровь, стабилизированная этилендиаминтетрауксусной кислотой (ЭДТА). В исследовании использовали оборудование и наборы реагентов производства ООО «НПО ДНК-Технология» (Россия): для выделения нуклеиновых кислот из образцов крови – набор ПРОБА-РАПИД-ГЕНЕТИКА; для амплификации и детекции продуктов полимеразной цепной реакции – амплификатор детектирующий ДТпрайм; для определения генетических полиморфизмов, ассоциированных с риском развития АГ, методом ПЦР в режиме реального времени – набор КардиоГенетика Гипертензия. Для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы использован метод, подразумевающий регистрацию ЭКГ в первом стандартном отведении с последующей обработкой полученного сигнала в фазовом пространстве координат [18–19]. Такая методика обработки электрокардиографического сигнала (ЭКГ-сигнала) позволяет глубже оценить функциональное состояние сердечно-сосудистой системы, нежели обычная электрокардиография [18–19]. Одним из основных показателей функционального состояния сердечно-сосудистой системы в рамках данной методики является показатель, именуемый «коэффициент симметрии Т-зубца» (КСТ). Данный показатель отражает состояние процессов реполяризации кардио-

EFFECTS ASSESSMENT OF AGT 521 C > T POLYMORPHISM ASSOCIATED WITH ARTERIAL HYPERTENSION ON SENSITIVITY TO HELIOGEOPHYSICAL DISTURBANCES

K. V. Komzin¹, A. A. Strekalovskaya¹, P. G. Petrova¹, S. S. Parshina², S. N. Samsonov³

¹ M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

² V. I. Razumovsky Saratov State Medical University, Saratov, Russia

³ Yu. G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia

The study aims to demonstrate the possibility of assessing the sensitivity of people to heliogeophysical disturbances, as well as to identify statistically significant links between the presence of gene polymorphisms associated with arterial hypertension and sensitivity to heliogeophysical disturbances. **Material and methods.** This article presents an original algorithm for determining the sensitivity of the human cardiovascular system to heliogeomagnetic disturbances and statistical processing of the obtained data using the χ^2 test and Fisher's exact test. The algorithm is based on the analysis of information obtained through the study of the functional activity of the heart, comparing it with the level of geomagnetic activity. In addition, the results of examinations of healthy volunteers (n = 76), regarding the relationship between the presence of gene polymorphisms associated with arterial hypertension and their sensitivity to heliogeophysical disturbances are discussed. **Results.** The results of statistical processing indicate the connection (p = 0.0012) between the presence of AGT 521 C > T (rs4762) polymorphism and sensitivity to heliogeophysical disturbances in examined volunteers.

Keywords: arterial hypertension, single nucleotide polymorphisms, AGT 521 C > T, sensitivity, heliogeophysical factors, geomagnetic activity.

Code: 14.03.03 Pathophysiology.

Corresponding Author: Kirill V. Komzin, e-mail: de_trout@mail.ru

миоцитов. Регистрация КСТ в рамках данного исследования производилась в течение двух месяцев (с начала марта по конец апреля) приблизительно в одно и то же время ежедневно после десятиминутного отдыха. Данные о состоянии геомагнитной возмущенности были получены из открытых источников Национального управления океанических и атмосферных исследований США (NOAA). Проведена статистическая обработка данных, полученных в ходе исследования. Во-первых, параметрические данные, КСТ и Кр-индекс (планетарный индекс, характеризующий глобальную возмущенность магнитного поля Земли в трехчасовом интервале времени) были преобразованы до порядковых переменных с дихотомическими (бинарными) значениями. Например, нормальные значения КСТ в значительной мере индивидуальны, но при этом чем выше значение КСТ, тем более выражены нарушения процессов реполяризации кардиомиоцитов. В литературе [18–19] описаны пороговые значения нормы для данного показателя, которая составляет меньше $0,78 \pm 0,02$; однако в исследовании с участием относительно здоровых добровольцев без выраженной патологии со стороны

сердечно-сосудистой системы применить эту пороговую величину нельзя. Исходя из вышесказанного, за «1» (состояние, отличающееся от нормы в худшую сторону) были приняты значения КСТ выше, чем оба соседних в ряду, или выше, чем среднее для конкретного добровольца. Тот же принцип был использован для преобразования значений Кр-индекса в дихотомические (бинарные) порядковые переменные. В результате таких преобразований были получены ряды данных, где каждому дню исследования соответствует свое значение Кр-индекса и КСТ. Такие ряды наблюдений, полученные для каждого обследуемого добровольца в отдельности, в дальнейшем были использованы для оценки чувствительности к гелиогеомагнитной возмущенности. Оценка чувствительности добровольцев к гелиогеомагнитным возмущениям заключалась в установлении статистически значимой взаимосвязи между значениями Кр-индекса и КСТ, основанной на статистике χ^2 с использованием четырехпольной таблицы (2×2) и критерия Фишера как наиболее точного и подходящего для этой цели. Примерная таблица сопряженности представлена далее (табл. 1).

Таблица 1

Таблица сопряженности для оценки чувствительности сердечно-сосудистой системы обследуемых добровольцев к гелиогеомагнитным возмущениям

	Есть максимум коэффициента симметрии Т-зубца	Нет максимума коэффициента симметрии Т-зубца	
Есть возмущенность	6	1	A + B = 7
Нет возмущенности	3	7	C + D = 10
	A + C = 9	B + D = 8	n = 17

По расчетам таблицы сопряженности получаем следующие данные (табл. 2).

Таблица 2

Расчет статистических критериев для таблицы сопряженности

Наименование критерия	Значение критерия	Уровень значимости
Критерий χ^2	5,130	0,024
Критерий χ^2 с поправкой Йейтса	3,138	0,077
Критерий χ^2 с поправкой на правдоподобие	5,549	0,019
Точный критерий Фишера (двусторонний)	0,04977	$p < 0,05$

Как видно из таблицы 2, значение точного критерия Фишера для данной выборки оказалось равным 0,04977, что меньше, чем критический уровень значимости $p = 0,05$. Это позволяет отвергнуть нулевую гипотезу об отсутствии взаимосвязи между признаками «возмущенность» и «КСТ» при критическом уровне значимости $p = 0,05$. Исходя из этого, можно сделать вывод о наличии у рассматриваемого добровольца чувствительности к геомагнитным возмущениям. Если значение точного критерия Фишера оказывается больше 0,05, то нулевая гипотеза в отношении взаимосвязи между «возмущенностью» и «КСТ» принимается, что говорит об отсутствии чувствительности субъекта к геомагнитной возмущенности. Вышеописанный алгоритм был внедрен в программ-

ную среду MS Excel, все последующие расчеты проводились с использованием данного программного обеспечения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе данной части исследования у 76 добровольцев было определено наличие полиморфизма гена AGT 521 C > T, вовлеченного в регуляцию АГ, а также при помощи описанного ранее алгоритма (посредством определения значения точного критерия Фишера) была определена чувствительность к колебаниям уровня геомагнитной возмущенности.

Чувствительными к возмущениям геомагнитного фона ($p < 0,05$) оказались 40 человек (52,6 %), нечувствительными ($p > 0,05$) – 36 человек (47,4 %).

Частота встречаемости вариантного аллеля 521 C > T гена AGT для всей выборки (n = 76) составила 0,24. Частота вариантного аллеля и результаты теста на соответствие закону Харди – Вайнберга пред-

ставлены в таблице 3. Статистика χ^2 была рассчитана при использовании классического для данного типа исследования статистического метода «случай – контроль» [20–21].

Таблица 3

Частота встречаемости полиморфных аллелей генов, вовлеченных в регуляцию артериального давления, а также частота вариантного аллеля и результаты теста на соответствие закону Харди – Вайнберга

Частота встречаемости AGT 521 C > T для всей выборки (n = 76) составляет 0,24 (HWE = 0,119930)							
	Чувствительные к ГМВ n = 40	Нечувствительные к ГМВ n = 36	OR	95 % CI		χ^2	p-value
Мультипликативная модель							
Аллель С	52	63	3,77	1,63	8,70	10,42	0,001249
Аллель Т	28	9					
Частота вариантного аллеля	0.35	0.13					
Кодоминантная модель							
С/С	27	19	2,21	0,80	6,15	9,29	0,0025
С/Т	9	14					
Т/Т	0	7					
Доминантная модель							
С/С	27	19	3,32	1,25	8,81	5,99	0,01433
С/Т + Т/Т	9	21					
Рецессивная модель							
С/С + С/Т	36	33	–	–	–	9,64	0,0019
Т/Т	0	7					
Сверхдоминантная модель							
С/С + Т/Т	27	26	1,62	0,60	4,37	0,89	0,3433
С/Т	9	14					
Лог-аддитивная модель							
–	–	–	3,31	1,43	7,66	9,55	0,002

Примечание: ГМВ – геомагнитное возмущение.

Как видно из таблицы 3, распределение частот встречаемости полиморфизмов соответствует равновесию Харди – Вайнберга (HWE > 0,05), следовательно, применение мультипликативной модели наследования оправдано. Однако, согласно приведенным в таблице 3 статистическим расчетам альтернативных моделей, можно признать справедливыми для данного полиморфизма доминантную и лог-аддитивную модели наследования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного анализа полученных данных удалось подобрать адекватный статистический аппарат для оценки чувствительности сердеч-

но-сосудистой системы человека к гелиогеофизическим возмущениям, основанный на общепринятой статистике χ^2 . Используя данный алгоритм, удалось выявить взаимосвязь между наличием полиморфизма AGT 521 C > T и чувствительностью к гелиогеофизическим возмущениям в пределах обследуемой выборки добровольцев.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ. Номер проекта 18-415-140002 ра.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бреус Т. К. Влияние «космической погоды» на биологические объекты // Земля и Вселенная. 2009. № 3. С. 53–62.
2. Гурфинкель Ю. И. Ишемическая болезнь сердца и солнечная активность. М.: Эльф-3, 2004. 170 с.
3. Рагульская М. В., Чибисов С. М. Биотропное воздействие космической погоды: новые направления исследований // Владикавказ. медико-биолог. вестник. 2011. № 12. С. 141–150.
4. Lipa B. G., Sturrock P. A., Rogot G. Search for Correlation between Geomagnetic Disturbances and Mortality // Nature. 1976. Vol. 259 (5541). P. 302–304.
5. Cornelissen G., Wendt H. W., Guillaume F. et al. Disturbances of the Interplanetary Magnetic Field and Human Pathology // Chronobiologia. 1994. Vol. 21. P. 151–154.
6. Watanabe Y., Hillman D. C., Otsuka K. et al. Cross-spectral Coherence between Geomagnetic Disturbance and Human Cardiovascular Variables at Non-Societal Frequencies // Chronobiologia. 1994. Vol. 21. P. 265–272.
7. Самсонов С. Н., Клейменова Н. Г., Козырева О. В., Петрова П. Г. Влияние космической погоды на заболевания сердечно-сосудистой системы человека в субавроральных широтах // Геофизич. процессы и биосфера. 2013. Т. 12, № 4. С. 67–80.
8. Петрова П. Г., Стрекаловская А. А., Комзин К. В. Гл. 2. Реакция организма человека на внешние возмущения // Биотроп. воздействие космич. погоды. М.; Киев, 2010. С. 55–68.
9. Самсонов С. Н., Петрова П. Г., Соколов В. Д., Стрекаловская А. А., Макаров Г. А., Иванов К. И. Гелиогеофизическая возмущенность и обострения сердечно-сосудистых заболеваний // Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. Инсульт. 2005. № 14. С. 18–22.
10. Комзин К. В., Петрова П. Г., Стрекаловская А. А., Самсонов С. Н., Паршина С. С., Андреева А. А. Однонуклеотидные полиморфизмы генов ADD1, AGT, AGTR1 и AGTR2 у различных этнических групп жителей арктической зоны Якутии, страдающих артериальной гипертензией // Якут. мед. журнал. 2018. № 3. С. 83–86.
11. Komzin K. V., Petrova P. P., Strekalovskaya A. A., Samsonov S. N., Parshina S. S., Terentjeva U. V. Single Nucleotide Polymorphisms of the CYP11B2, GNB3 and NOS3 Genes in Various Ethnic Groups of Arctic Zone of Yakutia Suffering from Arterial Hypertension // Wiadomosci lekarskie (Warsaw, Poland: 1960). 2018. Vol. LXXI, No. 9. P. 1742–1749.
12. Samsonov S. N., Manykina V. I., Kleimenova N. G., Parshina S. S., Strekalovskaya A. A., Petrova P. G. The Helio-Geophysical Storminess Health Effects in the Cardio-Vascular System of a Human in the Middle and High Latitudes // Wiadomosci lekarskie (Warsaw, Poland: 1960), 2016. No. 69 (3). P. 537–541.
13. Strekalovskaya A. A., Petrova P. P., Komzin K. V., Malysheva L. A., Samsonov S. N., Parshina S. S., Andreeva A. A. Assessment of the Space Weather Effect on Human Health in the Arctic Zone Using the Example of Tiksi Settlement // International Journal of Biomedicine. 2018. No. 8 (1). P. 56–59.
14. Park H. K., Kim M. C., Kim S. M., Jo D. J. Assessment of Two Missense Polymorphisms (rs4762 and rs699) of the Angiotensinogen Gene and Stroke // Exp Ther Med. 2013. No. 5 (1). P. 343–349. DOI 10.3892/etm.2012.790.
15. Jeunemaitre X., Soubrier F., Kotelevtsev Y. V., Lifton R. P., Williams C. S., Charru A. et al. Molecular Basis of Human Hypertension: Role of Angiotensinogen // Cell. 1992. No. 71. P. 169–180.
16. Hegele R. A., Brunt J. H., Connelly P. W. A Polymorphism of the Angiotensinogen Gene Associated with Variation in Blood Pressure in a Genetic Isolate // Circulation. 1994. No. 90. P. 2207–2212.
17. Lévesque S., Moutquin J. M., Lindsay C., Roy M. C., Rousseau F. Implication of an AGT Haplotype in a Multigene Association Study with Pregnancy Hypertension // Hypertension. 2004. No. 43 (1). P. 71–78. DOI 10.1161/01.HYP.0000104525.76016.77.
18. Файнзильберг Л. С. Основы фазографии. Киев: Освіта України, 2017. 264 с.
19. Файнзильберг Л. С. ФАЗАГРАФ® – эффективная информационная технология обработки ЭКГ в задаче скрининга ишемической болезни сердца // Клинич. информатика и телемедицина. 2010. Т. 6, Вып. 7. С. 22–30.

REFERENCES

1. Breus T. K. Vliianie "kosmicheskoi pogody" na biologicheskie obiekty // Zemlia i Vselennaia. 2009. No. 3. P. 53–62. (In Russian).
2. Gurfinkel Yu. I. Ishemicheskaja bolezn serdtsa i solnechnaia aktivnost. Moscow : IIKTs "Elf 3", 2004. 170 P. (In Russian).
3. Ragul'skaia M. V., Chibisov S. M. Biotropnoe vozdeistvie kosmicheskoi pogody: novye napravleniia issledovanii // Vladikavkazskii mediko-biologicheskii vestnik. 2011. No. 12. P. 141–150. (In Russian).
4. Lipa B. G., Sturrock P. A., Rogot G. Search for Correlation between Geomagnetic Disturbances and Mortality // Nature. 1976. Vol. 259 (5541). P. 302–304.
5. Cornelissen G., Wendt H. W., Guillaume F. et al. Disturbances of the Interplanetary Magnetic Field and Human Pathology // Chronobiologia. 1994. Vol. 21. P. 151–154.
6. Watanabe Y., Hillman D. C., Otsuka K. et al. Cross-spectral Coherence between Geomagnetic Disturbance and Human Cardiovascular Variables at Non-Societal Frequencies // Chronobiologia. 1994. Vol. 21. P. 265–272.
7. Samsonov S. N., Kleimenova N. G., Kozyreva O. V., Petrova P. G. Vliianie kosmicheskoi pogody na zabolevaniia serdechno-sosudistoi sistemy cheloveka v subavroral'nykh shirotakh // Geofizicheskie protsessy i biosfera. 2013. Vol. 12, No. 4. P. 67–80. (In Russian).
8. Petrova P. G., Strekalovskaia A. A., Komzin K. V. Glava 2. Reaktsiia organizma cheloveka na vneshnie vozmushcheniia // Biotropnoe vozdeistvie kosmicheskoi pogody / Ed. M. V. Ragul'skoi. Moscow ; Kiev, 2010. P. 55–68. (In Russian).
9. Samsonov S. N., Petrova P. G., Sokolov V. D., Strekalovskaia A. A., Makarov G. A., Ivanov K. I. Geliogeofizicheskaia vozmushchennost i obostreniia serdechno-sosudistykh zabolevanii // Zhurnal neurologii i psikhiiatrii im. S. S. Korsakova. Insult. 2005. No. 14. P. 18–22. (In Russian).
10. Komzin K. V., Petrova P. G., Strekalovskaia A. A., Samsonov S. N., Parshina S. S., Andreeva A. A. Odnoukuleotidnye polimorfizmy genov ADD1, AGT, AGTR1 i AGTR2 u razlichnykh etnicheskikh grupp zhitelei arkticheskoi zony lakutii, stradauiushchikh arterialnoi gipertenziei // lakutskii meditsinskii zhurnal. 2018. No. 3 (63) P. 83–86. (In Russian).
11. Komzin K. V., Petrova P. P., Strekalovskaya A. A., Samsonov S. N., Parshina S. S., Terentjeva U. V. Single Nucleotide Polymorphisms of the CYP11B2, GNB3 and NOS3 Genes in Various Ethnic Groups of Arctic Zone of Yakutia Suffering from Arterial Hypertension // Wiadomosci lekarskie (Warsaw, Poland: 1960). 2018. Vol. LXXI, No. 9. P. 1742–1749.
12. Samsonov S. N., Manykina V. I., Kleimenova N. G., Parshina S. S., Strekalovskaya A. A., Petrova P. G. The Helio-Geophysical Storminess Health Effects in the Cardio-Vascular System of a Human in the Middle and High Latitudes // Wiadomosci lekarskie (Warsaw, Poland: 1960), 2016. No. 69 (3). P. 537–541.
13. Strekalovskaya A. A., Petrova P. P., Komzin K. V., Malysheva L. A., Samsonov S. N., Parshina S. S., Andreeva A. A. Assessment of the Space Weather Effect on Human Health in the Arctic Zone Using the Example of Tiksi Settlement // International Journal of Biomedicine. 2018. No. 8 (1). P. 56–59.
14. Park H. K., Kim M. C., Kim S. M., Jo D. J. Assessment of Two Missense Polymorphisms (rs4762 and rs699) of the Angiotensinogen Gene and Stroke // Exp Ther Med. 2013. No. 5 (1). P. 343–349. DOI 10.3892/etm.2012.790.
15. Jeunemaitre X., Soubrier F., Kotelevtsev Y. V., Lifton R. P., Williams C. S., Charru A. et al. Molecular Basis of Human Hypertension: Role of Angiotensinogen // Cell. 1992. No. 71. P. 169–180.
16. Hegele R. A., Brunt J. H., Connelly P. W. A Polymorphism of the Angiotensinogen Gene Associated with Variation in Blood Pressure in a Genetic Isolate // Circulation. 1994. No. 90. P. 2207–2212.
17. Lévesque S., Moutquin J. M., Lindsay C., Roy M. C., Rousseau F. Implication of an AGT Haplotype in a Multigene Association Study with Pregnancy Hypertension // Hypertension. 2004. No. 43 (1). P. 71–78. DOI 10.1161/01.HYP.0000104525.76016.77.
18. Fainzilberg L. S. Osnovy fazagrafi. Kiev : Osvita Ukrainy, 2017. 264 p. (In Russian).
19. Fainzilberg L. S. FAZAGRAF® – effektivnaya informatsionnaya tekhnologiya obrabotki EKG v zadache skringinga ishemicheskoi bolezn serdtsa // Klinicheskaja informatika i telemeditsina. 2010. Vol. 6, Iss. 7. P. 22–30. (In Russian).
20. Solé X., Guinó E., Valls J., Iniesta R., Moreno V. SNPStats: a Web Tool for the Analysis of Association Studies // Bioinformatics.

20. Solé X., Guinó E., Valls J., Iniesta R., Moreno V. SNPStats: a Web Tool for the Analysis of Association Studies // Bioinformatics. 2006. Vol. 22, Iss. 15. P. 1928–1929. DOI: <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btl268>.
21. Chen B., Wilkening S., Drechsel M. et al. SNP_tools: A Compact Tool Package for Analysis and Conversion of Genotype Data for MS-Excel // BMC Res Notes. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1186/1756-0500-2-214>.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Комзин Кирилл Васильевич – старший преподаватель кафедры гистологии и микробиологии, Медицинский институт, Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова, Якутск, Россия.

E-mail: de_trout@mail.ru

Стрекаловская Алена Анатольевна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры нормальной и патологической физиологии, Медицинский институт, Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова, Якутск, Россия.

E-mail: a_strekalovskaya@mail.ru

Петрова Пальмира Георгиевна – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой нормальной и патологической физиологии, Медицинский институт, Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова, Якутск, Россия.

E-mail: mira44@mail.ru

Паршина Светлана Серафимовна – доктор медицинских наук, профессор, Саратовский государственный медицинский университет им. В. И. Разумовского Минздрава РФ, Саратов, Россия.

E-mail: 1parshinasvetlana@mail.ru

Самсонов Сергей Николаевич – кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории магнитосферных частиц, Институт космических исследований и аэронавтики им. Ю. Г. Шафера Сибирского отделения Российской академии наук, Якутск, Россия.

E-mail: s_samsonov@ikfia.ysn.ru

ABOUT THE AUTHORS

Kirill V. Komzin – Senior Lecturer, Department of Histology and Microbiology, Institute of Medicine, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia.

E-mail: de_trout@mail.ru

Alena A. Strekalovskaya – Candidate of Sciences (Medicine), Associate Professor, Department of Normal and Pathological Physiology, Institute of Medicine, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia.

E-mail: a_strekalovskaya@mail.ru

Palmira G. Petrova – Doctor of Sciences (Medicine), Professor, Head, Department of Normal and Pathological Physiology, Institute of Medicine, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia.

E-mail: mira44@mail.ru

Svetlana S. Parshina – Doctor of Sciences (Medicine), Professor, V. I. Razumovsky Saratov State Medical University, Saratov, Russia.

E-mail: 1parshinasvetlana@mail.ru

Sergey N. Samsonov – Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Leading Researcher, Laboratory of Magnetospheric Particles, Yu. G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia.

E-mail: s_samsonov@ikfia.ysn.ru