

**Н. В. Помыткина, Е. Л. Сорокин**

Хабаровский филиал  
МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С. Н. Федорова  
ул. Тихоокеанская, 211, Хабаровск, 680033, Россия

E-mail: nauka@khvmtk.ru

## **ВЛИЯНИЕ ГЕОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ НА МИКРОЦИРКУЛЯЦИЮ ГЛАЗА ПРИ ТРОМБОЗАХ РЕТИНАЛЬНЫХ ВЕН**

Исследовали микроциркуляцию глаза у 60 пациентов с тромбозами ретинальных вен в различные периоды геомагнитной активности. Использовали методы лазерной доплеровской флоуметрии, в дни исследований оценивали состояние геомагнитного  $K_p$ -индекса. В магнитоспокойные дни при выполнении функциональной фармакологической пробы с ирифрином выявлено три типа реакции микроциркуляторного русла глаза: спастический, парадоксальный и дисрегуляторный, коррелировавшие с вариантами клинической картины заболевания. В периоды геомагнитных возмущений отмечалось усиление застойных явлений в системе регионарной микроциркуляции глаза. При низких адаптивных возможностях регионарной микроциркуляции глаза геомагнитные возмущения повышают риск формирования тромбозов ретинальных вен.

*Ключевые слова:* тромбоз, ретинальные вены, геомагнитные возмущения, микроциркуляция, лазерная доплеровская флоуметрия.

Развитие современного общества характеризуется ростом сердечно-сосудистой патологии. Подобные заболевания определяют системное поражение стенки сосудов, в том числе глаза. Оклюзия вен сетчатки – острое нарушение кровообращения в венозном отделе ретинальной сосудистой системы составляет до 60 % случаев всей острой сосудистой патологии органа зрения и занимает второе место после диабетической ретинопатии по тяжести течения и прогнозу [1; 2].

В 15 % случаев тромбоз вен сетчатки является причиной инвалидизации по зрению [2; 3], что связано с поздними тяжелыми осложнениями, к которым относят пролиферативную посттромботическую ретинопатию, вторичную неоваскулярную глаукому, персистирующий макулярный отек. С другой стороны, ретинальный тромбоз всегда является маркером системной сосудистой патологии и нередко выступает в качестве предиктора острых внеглазных сосудистых заболеваний (острый инфаркт миокарда, острое нарушение мозгового кровообращения) [1].

Функциональные результаты терапии и хирургии ретинальных тромбозов остаются достаточно низкими, несмотря на активное развитие офтальмологических технологий [4]. В этой связи чрезвычайно высока актуальность прогнозирования риска формирования этого заболевания. Большое количество исследований посвящено изучению организменных факторов риска данной патологии, к которым, в первую очередь, относят гипертоническую болезнь и ишемическую болезнь сердца [1].

До последнего времени исследованию влияния факторов внешней среды на возникновение тромбозов ретинальных вен были посвящены лишь единичные работы [5]. Одним из таких факторов является изменение магнитного поля Земли, воздействующее преимущественно на сосудистую систему [6; 7]. Наши исследования позволили выявить достоверное увеличение частоты развития тромбозов ретинальных вен при геомагнитных возмущениях [8; 9]. Обнаружены определенные закономерности в состоянии микроциркуляции глаза при тромбозах ретинальных вен [10–12], ввиду чего

авторы сочли целесообразным углубленно изучить адаптивные возможности микроциркуляции глаза у пациентов с тромбозами ретинальных вен в различные периоды геомагнитной активности.

**Цель** исследования – изучить состояние микроциркуляции глаза у пациентов с тромбозами ретинальных вен при изменении геомагнитной обстановки.

### Материал и методы

Проведено динамическое наблюдение за 60 пациентами (60 глаз) в возрасте 48–81 года с тромбозами центральной вены сетчатки (ЦВС) и ее ветвей. Мужчин – 28, женщин – 32. У всех больных установлена гипертоническая болезнь I–III стадий. Продолжительность заболевания варьировала от 2 нед. до полугода. Обследование проводилось до начала консервативного, лазерного или хирургического лечения.

В группу контроля ( $n = 60$ ) включены практически здоровые лица, не имевшие в анамнезе заболеваний сердечно-сосудистой системы и сопоставимые по возрасту и полу.

Всем пациентам, наряду с офтальмоскопической оценкой состояния глазного дна, проводилось исследование микроциркуляции в системе глазничной артерии. Использовался метод контактной лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) на анализаторе капиллярного кровотока ЛАКК-02 со спектрофотометрическим каналом (НПП «Лазма», Россия). Гелий-неоновый датчик с длиной волны излучения 0,63 мкм устанавливался на поверхности бульбарной конъюнктивы нижнелатерального квадранта глазного яблока в положении пациента лежа. Длительность исследования составляла 4 мин. В основе ЛДФ лежит анализ доплеровского сдвига частот посланного и отраженного лазерного зондирующего луча, пропорционального скорости движения эритроцитов. Результирующий параметр ЛДФ определяет изменение перфузии ткани кровью в единицу времени в зондируемом объеме [13; 14].

Спектрофотометрический канал анализатора ЛАКК-02 позволяет осуществлять оптическую тканевую оксиметрию – оценивать общий уровень кровенаполнения микроциркуляторного русла ткани (объем-

ное кровенаполнение) и среднее относительное насыщение кислородом крови микроциркуляторного русла биоткани (кислородная сатурация). Данная оценка осуществляется на приборе программно по методологии абсорбционной спектроскопии.

Диагностика состояния регионарной микроциркуляции глаза осуществлялась в два этапа. На первом этапе исследовался базальный кровоток, на втором – проводилась функциональная проба. Полученные данные подвергались компьютерной обработке с применением вейвлет-анализа (версия программы 2.20.0.507 НПП «Лазма»). Исследовались показатель микроциркуляции, среднее квадратичное отклонение, коэффициент вариации, сатурация кислорода, объемное кровенаполнение ткани, амплитуда колебаний в эндотелиальном, нейрогенном, миогенном, дыхательном и сердечном диапазонах, миогенный и нейрогенный тонус, показатель шунтирования [13; 14].

Осуществлялось также моделирование реакции микроциркуляторного русла на стресс для изучения состояния адаптивной регуляции микроциркуляции глаза. Проводилась функциональная фармакологическая проба с  $\alpha_1$ -адреномиметиком – 10 % раствором ирифрина (фенилэфрина гидрохлорида), аналогом норадреналина – нейромедиатора симпатической нервной системы, обеспечивающей ответную реакцию организма на стресс-воздействия [15]. Показатели фиксировались до и через 3 мин после однократной инстилляции препарата в полость конъюнктивы.

Состояние геомагнитной активности оценивалось с помощью  $K_p$ -индекса, характеризующего колебания магнитного поля Земли за трехчасовой интервал времени. Использовалась международная классификация  $K_p$ -индекса: при  $K_p < 2$  магнитное поле планеты характеризовалось как спокойное;  $K_p = 2,3$  – слабо возмущенное;  $K_p = 4$  – возмущенное;  $K_p = 5,6$  – магнитная буря;  $K_p \geq 7$  – большая магнитная буря [6; 7]. Источниками информации о состоянии магнитного поля Земли выступали Хабаровский краевой гидрометеоцентр и сайт Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова РАН (<http://izmiran.ru>). Параметры микроциркуляции определяли как в магнитоспокойные дни ( $K_p < 4$ ), так и в периоды геомагнитных возмущений ( $K_p \geq 4$ ).

Статистическую обработку данных исследования проводили с помощью программ MS Excel и Statistica 6.0 с применением методов параметрической статистики. Отличия исследуемых показателей считали достоверными при не менее чем 95 % уровне значимости ( $p < 0,05$ ).

### Результаты исследования и обсуждение

У пациентов с тромбозами ретинальных вен в магнитоспокойные дни выявлено 3 типа реакции микроциркуляторного русла глаза на пробу с ирифрином, статистически отличающихся друг от друга. Так, спастический тип установлен у 18 пациентов (30,0 %). Он характеризовался развитием вазоспазма и проявлялся снижением показателя микроциркуляции на 30,2 %, сатурации кислорода – на 31,8, повышением миогенного тонуса – на 30,4 и нейрогенного тонуса – на 30,0 %, усилением роли сердечных колебаний в общем амплитудно-частотном спектре ( $p < 0,05$ ).

Парадоксальный тип диагностирован у 30 человек (50,0 %). Он характеризовался парадоксальной вазодилатацией в виде увеличения показателя микроциркуляции на 33,6 %, показателя шунтирования – на 20,0, повышения амплитуды колебаний: миогенных – на 13,6; нейрогенных – на 35,4; эндотелиальных – на 59,0 %, снижения миогенного тонуса – на 25,0, нейрогенного тонуса – на 8,0 %; усиления роли дыхательных колебаний в общем амплитудно-частотном спектре ( $p < 0,05$ ).

Дисрегуляторный тип отмечен у 12 человек (20,0 %). Его характеризовало усиление венозного застоя, сочетавшееся со спазмом артериол. При этом выявлялось уменьшение показателя микроциркуляции на 29,2 %; сатурации кислорода – на 7,2; снижение миогенного тонуса – на 20,0, при повышении нейрогенного тонуса – на 20,7; увеличение амплитуды миогенных колебаний – на 13,6; уменьшение амплитуды нейрогенных колебаний – на 23,6; уменьшение показателя шунтирования – на 10,0 %; усиление роли дыхательных колебаний в общем амплитудно-частотном спектре ( $p < 0,05$ ).

У лиц группы контроля при проведении пробы в дни с  $K_p < 4$  установлено два типа ответной реакции – вазодилатация ( $n = 24$ ) и вазоспазм ( $n = 36$ ). Но при этом изменения

показателей регионарной микроциркуляции глаза были статистически недостоверными, значимых колебаний сатурации кислорода крови не отмечалось. Это свидетельствовало об адекватной компенсации тканевого гомеостаза.

При сопоставлении офтальмоскопической картины глазного дна у пациентов с тромбозами ретинальных вен с типами реакции их микроциркуляторного русла на фармакологическую пробу оказалось, что во всех случаях ишемического тромбоза и пролиферативной посттромботической ретинопатии констатирован спастический тип. При выполнении флуоресцентной ангиографии глазного дна этим пациентам в 10 глазах выявлены обширные зоны ишемии с множеством «ватоподобных» очагов, в 8 глазах – ретинальная неоваскуляризация. Во всех глазах с высоким диффузным макулярным отеком установлен парадоксальный тип реакции микроциркуляторного русла. В 10 глазах (83,3 %) с сочетанием ишемического и экссудативного компонентов, наличием зон ретинальной ишемии и высокого макулярного отека, выявлен дисрегуляторный тип.

Выделение трех типов реакции микроциркуляторного русла глаза на пробу с  $\alpha_1$ -адреномиметиком и изучение изменений глазного дна в каждом из них позволило в некоторой степени детализировать патогенетические механизмы, лежащие в основе клинического течения развившегося тромбоза ретинальных вен и его исходов.

Для спастического типа характерна активная реакция рецепторного аппарата сосудов на адренергические стимулы, определяющая тотальный вазоспазм, уменьшение перфузии, усиление ишемии, что в свою очередь может привести к активной стимуляции пролиферативных процессов.

Для парадоксального типа оказалась типичной извращенная реакция сосудов на  $\alpha_1$ -адреномиметик, обусловленная, вероятно, изменением чувствительности рецепторов сосудов к прессорным агентам. Это определяло вазодилатацию, венозный застой, формирование экссудации и отека на глазном дне у всех пациентов данной подгруппы.

Особенности дисрегуляторного типа микроциркуляции определяются частично сохранившейся реактивностью адренорецепторов артериол по отношению к  $\alpha_1$ -адреномиметикам и значительным затрудне-

нием венозного оттока, вероятно, из-за нарушения регуляции венозного отдела микроциркуляторного русла. В результате действия этих факторов на фоне спазма артериол, определяющего уменьшение притока крови, а также затруднения оттока, происходит усиление застоя и развитие ишемии.

В дни геомагнитных возмущений в ответ на пробу во всех трех подгруппах отмечено развитие вазодилатации различной степени выраженности: максимальной – при исходно спастическом типе, минимальной – при исходно дисрегуляторном типе.

У 8 из 18 пациентов (44,5 %) с исходно спастическим типом основные параметры микроциркуляции глаза при  $K_p \geq 4$  соответствовали дисрегуляторному типу вследствие развития частичной вазодилатации. У 10 пациентов (55,5 %) выявлена выраженная вазодилатация, что соответствовало парадоксальному типу.

При исходно парадоксальном типе реакции у всех пациентов не только сохранялись, но и усиливались признаки застоя, т. е. сохранялся парадоксальный тип реакции.

При исходно дисрегуляторном типе у 10 человек (83,3 %) появились признаки парадоксального типа реакции на пробу в виде усиления вазодилатации – от частичной до тотальной; у 2 пациентов, напротив, развилась спастическая реакция. Отличия показателей при  $K_p < 4$  и  $\geq 4$  были статистически достоверными.

В магнитовозмущенные дни у лиц группы контроля реакция на пробу оставалась в физиологических пределах, однако наблюдалась тенденция к увеличению числа индивидуумов со спастическими реакциями: 48 против 36 в магнитоспокойные дни.

Таким образом, выявлено усиление расстройств регуляции микроциркуляторного русла глаза у всех пациентов с тромбозами ретинальных вен в дни геомагнитных возмущений, обусловленное функциональными дефектами механизмов адаптации к неблагоприятным внешнесредовым воздействиям.

## Выводы

1. При проведении функциональной фармакологической пробы с ирифрином у пациентов с тромбозами ретинальных вен во всех случаях выявлены патологические типы реакции микроциркуляторного русла:

спастический (30 %), дисрегуляторный (50 %) и парадоксальный (20 %). Это свидетельствует о выраженных адаптивных расстройствах в системе микроциркуляции глаза.

2. Каждому из выявленных типов ответной реакции микроциркуляторного русла глаза соответствовал определенный характер клинического течения тромбоза ретинальных вен, что дает в дальнейшем объективную возможность выбора патогенетического лечения заболевания в каждом индивидуальном случае.

3. Геомагнитные возмущения являются неблагоприятным фактором внешней среды, способствующим усилению застойных явлений в системе регионарной микроциркуляции глаза и нарушению функционирования механизмов адаптации к внешнесредовым воздействиям у пациентов с тромбозами ЦВС и ее ветвей при гипертонической болезни. На основе полученных данных может быть разработан метод прогнозирования риска формирования тромбоза ретинальных вен у пациентов с гипертонической болезнью.

## Список литературы

1. Помыткина Н. В., Сорокин Е. Л. Прогностическое значение исследования особенностей микроциркуляции глаза у пациентов с тромбозами ЦВС // Современные технологии лечения витреоретинальной патологии: Материалы конф. М., 2010. С. 123–125.
2. Сумин А. Н., Сумина Л. Ю., Васильева Н. Д. Стресс-реактивность гемодинамики у подростков и факторы, ее определяющие // Артериальная гипертензия. 2008. Т. 14, № 2. С. 165–171.
3. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови / Под ред. А. И. Крупаткина, В. В. Сидорова. М., 2005.
4. Крупаткин А. И., Сидоров В. В., Федорович А. А. Колебательный контур регуляции линейной скорости капиллярного кровотока // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2006. № 3. С. 54–58.
5. Hayreh S. S., Zimmerman B., McCarthy M. J., Podhajsky P. Systemic Diseases Associated with Various Types of Retinal Vein Occlusion // Amer. J. Ophthalmol. 2001. Vol. 131, № 1. P. 61–77.
6. Танковский В. Э. Тромбозы вен сетчатки. М., 2000.

7. *Помыткина Н. В., Сорокин Е. Л.* Изучение типов микроциркуляции у пациентов с ретинальными тромбозами // IX Съезд офтальмологов России: Тез. докл. М., 2010. С. 278.
8. *Жиров А. Л., Марченко А. Н., Сорокин Е. Д.* Влияние гелиотропных факторов на развитие острых нарушений венозного кровообращения у жителей Приамурья // Вопросы офтальмологии: Материалы науч.-практ. конф. Красноярск, 2001. С. 141–142.
9. *Гурфинкель Ю. И.* Ишемическая болезнь сердца и геомагнитная активность: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2002.
10. *Рождественская Е. Д.* Существует ли зависимость характера течения сердечно-сосудистых заболеваний от колебаний солнечной активности и геомагнитных воздействий? // Уральский кардиол. журн. 2001. № 1. С. 11–16.
11. *Помыткина Н. В., Слепых К. В., Сорокин Е. Л.* Взаимосвязь между формированием острой сосудистой патологии сетчатки и некоторыми внешне-средовыми факторами Приамурья // Актуальные проблемы офтальмологии: Материалы II Всерос. конф. молодых ученых. М., 2007. С. 274–276.
12. *Помыткина Н. В., Сорокин Е. Л.* Изучение закономерностей влияния колебаний магнитного поля Земли на формирование тромбозов центральной вены сетчатки и ее ветвей // Экологическая медицина и офтальмология: Материалы конф. М., 2009. С. 166–168.
13. *Evans K., Wishart P. K., McGalliard J. N.* Neovascular Complications after Central Retinal Vein Occlusion // Eye. 1993. Vol. 7, № 4. P. 520–524.
14. *Худяков А. Ю., Помыткина Н. В., Сорокин Е. Л., Лебедев Я. Б., Кравченко И. З.* Выяснение отдаленной клинической эффективности при лечении ветвей центральной вены сетчатки // Дальневост. мед. журн. 2010. № 3. С. 117–119.
15. *Помыткина Н. В., Сорокин Е. Л.* Прогнозирование возникновения тромбозов ретинальных вен у пациентов с гипертонической болезнью при геомагнитных возмущениях // Дальневост. мед. журн. 2011. № 3. С. 69–72.

*Материал поступил в редколлегию 17.08.2012*

**N. V. Pomytkina, E. L. Sorokin**

#### **GEOMAGNETIC ACTIVITY INFLUENCE ON THE EYE MICROCIRCULATION AT THE RETINAL VEIN OCCLUSION**

Microcirculation of an eye was analysed at 60 patients with retinal vein occlusion during the periods of various geomagnetic activities. The methods of laser doppler flowmetry were used, geomagnetic  $K_p$ -index was estimated in days of researches. In magnetically quiet days at performance of functional pharmacological irifrin tests it was revealed three types of reaction of microcirculatory eye channels: spastic, paradoxical and disregulatory, correlating with a clinical picture of the disease. During the periods of geomagnetic indignations strengthening of developments of stagnation in system of regionary eye microcirculation was marked. At low adaptive possibilities of the regionary eye microcirculation geomagnetic indignations raise the risk of formation of retinal vein occlusion.

*Keywords:* occlusion, retinal veins, geomagnetic indignations, microcirculation, laser doppler flowmetry.