

**Д.П. КУРМАЕВ, С.В. БУЛГАКОВА, Н.О. ЗАХАРОВА,
Е.В. ТРЕНЕВА, В.А. КОНДУРЦЕВ**

Самарский государственный медицинский университет

**РЕАКЦИИ СОСУДОВ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО РУСЛА
НА ГЕОМАГНИТНЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ У БОЛЬНЫХ
ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТА**

В данной статье рассматривается механизм влияния геомагнитных возмущений на микроциркуляторную систему пациентов старческого возраста, страдающих ишемической болезнью сердца. Реакции сосудов микроциркуляторного русла оценивались с помощью метода лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) на аппарате ЛАКК-02 (НПП «Лазма», Москва). Показано, что при геомагнитных возмущениях возникают нарушения микроциркуляции, которые могут быть причиной обострения ишемической болезни сердца у обследованных пациентов.

Ключевые слова: геомагнитные возмущения, микроциркуляция, ишемическая болезнь сердца, старческий возраст

Курмаев Дмитрий Петрович - старший лаборант кафедры гериатрии и возрастной эндокринологии СамГМУ. E-mail: geriatry@mail.ru

Булгакова Светлана Викторовна - заведующий кафедрой гериатрии и возрастной эндокринологии СамГМУ, доктор медицинских наук, доцент. E-mail: osteoporosis63@gmail.com

Захарова Наталья Олеговна - доктор медицинских наук, профессор кафедры гериатрии и возрастной эндокринологии СамГМУ. E-mail: geriatry@mail.ru

Тренева Екатерина Вячеславовна - кандидат медицинских наук, ассистент кафедры гериатрии и возрастной эндокринологии СамГМУ. E-mail: geriatry@mail.ru

Кондурцев Валерий Алексеевич - доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией клинической бактериологии, микологии и антибиотической терапии. E-mail: info@samsmu.ru

**D.P. KURMAEV, S.V. BULGAKOVA, N.O. ZAKHAROVA,
E.V. TRENEVA, V.A. KONDURCEV**

Samara State Medical University

**RESPONSE OF MICROCIRCULATORY BLOODSTREAM VESSELS
TO GEOMAGNETIC PERTURBATIONS IN ELDERLY PATIENTS
WITH ISCHAEMIC HEART DISEASE**

The article studies the effect of geomagnetic disturbances on the microcirculatory system of senile patients suffering from coronary disease. Response of microcirculatory bloodstream vessels was evaluated by means of laser Doppler flowmetry (LDF) on LAKK-02 apparatus (SPE "Lazma", Moscow). Geomagnetic disturbances were shown to cause microcirculatory disorders, which can result in acute coronary heart disease.

Key words: geomagnetic disturbances, microcirculation, coronary heart disease, old age

Dmitry Petrovich Kurmaev – Senior laboratory assistant of the Geriatrics and Age-related Endocrinology Department. E-mail: geriatry@mail.ru

Svetlana Viktorovna Bulgakova – Doctor of Medicine, Associate Professor, Head of the Geriatrics and Age-related Endocrinology Department. E-mail: osteoporosis63@gmail.com

Natalia Olegovna Zakharova – Doctor of Medicine, Professor, Geriatrics and Age-related Endocrinology Department. E-mail: geriatry@mail.ru

Ekaterina Vyacheslavovna Treneva – Assistant of the Geriatrics and Age-related Endocrinology Department. E-mail: geriatry@mail.ru

Valeriy Alekseevich Kondurcev – Doctor of Medicine, Professor, Head of Clinical Bacteriology, Mycology and Antibiotic Treatment Laboratory. E-mail: info@samsmu.ru

На здоровье человека оказывают влияние факторы внешней среды. Организм человека – открытая термодинамическая система, которая обменивается с окружающей средой веществом, энергией и ин-

формацией [4, 5]. Электромагнитные излучения являются одной из составляющих общего электромагнитного фона. Представляет интерес изучение временной динамики их интенсивности, потому

что рецепторы живых организмов наиболее трудно адаптируются к резким изменениям любых абиотических факторов окружающей среды [18]. Важнейшим фактором космической среды, оказывающим влияние на биосферу, является магнитное поле Земли, подверженное динамическим процессам при изменении солнечной активности [15]. Реакции в ответ на изменения магнитного поля развиваются мультисистемно, затрагивают центральную нервную систему, эндокринную систему, систему кровообращения, систему крови. Система микроциркуляции реагирует на изменения активности вегетативной нервной системы и эндокринной системы путем периодического изменения тонуса сосудов [17]. У пациентов старческого возраста резервы функционирования снижены, поэтому нарушение кровотока в микроциркуляторном русле может привести к обострению стенокардии [9, 19]. Десинхронизация, вызванная геомагнитными возмущениями, приводит к аналогичной реакции сосудов [13]. Реакции сосудов микроциркуляторного русла в период геомагнитных возмущений изучались в разных научных работах – для этих целей использовался метод капилляроскопии области эпонихия 4-го пальца кисти пациента [2]. Большие диагностические возможности представляет метод лазерной доплеровской флоуметрии [3, 10, 12]. Этот метод позволяет определить динамические характеристики микроциркуляции: изменение перфузии ткани в единицу времени в зондируемом объеме [1, 6, 11, 16, 20]. Среди пациентов старческого возраста имеется большое количество метеочувствительных лиц, страдающих ишемической болезнью сердца (ИБС). По данным статистики, в период геомагнитных возмущений отмечается возрастание частоты вызовов скорой помощи в связи с обострением сердечно-сосудистых заболеваний [7]. В данные периоды происходит ухудшение качества жизни пациентов старческого возраста, страдающих ИБС, возрастает риск развития осложнений [8, 13], в связи с этим необходимо дальнейшее изучение затронутой проблемы.

Цель исследования: оценка реакций микроциркуляторного русла у пациентов пожилого и старческого возраста, страдающих ИБС, при геомагнитных возмущениях для изучения патогенетических механизмов, приводящих к обострению заболевания.

Материалы и методы исследования

Нами обследовано методом лазерной доплеровской флоуметрии 69 пациен-

тов в возрасте от 68 до 89 лет, средний возраст $82,3 \pm 4,7$ лет, страдающих ИБС стабильной стенокардией напряжения 2 функционального класса. Диагноз ИБС поставлен в соответствии с клиническими рекомендациями по лечению ишемической болезни сердца (2013). По спектру и выраженности сопутствующей патологии достоверных различий между группами не было.

Критериями исключения из исследования служили: гемодинамически значимые пороки сердца, острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе, а также сопутствующая патология внутренних органов, которая могла существенным образом повлиять на прогноз пациентов (почечная и печеночная недостаточность, заболевания щитовидной железы, сахарный диабет, системные заболевания соединительной ткани, онкологические заболевания, бронхиальная астма, психические и гематологические заболевания). В исследования также не включались пациенты, страдающие алкогольной и никотиновой зависимостью.

В нашем исследовании проводилось изучение параметров микроциркуляции с помощью метода лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) на аппарате ЛАКК-02 (НПП «Лазма», Москва). Исследование микроциркуляции проводили по стандартному алгоритму: пациент находился в положении лежа на кушетке при температуре помещения 22-24 градуса, с предварительным отдыхом в горизонтальном положении в течение 10 минут. Регистрация сигнала производилась с зоны Захарьина-Гедда – датчик помещался на тыльной стороне левого предплечья на 4 см проксимальнее шиловидных отростков лучевой и локтевой костей. В процессе регистрации проводилось измерение базального уровня микроциркуляции, а также оценивались показатели после проведения функциональных проб.

Измерения для каждого пациента проводили дважды: в день спокойной геомагнитной обстановки и в день магнитной бури. Данные о геомагнитной обстановке были получены на сайте Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова Российской академии наук (ИЗМИРАН). При изучении данных ЛДФ оценивались средний уровень микроциркуляции, среднеквадратичное отклонение, постоянная составляющая микроциркуляции, переменная составляющая микроциркуляции, амплитудно-частотный спектр с проведением вейвлет-преобразования (вейвлет-анализ). Статистическая обра-

ботка данных проводилась в среде программного пакета Statistica 6.0.

Результаты и обсуждение

У обследованных нами пациентов на фоне геомагнитных возмущений по сравнению с магнитоспокойными периодами выявлены изменения как в базовых, так и в спектрально-частотных показателях микроциркуляции (таблица 1, рисунок 1). Наблюдалось достоверное увеличение постоянной составляющей M с $5,73 \pm 0,78$ перф. ед. до $6,05 \pm 0,97$ перф. ед. ($p=0,0345$), одновременно произошло возрастание переменной составляющей перфузии $\delta ПМ$ с $1,39 \pm 0,22$ перф. ед. до $1,51 \pm 0,36$ ($p=0,0196$) и коэффициента вариации K_v с $25,90 \pm 3,81\%$ до $28,12 \pm 7,02\%$ ($p=0,0225$). Эти явления свидетельствуют об активации механизмов регуляции кровотока в микроциркуляторном русле на фоне увеличения его кровенаполнения.

Для подробного исследования вклада отдельных регуляторных факторов в изменения микроциркуляции проведено сравнение спектрально-частотных параметров ЛДФ-сигнала (эндотелиальный – EF, нейрогенный – NF, миогенный – MF, респираторный – RF и сердечный – CF компоненты). Проводилось сравнение в каждом частотном диапазоне по параметрам амплитуды и мощности данного частотного диапазона в общем спектре ЛДФ-граммы.

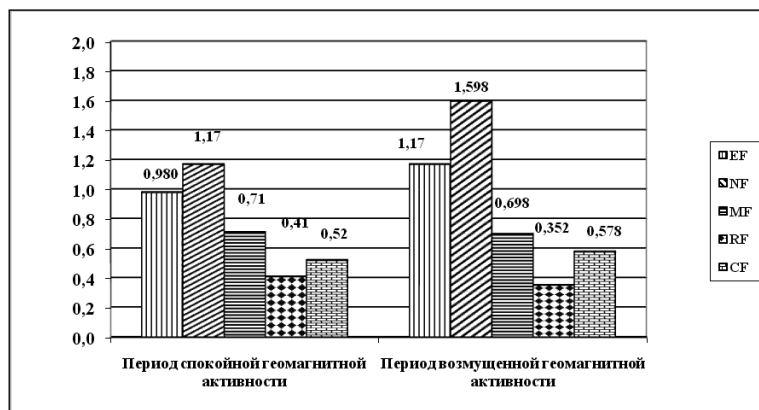


Рис. 1. Изменение параметров микроциркуляции пациентов в период спокойной и возмущенной геомагнитной активности

Как видно из таблицы 1 и рисунка 1, в период спокойной геомагнитной обстановки преобладали колебания низкочастотного диапазона, связанного с нейрогенным тонусом и отражающим активность симпатического отдела вегетативной нервной системы. На фоне геомагнитных возмущений произошли изменения спектрально-частотных показателей микроциркуляции.

Так, амплитуда эндотелиального ритма достоверно повысилась с $0,980 \pm 0,35$ до $1,170 \pm 0,44$ ($p=0,0057$). Амплитуда нейрогенного ритма также повысилась с $1,170 \pm 0,64$ до $1,598 \pm 0,96$ ($p=0,0025$). Не наблюдалось достоверных изменений амплитуды миогенного ритма: $0,710 \pm 0,11$ на фоне спокойной геомагнитной активности и $0,698 \pm 0,09$ в период геомагнитных возмущений ($p=0,4843$). Амплитуда дыхательного ритма достоверно снизилась с $0,410 \pm 0,17$ до $0,352 \pm 0,13$ ($p=0,0260$). Не наблюдалось достоверных изменений амплитуды сердечного ритма: с $0,520 \pm 0,19$ до $0,578 \pm 0,14$ ($p=0,431$).

Выявленные изменения позволяют определить вклад активных и пассивных механизмов регуляции кровотока в микроциркуляторном русле в период геомагнитных возмущений. Достоверное увеличение амплитуды эндотелиального ритма говорит о развитии процессов эндотелиальной дисфункции [13]. Увеличение амплитуды нейрогенного ритма характерно для снижения сопротивления сосудов на входе в микроциркуляторное русло (влияние на гладкие мышцы артериол). При сопутствующем повышении миогенного тонуса возможно увеличение шунтирования кровотока мимо нутритивного капиллярного русла через артериоло-венулярные анастомозы. У обследованных пациентов в период геомагнитных возмущений не наблюдается достоверного изменения миогенного ритма, кроме того, исследуемая зона Захарьина-Геда содержит мало анастомозов в структуре микроциркуляторного русла. В связи с этим увеличение амплитуды нейрогенного ритма характеризует гиперемические явления в микроцирку-

ляторном русле. Снижение амплитуды дыхательного ритма может

быть связано с застойными процессами в микроциркуляторном русле на фоне его гиперемии. Так как вышеперечисленные нарушения микроциркуляции крови в зоне Захарьина-Геда коррелируют с изменениями в миокарде, стаз микрокровотока в сочетании с гиперемией в области миокарда может привести к гипоксии кардиомиоцитов и, следовательно, к развитию приступа стенокардии у обследованных нами пациентов. Резерв-

Изменение параметров микроциркуляции пациентов в период спокойной и возмущенной геомагнитной активности

Параметры микроциркуляции		Период спокойной геомагнитной активности n=69	Период возмущенной геомагнитной активности n=69	Достоверность различий, p
Базовые показатели микроциркуляции				
Показатель микроциркуляции, среднее арифметическое M, перф. ед.		5,73±0,78	6,05±0,97	0,0345
Среднеквадратичное отклонение, σ		1,39±0,22	1,51±0,36	0,0196
Коэффициент вариации, Kv		25,90±3,81	28,12±7,02	0,0225
Спектрально-частотные показатели микроциркуляции				
EF	Эндотелиальный ритм, Амплитуда	0,980±0,35	1,170±0,44	0,0057
NF	Нейрогенный ритм, Амплитуда	1,170±0,64	1,598±0,96	0,0025
MF	Миогенный ритм, Амплитуда	0,710±0,11	0,698±0,09	0,4843
RF	Дыхательный ритм, Амплитуда	0,410±0,17	0,352±0,13	0,0260
CF	Сердечный ритм, Амплитуда	0,520±0,19	0,578±0,14	0,431

ные возможности организма пациентов пожилого и старческого возраста снижены, поэтому способность к компенсации недостаточна, при этом процессы стаза микроциркуляторного кровотока в сочетании с гиперемией могут привести к гипоксии и ишемии тканей, в том числе миокарда. Таким образом, на фоне геомагнитных возмущений за счет нарушений микроциркуляции миокарда увеличивается риск осложнений гериатрических пациентов, страдающих ишемической болезнью сердца.

Выводы

У пациентов старческого возраста с ИБС, стабильной стенокардией напряжения 2 ф. кл. геомагнитные возмущения вызывают активацию механизмов регуляции кровотока в микроциркуляторном русле.

На фоне геомагнитных возмущений у обследованных пациентов наблюдаются явления гиперемии и стаза кровотока в микроциркуляторном русле.

Наблюдающиеся изменения микроциркуляторного кровотока могут приводить к ишемическим явлениям в тканях, в том числе и в миокарде, что может способствовать обострению ИБС у пациентов.

Список литературы

1. Антипов О.И., Неганов В.А. Анализ и прогнозирование поведения временных рядов. – М.: Радиотехника, 2011. – 350 с.

2. Аракчеев А.Г. Гурфинкель Ю.И., Певгов В.Г. Компьютерный капилляроскоп для неинвазивных исследований параметров циркулирующей крови // Московский хирургический журнал. – 2010. – № 5. – С. 27-30.

3. Бархатов И.В. Оценка системы микроциркуляции крови методом лазерной доплеровской флоуметрии // Клиническая медицина. – 2013. – № 11. – С. 21-27.

4. Ботоева Н.К., Хетагурова Л.Г., Рапопорт С.И. Заболеваемость инфарктом миокарда во Владикавказе в зависимости от солнечной и геомагнитной активности // Клиническая медицина. – 2013. – № 10. – С. 28-34.

5. Гаврилов А.О. Вопросы фундаментальной гемоагрегатологии – биоэнергетика агрегатного состояния крови. – М.: Изд - во НИИК ХК, 2005. – 98 с.

6. Давыдкин И.Л., Бакшеев М.Г., Кириченко И.А. Клинико-диагностическое значение нарушений микроциркуляции у пациентов с гипертоническими кризами // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16. – № 5(4). – С. 1269-1272.

7. Дашиева Д.А. Влияние динамики солнечной активности на состояние сердечно-сосудистой системы человека в условиях Восточного Забайкалья // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 4. – С. 73-77.

8. Захарова Н.О. Значение нарушений в системе агрегатного состояния крови в развитии сердечно-сосудистых заболеваний в условиях физиологического и ускоренного старения/ Н.О. Захарова, А.В. Николаева, С.И. Бердяшкина, Е.В. Тренева, О.Н. Ивкина, Е.В. Кирилина, Е.А. Овчинникова, Д.П. Курмаев, К.А. Рослякова, С.В. Чичерина // Известия Самарского

научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16. – № 5. – С. 857-859.

9. Кирилина Е.В. Средний объем тромбоцитов как прогностически неблагоприятный маркер у гериатрических больных ишемической болезнью сердца, осложненной фибрилляцией предсердий // Аспирантский вестник Поволжья. – 2014. – № 5-6. – С. 10-14.

10. Козлов В.И. Современные тенденции развития лазерной доплеровской флоуметрии в оценке микроциркуляции тканей // Применение лазерной доплеровской флоуметрии в медицинской практике: матер. I Всерос. симпозиума. – М., 1996. – С. 3-12.

11. Красников Г.В. Статистический анализ variabilityности осцилляций периферического кровотока // Применение лазерной доплеровской флоуметрии в медицинской практике: матер. III Всерос. симпозиума. – М., 2000. – С. 25-28.

12. Крупаткин А.И., Сидоров В.В. Лазерная доплеровская флоуметрия. Микроциркуляции крови: Руководство для врачей. – М.: Медицина, 2005. – 256 с.

13. Курмаев Д.П. Влияние гелиогеофизических факторов на организм больных ИБС пожилого и старческого возраста // Аспирантские чтения – 2010: материалы докл. Всерос. конф. «Молодые ученые – медицине». – Самара: ГОУ ВПО «СамГМУ Росздрава», 2010. – С. 71-73.

14. Курмаев Д.П., Захарова Н.О. Факторы метеочувствительности к геомагнитным воз-

мущениям у престарелых пациентов, страдающих ишемической болезнью сердца // Противоречия современной кардиологии: спорные и нерешенные вопросы: материалы V Всерос. конф. - Самара, 2016. – С. 64-65.

15. Ораевский В.Н. Медико-биологические эффекты естественных электромагнитных вариаций // Корреляции биологических и физико-химических процессов с космическими и гелиогеофизическими факторами: 4-й Междунар. Пушинский симпозиум. – Пушкино, 1996. – С. 39-42.

16. Применение лазерной доплеровской флоуметрии в медицинской практике: материалы IV Всерос. симпозиума (Пушино, 14-16 мая 2002 г.). – Тула: Изд-во Тул. гос. пед. ун-та им. Л. Н.Толстого, 2002. – 175 с.

17. Пятин В.Ф. Физиология человека. – Самара: Самарский дом печати, 2002. – 416 с.

18. Северцов А.С. Основы теории эволюции. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 320 с.

19. Тренева Е.В. Особенности состояния микроциркуляторного русла у ветеранов боевых действий, страдающих артериальной гипертонией // Аспирантский вестник Поволжья. – 2014. – № 5-6. – С. 19-22.

20. Binzoni T. Absorption and scattering coefficient dependence of laser-Doppler flowmetry models for large tissue volumes // Physics in medicine and biology. – Switzerland, 2006. – № 51. – Vol. 311-333.