

Осипова Е.В.^{1,2}, Ухова А.В.², Суховская В.В.³, Протопопова Н.В.³, Солдатенко Н.А.², Кошкарева О.В.⁴, Денисова А.А.⁴, Морозова Е.М.⁵, Лабыгина А.В.¹, Гребенкина Л.А.¹

ВЛИЯНИЕ ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СВЕРТЫВАЮЩУЮ СИСТЕМУ КРОВИ БЕРЕМЕННЫХ С ПЛАЦЕНТАРНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ

¹ ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» (664003, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 16, Россия)

² ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет» (664011, г. Иркутск, ул. Нижняя Набережная, 6, Россия)

³ Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России (664049, г. Иркутск, Юбилейный, 100, Россия)

⁴ ГБУЗ «Иркутская ордена «Знак почёта» областная клиническая больница» (664049, г. Иркутск, Юбилейный, 100, Россия)

⁵ ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (119991, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2, Россия)

Проанализированы характеристики свертывающей системы крови у 98 беременных: 53 здоровых и 45 пациенток с плацентарными нарушениями. Забор крови осуществляли в процессе родов, которые проходили при слабо возмущенном магнитном поле Земли G3 ($12 < Ar < 22$ нТл) или малой магнитной бури G4v ($22 < Ar < 39$ нТл). Исследование системы гемостаза и количества форменных элементов в крови у беременных с плацентарными нарушениями в условиях магнитной бури выявили повышение активности свертывающей системы (статистически значимое увеличение числа тромбоцитов, значений тромбокрит, СОЭ, концентрации фибриногена) при снижении количества эритроцитов, концентрации гемоглобина, уровня гематокрита. Согласно результатам корреляционного анализа, во всех обследованных группах выявлены сходные по силе и направленности сильные прямые корреляционные связи между субпопуляциями тромбоцитов, которые характеризуются различным объемом и, соответственно, различной функциональной активностью. Установленные отрицательные корреляционные связи между эритроцитами и СОЭ ($r = -0,55$; $p < 0,05$), тромбокритом с активированным парциальным тромбoplastиновым временем ($r = -0,88$; $p < 0,05$), фибриногеном ($r = -0,75$; $p < 0,05$), процентом протромбина по Квику ($r = -0,72$; $p < 0,05$) и прямые корреляционные связи тромбокрит с фибриногеном ($r = 0,67$; $p < 0,05$), свидетельствовали об ускорении формирования фибринового сгустка в плазме и повышении вязкости крови. У беременных с плацентарными нарушениями в условиях слабой магнитной бури активность свертывающей системы была выше, по сравнению со здоровыми женщинами, что может рассматриваться как риск усиления процессов изменения гемостаза и развития тромбоза сосудов плаценты, приводящих к гипоксемии плода вследствие нарушения маточно-плацентарно кровообращения.

Ключевые слова: геомагнитная активность, свертывающая система крови, беременность

Для цитирования: Осипова Е.В., Ухова А.В., Суховская В.В., Протопопова Н.В., Солдатенко Н.А., Кошкарева О.В., Денисова А.А., Морозова Е.М., Лабыгина А.В., Гребенкина Л.А. Влияние гелиогеофизических факторов на свертывающую систему крови беременных с плацентарными нарушениями. Acta biomedica scientifica, 3 (3), 34-40, DOI 10.29413/ABS.2018-3.3.5.

THE INFLUENCE OF THE HELIOGEOPHYSICAL FACTORS ON THE CLOTTING OF BLOOD OF PREGNANT WOMEN WITH PLACENTAL INSUFFICIENCY

Osipova E.V.^{1,2}, Ukhova A.V.², Sukhovskaya V.V.³, Protopopova N.V.³, Soldatenko N.A.², Koshkareva O.V.⁴, Denisova A.A.⁴, Morozova E.M.⁵, Labygina A.V.¹, Grebenkina L.A.¹

¹ Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems (ul. Timiryazeva 16, Irkutsk 664003, Russian Federation)

² Irkutsk State University (ul. Nizhnyaya Naberezhnaya 6, Irkutsk 664011, Russian Federation)

³ Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education (Yubileyniy 100, Irkutsk 664049, Russian Federation)

⁴ Irkutsk Regional Clinical Hospital (Yubileyniy 100, Irkutsk 664049, Russian Federation)

⁵ Sechenov First Moscow State Medical University (ul. Trubetskaya 8-2, Moscow 119991, Russian Federation)

Geomagnetic storms are one of the natural abiotic risk factors for human health. The response of the organism to their impact depends on the individual adaptive abilities, which were formed during the evolution, but can change in the conditions of pathological processes. Evaluation of the effect of a weak magnetic storm (G4v ($22 < Ar < 39$ nTl)) on hemorheological parameters of blood of pregnant women with placental insufficiency compared to healthy pregnant

women showed an increase in platelet count ($p = 0.05$), fibrinogen content ($p = 0.02$), thrombocyte ($p = 0.03$), erythrocyte sedimentation rate ($p = 0.004$). At the same time, a decrease in the number of red blood cells ($p = 0.04$), hemoglobin concentration ($p = 0.001$), hematocrit value ($p = 0.0009$) was registered. We found a strong direct correlation between subpopulations of platelets, which are characterized by different functional activity. Heterogeneity of platelets, their multidirectional correlations with indicators of blood coagulation system of healthy pregnant women can be considered as a response to the change in the disturbance of the earth's magnetic field. For pregnant women with placental disorders, the magnetic storm was associated with increased activity of the blood coagulation system and a significant increase in its components in the blood of patients. Despite the fact that changes in the blood coagulation system occur from the beginning of pregnancy and are often adaptive, in pregnant women with placental disorders, the additional impact of a weak magnetic storm can be a risk of hemostasis disorders and the development of platelet thrombosis, timely diagnosis and therapy of which is important.

Key words: geomagnetic activity, blood clotting, pregnancy

For citation: Osipova E.V., Ukhova A.V., Sukhovskaya V.V., Protopopova N.V., Soldatenko N.A., Koshkareva O.V., Denisova A.A., Morozova E.M., Labygina A.V., Grebenkina L.A. The influence of the heliogeophysical factors on the clotting of blood of pregnant women with placental insufficiency. Acta biomedica scientifica, 3 (3), 34-40, DOI 10.29413/ABS.2018-3.3.5.

Геомагнитные возмущения (магнитные бури) являются одним из природных абиотических факторов риска для здоровья человека. К настоящему времени накоплено значительное количество доказательств того, что при высокой активности геомагнитного поля возрастает риск сердечно-сосудистых катастроф (гипертонические кризы, инфаркты, инсульты), психических расстройств, функциональных нарушений нервной системы [1, 2, 5, 6, 7, 13, 15, 17, 18]. Установлено, что в канун и период геомагнитных бурь в крови повышается уровень кортикостероидов, адреналина и кортизола, снижается секреция мелатонина, возрастает концентрация фибриногена, изменяются свойства мембран эритроцитов и лимфоцитов [2, 3, 4, 14], усиливается свертываемость крови, замедляется ее микроциркуляция, возрастает опасность возникновения тромбов, закупоривающих просвет сосудов [4].

У женщин во время беременности усиливается чувствительность к воздействию различных экологических факторов, в том числе и гелиогеофизических [3]. Ответные реакции организма на геомагнитные возмущения зависят от индивидуальных адаптационных возможностей человека, которые сформировались в ходе эволюции [1]. В то же время длительное влияние слабых электромагнитных излучений может представлять угрозу для беременных с осложненным гестационным периодом, в том числе и с плацентарными нарушениями, при которых в организме женщины происходят различные изменения на клеточном уровне [9, 10, 11, 12, 16].

Воздействие геомагнитных излучений опосредованно оказывает влияние на развитие плода [8, 9, 12, 13]. Остаётся непонятным механизм влияния магнитных бурь на кровь, в частности на свертывающую систему крови женщин с физиологической беременностью и беременностью, осложнённой плацентарными нарушениями – синдромом, обусловленным морфофункциональными изменениями в плаценте, при прогрессировании которых развивается задержка развития плода, нередко сочетающаяся с гипоксемией вследствие нарушения маточно-плацентарного кровообращения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование включены 98 пациенток, родоразрешенных в Областном перинатальном центре ГБУЗ

«Иркутская ордена «Знак почёта» областная клиническая больница» (ОПЦ ИОКБ) за период с 1 января по 30 апреля 2014 г.

Проведена ретроспективная оценка результатов свертывающей системы крови, общего анализа крови у 45 беременных с плацентарными нарушениями (средний возраст $28,8 \pm 0,4$ года). Контрольная группа состояла из 53 здоровых беременных (средний возраст $28,3 \pm 0,5$ лет). Критериями исключения служили: операция кесарево сечение, рубец на матке после операции кесарево сечение, преэклампсия, хориоамнионит, экстракорпоральное оплодотворение, миома матки, тромбоцитопения, анемия.

В работе соблюдали этические принципы, предьявляемые Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki (1964, 2013 ред.)).

Кровь забирали в соответствии с существующими требованиями, утром натощак из локтевой вены в день родов. Анализы крови пациенток выполнены в клинико-диагностической лаборатории ОПЦ ИОКБ. Для оценки показателей общего анализа крови и коагулограммы применяли следующие показатели: гематокрит; количество эритроцитов; скорость оседания эритроцитов (СОЭ); количество тромбоцитов; средний объём тромбоцитов (СОТ); отклонение объёма тромбоцитов от среднего (ООТОС); отношение крупных тромбоцитарных клеток к малым (ОТККМ); тромбокрит; протромбиновое время (ПВ); процент протромбина по Квику; фибриноген; активированное парциальное тромбопластиновое время (АПТВ).

Показатели крови определяли с использованием общепринятых в клинической практике методов. У беременных определяли гематологические показатели крови на автоматическом гематологическом анализаторе крови компании Sysmex XS-1000i. Агрегацию тромбоцитов с аденозинофосфатом (АДФ), активированное парциальное тромбопластиновое время (АПТВ), протромбиновое время в плазме крови, уровень фибриногена в крови измеряли на автоматическом анализаторе гемостаза Sysmex CA-1500 (Германия). Применялись клотинговый и хромогенный методы.

Для анализа влияния гелиогеофизических факторов использовали индекс геомагнитной возмущённости (Ар-индекс). Показатели солнечной активности

представлены Центром прогноза космической погоды (SWPC) Национальной администрации США по океанам и атмосфере (NOAA, www.swpc.noaa.gov).

Характеристики крови беременных женщин оценивали при Ар-индексе, соответствующем слабовозмущенному магнитному полю Земли G3 (12 < Ар < 22 нТл; 3 балла) и малой магнитной буре G4v (22 < Ар < 39 нТл; 4 балла).

Беременные были разделены на группы в зависимости от того, при каком состоянии геомагнитной обстановки наступала спонтанная родовая деятельность:

1-я группа (n = 26) – пациентки с физиологической беременностью, обследованные при 12 < Ар < 22 нТл;

2-я группа (n = 19) – беременные с плацентарными нарушениями, обследованные при 12 < Ар < 22 нТл;

3-я группа (n = 30) – пациентки с физиологической беременностью, обследованные при 22 < Ар < 39 нТл;

4-я группа (n = 26) – беременные с плацентарными нарушениями, обследованные при 22 < Ар < 39 нТл.

Статистическую обработку полученных результатов, распределение показателей, определение границ нормального распределения проводили с помощью пакета прикладных программ Statistica 6.0 (StatSoft Inc., США). Для проверки статистической гипотезы разности средних значений использовали t-критерий Стьюдента, F-критерий Фишера и U-критерий Манна – Уитни. Для анализа внутригрупповой взаимосвязи количественных признаков применяли ранговую корреляцию Спирмена. Выбранный критический уровень значимости составлял 5 % (0,05).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований было установлено, что в условиях слабо возмущенного гео-

магнитного поля Земли (12 < Ар < 22 нТл) у пациенток с плацентарными нарушениями (2-я группа) в крови статистически значимо уменьшалось количество эритроцитов (p = 0,05), уровень гемоглобина (p = 0,01) и значение гематокрита (p = 0,008) (табл. 1). Следует отметить, что изменение характеристик указанных показателей соответствовали их нормативным значением для исследуемой категории пациенток (табл. 1).

Выявленная тенденция статистически значимого изменения характеристик показателей крови в группе беременных с плацентарными нарушениями, установленная при слабом возмущении магнитного поля Земли, сохранилась и при его усилении. Из представленных данных (табл. 2) видно, что в условиях малой магнитной бури у пациенток с плацентарными нарушениями (4-я группа), по сравнению со здоровыми беременными, на фоне значимого уменьшения количества эритроцитов до $3,72 \pm 0,57 \times 10^{12}/л$ (p = 0,004), содержания гемоглобина до $105,54 \pm 15,11$ г/л (p = 0,001), значений гематокрита до $32,11 \pm 4,18$ % отмечали повышение уровня тромбокрит на 15 % (p = 0,05) и увеличение количества тромбоцитов (p = 0,03) (табл. 2). Значения последних двух показателей не превышали референсные величины для исследуемой категории беременных. Установленное повышение в крови беременных с плацентарными нарушениями содержания фибриногена (I фактора свертывающей системы крови) до $5,02 \pm 0,72$ г/л (P_F = 0,02) и СОЭ до $46,12 \pm 19,57$ мм/час (p = 0,018) служит свидетельством активации свертывающей системы крови и повышения ее вязкости (табл. 2).

Во время беременности происходят значительные изменения в системе кроветворения женщины. Увеличение объема циркулирующей крови и количества эритроцитов начинается с первых месяцев

Таблица 1
Характеристика показателей крови беременных при слабом возмущении магнитного поля Земли (12 < Ар < 22 нТл)

Table 1
Characteristics of blood parameters of pregnant women with weak perturbation of the Earth's magnetic field (12 < Ar < 22 nTl)

Показатели	Нормативы	1-я группа (x ± σ)	2-я группа (x ± σ)	P _{St}	P _F
Эритроциты, × 10 ¹² /л	3,7–4,7	4,11 ± 0,36	3,86 ± 0,48	0,05	0,18
Гемоглобин, г/л	120–140	121,46 ± 11,50	111,58 ± 13,51	0,011	0,44
Гематокрит, %	36–42	36,40 ± 3,03	33,64 ± 3,68	0,008	0,35

Таблица 2
Характеристика показателей крови беременных в условиях малой магнитной бури (22 < Ар < 39 нТл)

Table 2
Characteristics of the blood of pregnant women in conditions of small magnetic storm (22 < Ar < 39 nTl)

Показатели	Нормативы	3-я группа (x ± σ)	4-я группа (x ± σ)	P _{St}	P _F
Эритроциты, × 10 ¹² /л	3,7–4,7	4,12 ± 0,42	3,72 ± 0,57	0,004	0,10
Гемоглобин, г/л	120–140	116,63 ± 9,92	105,54 ± 15,11	0,001	0,03
Гематокрит, %	36–42	35,80 ± 3,67	32,11 ± 4,18	0,0009	0,49
Тромбоциты, × 10 ⁹ /л	150–400	247,83 ± 51,73	289,73 ± 89,17	0,03	0,005
Тромбокрит, %	0,15–0,4	0,27 ± 0,05	0,31 ± 0,09	0,05	0,02
СОЭ, мм/ч	2–20	35,00 ± 14,47	46,12 ± 19,57	0,018	0,11
Фибриноген, г/л	2,0–4,0	4,28 ± 1,68	5,02 ± 0,72	0,24	0,02

беременности для адекватного обеспечения повышенной потребности организма матери и плода и поддержания оптимальных условий микроциркуляции в плаценте и жизненно важных органах матери (сердце, мозг, печень, почки). Активация этих процессов при магнитной буре в здоровом организме, вероятно, носит адаптационно-компенсаторный характер. Однако у беременных с плацентарными нарушениями повышение тромбогенной активности крови может усугубить гипоксемию плода.

Оценка показателей коагулограммы: средний объём тромбоцитов (СОТ); отклонение объема тромбоцитов от среднего (ООТОС); отношение крупных тромбоцитарных клеток к малым (ОТККМ); протромбиновое время (ПВ); процент протромбина по Квику; активированное парциальное тромбопластиновое время (АПТВ) в плазме беременных, – не показала значимых отличий между здоровыми беременными и пациентками с плацентарными нарушениями при разных уровнях геомагнитной активности.

Однако результаты проведенного корреляционного анализа продемонстрировали, что между указанными переменными, которые оценивали при различном возмущении магнитного поля Земли, обнаружены статистически значимые связи различной силы и направленности (табл. 3).

В крови всех беременных обнаружены закономерные сходные значимые сильные положительные взаимосвязи между тромбоцитами и тромбоцитом,

эритроцитами и гемоглобином, эритроцитами и гематокритом.

Во всех обследованных группах выявлены очень сильные прямые корреляционные связи между субпопуляциями тромбоцитов, которые характеризуются различной функциональной активностью: СОТ – ООТОС ($p < 0,05$); СОТ – ОТККМ ($p < 0,05$); ООТОС – ОТККМ ($p < 0,05$) (табл. 3). Эти связи по силе и направленности у всех беременных сходны при различных состояниях магнитного поля Земли

Средний объём тромбоцитов (СОТ) – показатель, который характеризует зрелость клеток и может варьировать в широких пределах. Размер тромбоцитов – один из факторов, влияющих на общее содержание молекул клеточной адгезии на плазматической мембране. Увеличение этого показателя в крови сопряжено с повышением ее свертываемости. тогда как появление клеток с отклонением объёма тромбоцитов от среднего (ООТОС) и крупных тромбоцитарных клеток, по сравнению с малыми (ОТККМ), свидетельствует о снижении функциональной активности тромбоцитов, которые обладают более низкой способностью к адгезии. Повышение количества тромбоцитов может свидетельствовать об увеличении крупных клеток.

При слабом возмущении магнитного поля Земли ($12 < A_p < 22$ нТл) в крови беременных с плацентарными нарушениями (2-я группа) выявлены статистически значимые обратные корреляционные связи

Таблица 3
Корреляционные связи между показателями крови ($p < 0,05$) женщин с физиологической беременностью и с плацентарными нарушениями при различном возмущении магнитного поля Земли

Table 3
Correlation between blood counts ($p < 0.05$) of women with physiological pregnancy and placental disorders insufficiency at different perturbation of the Earth's magnetic field

Показатели	12 < A _p < 22 нТл				22 < A _p < 39 нТл			
	1-я группа		2-я группа		3-я группа		4-я группа	
	+r	-r	+r	-r	+r	-r	+r	-r
СОТ – ООТОС	0,96	–	0,95	–	0,96	–	0,97	–
СОТ – ОТККМ	0,99	–	0,99	–	0,99	–	0,99	–
ООТОС – ОТККМ	0,94	–	0,95	–	0,96	–	0,97	–
Тромбоциты – СОТ	–	0,59	–	0,62	–	–	–	–
Тромбоциты – ООТОС	–	0,55	–	0,67	–	–	–	–
Тромбоциты – ОТККМ	–	0,60	–	0,63	–	–	–	–
Тромбоциты – СОЭ	–	–	–	0,63	–	–	–	–
Тромбоцит– % протромбина по Квику	–	–	–	0,72	–	–	–	–
Тромбоцит – АПТВ	–	–	0,66	–	–	–	–	0,88
Гемоглобин – гематокрит	0,96	–	0,99	–	–	–	0,97	–
Гематокрит – ООТОС	–	–	–	–	–	–	–	0,46
Гематокрит – ОТККМ	–	–	–	–	–	0,38	–	–
Фибриноген – АПТВ	–	–	–	–	–	0,66	–	0,75
Фибриноген– тромбоцит	–	–	–	–	–	–	0,67	–
Эритроциты – СОЭ	–	–	–	0,50	–	–	–	0,55
% протромбина по Квику – АПТВ	–	–	–	0,63	–	–	–	–
% протромбина по Квику – ПВ	–	–	–	0,84	–	0,68	–	0,67

средней силы между тромбоцитами и различными вариантами их субпопуляций, что свидетельствует о повышенной склонности к тромбообразованию. Этот характер изменений также отмечали в группе здоровых беременных (1-я группа), что можно расценивать как адаптивную реакцию организма в ответ на слабое геомагнитное возмущение (табл. 3).

Воздействие малой магнитной бури ($22 < Ar < 39$ нТл) сопровождалось появлением новых функциональных связей в свертывающей системе крови беременных с плацентарными нарушениями (4-я группа). Отмечены отрицательные значимые корреляционные связи между эритроцитами и СОЭ ($r = -0,55; p < 0,05$), тромбоцитом и АПТВ ($r = -0,88; p < 0,05$), фибриногеном и АПТВ ($r = -0,75; p < 0,05$), тромбоцитом и % протромбина по Квику ($r = -0,72; p < 0,05$), а также прямые корреляционные связи фибриноген – тромбоцит ($r = 0,67; p < 0,05$) (табл. 3). Эти изменения свидетельствуют об ускорении формирования фибринового сгустка в плазме и повышении вязкости крови (табл. 3).

Результаты корреляционного анализа системы гемостаза и форменных элементов в крови у беременных 3-й и 4-й групп выявили повышение активности свертывающей системы, что хорошо согласовывалось со статистически значимым увеличением числа тромбоцитов, значений тромбоцита, СОЭ и концентрации фибриногена (табл. 2), указывающих на увеличение вязкости крови. В условиях магнитной бури у беременных с плацентарными нарушениями активность свертывающей системы была выше, по сравнению со здоровыми женщинами. Полученные данные хорошо согласуются с результатами исследований в отношении беременных женщин, которые доказывают влияние магнитных бурь на состояние свертывающей системы крови, приводящее к изменению гемостаза, увеличению значений СОЭ, снижению количества эритроцитов и гипоксии плода, что негативно сказывалось на его развитии [2, 3, 8].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вся совокупность полученных данных свидетельствует о повышении вязкостных характеристик крови у беременных при усилении геомагнитной активности. Установленные в исследовании изменения в свертывающей системе крови здоровых беременных могут рассматриваться как ответная реакция на изменение возмущения магнитного поля Земли. При этом происходит формирование новых функциональных систем, обеспечивающих адаптацию организма к изменяющимся условиям внешней среды. Для беременных с плацентарными нарушениями магнитная буря была сопряжена с усилением активности свертывающей системы крови и статистически значимым увеличением ее компонентов в крови пациенток.

ЛИТЕРАТУРА REFERENCES

1. Агаджанян Н.А., Макарова И.И. Магнитное поле Земли и организм человека // Экология человека. – 2005. – № 9. – С. 3–9.

Agadzhanyan NA, Makarova II. (2005). The Earth's magnetic field and human body [Magnitnoe pole Zemli i organizm cheloveka]. *Ekologiya cheloveka*, (9), 3-9.

2. Белишева Н.К. Вклад высокоширотных гелиогеофизических агентов в заболеваемость населения евро-арктического региона // Вестник уральской медицинской академической науки. – 2014. – № 2. – С. 5–11.

Belisheva NK. (2014). Contribution of high latitude heliogeophysical agents in the morbidity of the population in the Euro-Arctic region [Vklad vysokoshirotykh heliogeofizicheskikh agentov v zaboлеваemost' naseleniya evro-arkticheskogo regiona]. *Vestnik ural'skoy meditsinskoy akademicheskoy nauki*, (2), 5-11.

3. Бобина И.В. Влияние факторов солнечной и геомагнитной активности на психометрические и клинико-лабораторные показатели беременных женщин // Известия Алтайского государственного университета. – 2009. – № 3. – С. 7–11

Bobina IV. (2009). Influence of factors of solar and geomagnetic activity on psychometric and clinical-laboratory indicators of pregnant women [Vliyanie faktorov solnechnoy i geomagnitnoy aktivnosti na psikhometricheskie i kliniko-laboratornye pokazateli beremennykh zhenshchin]. *Izvestiya Altayskogo gosudarstvennogo universiteta*, (3), 7-11.

4. Варакин Ю.Я., Ионова В.Г., Сазонова Е.А., Горностаева Г.В., Сазанова Е.А., Сергеев Н.П., Тедорадзе Р.В. Влияние гелиогеофизических возмущений на гемореологические параметры у здоровых людей // Земский врач. – 2011. – № 2. – С. 21–24.

Varakin YuYa, Ionova VG, Gornostaeva GV, Sazanova EA, Sergeenko NP, Tedoradze RV. (2011). Impact of heliogeophysical disturbances on haemoreological parameters in healthy people [Vliyanie geliogeofizicheskikh vozmushcheniy na gemoreologicheskie parametry u zdorovykh lyudey]. *Zemskiy vrach*, (2), 21-24.

5. Гаджиев Г.Д., Рахматуллин Р.А., Дорохова А.Н. Экологические аспекты воздействия солнечной и геомагнитной активности на состояние здоровья сотрудников ИИЦ СО РАН // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2010. – № 6 (76). – С. 132–137.

Gadzhiev GD, Rakhmatullin RA, Dorokhova AN. (2010). Ecological aspects of influence of solar and geomagnetic activity on a state of health of employees of Irkutsk Scientific Center SB RAS [Ekologicheskie aspekty vozdeystviya solnechnoy i geomagnitnoy aktivnosti na sostoyanie zdorov'ya sotrudnikov INTS SO RAN]. *Bulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo centra*, (6), 132-137.

6. Гринцов М.И., Гринцова В.М. Механизмы биологических эффектов гелиогеофизических возмущений // Успехи современного естествознания. – 2002. – № 1. – С. 96–118.

Grintsov MI, Grintsova VM. (2002). Mechanisms of biological effects of heliogeophysical disturbances [Mekhanizmy biologicheskikh effektov geliogeofizicheskikh vozmushcheniy]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, (1), 96-118.

7. Карпин В.А. Актуальные проблемы северной магнитобиологии. Обзор литературы. // Экология человека. – 2014. – № 4. – С. 3–10.

Karpin VA. (2014). Urgent problems of Northern magnetobiology [Aktual'nye problemy severnoy magnitobiologii. Obzor literatury]. *Ekologiya cheloveka*, (4), 3-10.

8. Качергене Н.Б., Верницкайте Р.Б., Дайлидене Н.К. Геокосмические факторы в адаптации внутриклеточной энергетики при патологии беременных женщин, родильниц и детей // Биофизика. – 1992. – Т. 37, № 4. – С. 705–709.

Kachergene NB, Vernitskayte RB, Daylidene NK. (1992). Geocosmic factors in the adaptation of intracellular energy in the pathology of pregnant women, puerperas and children [Geokosmicheskie faktory v adaptatsii vnutrikletочноy energetiki pri patologii beremennykh zhenshchin, rodil'nits i detey]. *Biofizika*, 37 (4), 705-709.

9. Колесникова Л.И., Гребенкина Л.А., Даренская М.А., Власов Б.Я. Окислительный стресс как неспецифическое патогенетическое звено репродуктивных нарушений (обзор) // Сибирский научный медицинский журнал. – 2012. – Т. 32 (1). – С. 58–66.

Kolesnikova LI, Grebenkina LA, Darenskaya MA, Vlasov BYa. (2012). Oxidative stress as a nonspecific pathogenetic link of reproductive disorders (review) [Oksislitel'nyy stress kak nespetsificheskoye patogeneticheskoye zveno reproduktivnykh narusheniy (obzor)]. *Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal*, 32 (1), 58-66.

10. Флоренсов В.В., Протопопова Н.В., Колесникова Л.И. Состояние перекисного окисления липидов и антиокислительной системы у беременных с неосложненным течением беременности и плацентарной недостаточностью // Журнал акушерства и женских болезней. – 2005. – № LIV (2). – С. 44–49.

Florensov VV, Protopyova NV, Kolesnikova LI. (2005). The state of lipid peroxidation and antioxidant system in pregnant women with uncomplicated pregnancy and placental insufficiency [Sostoyaniye perekisnogo okisleniya lipidov i antiokislitel'noy sistemy u beremennykh s neoslozhnennym techeniem beremennosti i platsentarnoy nedostatochnost'yu]. *Zhurnal akusherstva i zhenskikh bolezney*, (2), 44-49.

11. Шумилов О.И., Касаткина Е.А., Еникеев А.В., Храмов А.А. Исследование воздействия геомагнитных возмущений в высоких широтах на внутриутробное состояние плода методом кардиотокографии // Биофизика. – 2003. – Т. 48. – № 2. – С. 374–379.

Shumilov OI, Kasatkina EA, Enikeev AV, Khramov AA. (2003). Investigation of the effect of geomagnetic disturbances in high latitudes on the intrauterine state of the fetus using the method of cardiotocography [Issledovanie vozdeystviya geomagnitnykh vozmushcheniy v vysokikh shirotakh na vnutriutrobnoye sostoyaniye ploda metodom kardiotokografii]. *Biofizika*, 48 (2), 374-379.

12. Ямшанов В.А. Болезни возраста, зависящие от состояния геомагнитного поля в период внутриутробного развития // Успехи геронтологии. – 2010. – Т. 23, № 4. – С. 554–556.

Yamshanov VA. (2010). Age diseases depending on geomagnetic field activity in the period of intrauterine development [Bolezni vozrasta, zavislyashchie ot sostoyaniya geomagnitnogo polya v period vnutriutrobnogo razvitiya]. *Uspekhi gerontologii*, 23 (4), 554-556.

13. Alabdulgade A, Maccraty R, Atkinson M, Vainoras A, Berskiene K, Mauriciene V, Navickas Z, Smidtaite R, Landauskas M, Daunoraviciene A. (2015). Human heart rhythm sensitivity to earth local magnetic field fluctuations: *J Vibroengineering*, 17 (6), 3271-3278.

14. Carpentier PH. (1999). New techniques for clinical assessment of the peripheral microcirculation. *Drugs*, (1), 17-22.

15. Caswell JM, Carniello TN, Murugan NJ. (2016). Annual incidence of mortality related to hypertensive disease in Canada and associations with heliophysical parameters. *Int J Biometeorol*, 60 (1), 9-20. DOI: 10.1007/s00484-015-1000-3

16. Lee BC, Johng HM, Lim JK, Jeong JH, Baik KY, Nam TJ, Lee JH, Kim J, Sohn UD, Yoon G, Shin S, Soh KS. (2004). Effects of extremely low frequency magnetic field on the antioxidant defense system in mouse brain: a chemiluminescence study. *J Photochem Photobiol B*, 73 (1-2), 43-48.

17. Simões F, Pfaff R, Freudenreich H. (2011). Satellite observations of Schumann resonances in the Earth's ionosphere. *Geophys Res Lett*, 38 (L22101). DOI: 10.1029/2011GL049668.

18. Stoupe EG. (2016). Cosmic ray (neutron) activity and air pollution nanoparticles cardiovascular disease risk factors – separate or together? *J Basic Clin Physiol Pharmacol*, 27 (5), 493-496. DOI: 10.1515/jb-cpp-2015-0119.

Сведения об авторах Information about the authors

Осипова Елена Владимировна – доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории патофизиологии, ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»; профессор кафедры естественно-научных дисциплин педагогического института, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет» (664003, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 16; тел./факс (3952) 20-76-36, (3952) 20-73-67; e-mail: evosipova2010@yandex.ru) ● <http://orcid.org/0000-0003-4611-6300>
Osipova Elena Vladimirovna – Doctor of Biological Sciences, Senior Research Officer at the Laboratory of at Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems; Professor at the Department of Natural Science of the Pedagogical Institute, Irkutsk State University (664003, Irkutsk, ul. Timiryazeva, 16; tel./fax (3952) 20-76-36, (3952) 20-73-67; e-mail: evosipova2010@yandex.ru) ● <http://orcid.org/0000-0003-4611-6300>

Ухова Анастасия Владимировна – магистрант кафедры естественно-научных дисциплин педагогического института, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет» (664011, г. Иркутск, ул. Нижняя Набережная, 6; e-mail: kaching1212@yandex.ru) ● <http://orcid.org/0000-0002-3469-929X>

Ukhova Anastasia Vladimirovna – Master Degree Student at the Department of Natural Science of the Pedagogical Institute, Irkutsk State University (664011, Irkutsk, ul. Nizhnyaya Naberezhnaya, 6; e-mail: kaching1212@yandex.ru) ● <http://orcid.org/0000-0002-3469-929X>

Суховская Владислава Валерьевна – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры перинатальной и репродуктивной медицины, Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО «Рос-

сийская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России (e-mail: suhovlada@mail.ru)  <http://orcid.org/0000-0002-6697-5201>

Sukhovskaya Vladislava Valeryevna – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor at the Department of Perinatal and Reproductive Medicine, Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education (e-mail: suhovlada@mail.ru)  <http://orcid.org/0000-0002-6697-5201>

Протопопова Наталья Владимировна – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой перинатальной и репродуктивной медицины, Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; руководитель лаборатории вспомогательных репродуктивных технологий и перинатальной медицины, ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»; заместитель главного врача по акушерско-гинекологической помощи, ГБУЗ «Иркутская ордена «Знак почёта» областная клиническая больница» (664049, г. Иркутск, Юбилейный, 100; e-mail: doc_protopyova@mail.ru)  <http://orcid.org/0000-0002-1740-228X>

Protopyova Natalya Vladimirovna – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Perinatal and Reproductive Medicine, Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education; Head of the Laboratory of Assisted Reproductive Technologies and Perinatal Medicine, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems; Deputy Chief Physician for Obstetric Aid, Irkutsk Regional Clinical Hospital (664049, Irkutsk, Yubileyniy, 100; e-mail: doc_protopyova@mail.ru)  <http://orcid.org/0000-0002-1740-228X>

Солдатенко Надежда Александровна – магистрант кафедры естественно-научных дисциплин педагогического института, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет» (e-mail: SoldatenkoNA@yandex.ru)  <http://orcid.org/0000-0001-8824-7419>

Soldatenko Nadezhda Aleksandrovna – Master Degree Student at the Department of Natural Science of the Pedagogical Institute, Irkutsk State University (e-mail: SoldatenkoNA@yandex.ru)  <http://orcid.org/0000-0001-8824-7419>

Кожкарева Ольга Валерьевна – врач клинической лабораторной диагностики клиничко-диагностической лаборатории Областного перинатального центра, ГБУЗ «Иркутская ордена «Знак почёта» областная клиническая больница» (e-mail: olgakoshkareva@mail.ru)  <http://orcid.org/0000-0002-1277-4308>

Koshkareva Olga Valeryevna – Clinical Laboratory Physical at the Laboratory of Clinical Diagnostics of Regional Perinatal Center, Irkutsk Regional Clinical Hospital (e-mail: olgakoshkareva@mail.ru)  <http://orcid.org/0000-0002-1277-4308>

Денисова Анна Алексеевна – заведующая клиничко-диагностической лабораторией Областного перинатального центра, ГБУЗ «Иркутская ордена «Знак почёта» областная клиническая больница» (e-mail: 79086621147@ya.ru)  <http://orcid.org/0000-0002-8124-3025>

Denisova Anna Alekseevna – Head of the Laboratory of Clinical Diagnostics of Regional Perinatal Center, Irkutsk Regional Clinical Hospital (e-mail: 79086621147@ya.ru)  <http://orcid.org/0000-0002-8124-3025>

Морозова Елена Михайловна – ассистент кафедры патологии Института фармации, ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (119991, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2; тел. (499) 248-05-53; e-mail: rektorat@sechenov.ru)

Morozova Elena Mikhaylovna – Teaching Assistant at the Department of Pathology of the Institute of Pharmacy, Sechenov First Moscow State Medical University (119991, Moscow, ul. Trubetskaya, 8-2; tel. (499) 248-05-53; e-mail: rektorat@sechenov.ru)

Лобыгина Альбина Владимировна – доктор медицинских наук, научный сотрудник лаборатории гинекологической эндокринологии, ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»

Labygina Albina Vladimirovna – Doctor of Medical Sciences, Research Officer at the Laboratory of Gynecological Endocrinology, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems

Гребенкина Людмила Анатольевна – доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории патофизиологии, ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» (e-mail: greblud@mail.ru)

Grebenkina Lyudmila Anatolyevna – Doctor of Biological Sciences, Senior Research Officer at the Laboratory of Pathophysiology, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems (e-mail: greblud@mail.ru)