

УДК 612.118 + 612.135

МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ И РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ ПРИ НАРУШЕНИЯХ КРОВООБРАЩЕНИЯ

И.А. Тихомирова, д.б.н., доцент; А.В. Муравьев, д.б.н., профессор; Е.П. Петроченко, аспирант; С.Г. Михайлова, аспирант
Ярославский государственный педагогический университет
им. К.Д. Ушинского

Изучали состояние микроциркуляции и реологические свойства крови практически здоровых лиц и пациентов с ишемической болезнью сердца. Выявлены неблагоприятные изменения нутритивного кровотока при патологии: снижение вариабельности микрогемодинамики и удельного потребления кислорода; повышение вязкости крови, обусловленное ростом степени агрегации эритроцитов.

Ключевые слова: микроциркуляция, реология крови, патология

Microcirculation and blood rheological properties in healthy volunteers and patients with ischemic heart disease were studied. Unfavorable changes of nutritive perfusion under pathology have been revealed: we fixed a decrease of microhemodynamic variability and rate of oxygen consumption; the rise of blood viscosity was determined by elevation of red blood cell aggregability.

Key words: microcirculation, blood rheology, pathology

Введение

Кровь выполняет ряд жизненно важных функций, в том числе транспорт газов и целого ряда веществ к органам и тканям и удаление продуктов метаболизма. Эффективность транспорта веществ в системе кровообращения определяется состоянием сосудистого тонуса и собственной текучестью крови [6]. Проблема обеспечения тканевой перфузии и контроля ее регуляции приобретает особое значение при патологии: при нарушении нормального тонуса сосудов и их ишемизации [1].

Раннее возникновение микрореологических расстройств крови может приводить к нарушению кровотока в системе микроциркуляции, которая принимает на себя первый удар при возникновении патологического процесса, и способствует прогрессированию морфологических признаков заболевания [3]. Целью нашего исследования была оценка состояния микроциркуляции и механизмов ее регуляции в группах пациентов с ишемическим поражением сердца.

Материалы и методы

В исследование включены 17 пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС), лица обоего пола с диагнозом стенокардия напряжения II ФК. Группу сравнения составили практически здоровые лица обоего пола (n=23).

Состояние микроциркуляции оценивали методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) с помощью лазерного анализатора капиллярного кровотока ЛАКК-2 (НПП «ЛАЗМА», Москва).

Световодный зонд устанавливали в зоне Захарьина-Геда на предплечье. Были определены показатели базального кровотока (показатель перфузии, относительное насыщение кислородом крови микроциркуляторного русла биоткани, объемное

кровенаполнение ткани) и рассчитаны: индекс перфузионной сатурации кислорода и показатель удельного потребления кислорода [2].

Расчет амплитудно-частотного спектра колебаний кровотока, выполненный посредством вейвлет-анализа, позволил оценить влияние миогенных, нейрогенных и эндотелиальных компонентов тонуса микрососудов.

Вязкость цельной крови, плазмы и суспензий эритроцитов с фиксированным показателем гематокрита (Ht=40 %) в аутологичной плазме и в неагрегирующей среде (физиологическом растворе) измеряли с помощью капиллярного вискозиметра при различных напряжениях сдвига: от 0,21 до 1,06 Па. Показатель гематокрита измеряли общепринятым методом. Агрегируемость эритроцитов оценивали методом оптической микроскопии разбавленной крови с последующей видеорегистрацией и компьютерным анализом изображения [4, 9].

Результаты и обсуждение

При сравнении ЛДФ-грамм пациентов с ишемической болезнью сердца и здоровых лиц отмечено существенное снижение вариабельности кровотока в целом. Средняя перфузия практически не отличалась в двух группах, однако переменная составляющая ЛДФ-сигнала при ИБС была на 67% (p<0,01) ниже, в сравнении с этим показателем для здоровых лиц, что может свидетельствовать о снижении модуляции кровотока за счет менее интенсивного функционирования механизмов контроля микроциркуляции. В результате коэффициент вариации у пациентов с ИБС оказался сниженным на 57%, в сравнении со здоровым контролем.

Для показателя SO₂ (сатурации кислорода в микроциркуляторном русле биоткани) зафиксирована тенденция к снижению (на 13%), вариабельность

этого параметра также была существенно снижена – на 56%, в сравнении с аналогичным показателем в группе здоровых лиц. Объем эритроцитов в микроциркуляторном русле пациентов с ИБС был на 37% ($p < 0,05$) выше, чем для здоровых лиц. Вариабельность этого параметра достоверно не отличалась от нормы.

Индекс перфузионной сатурации кислорода в крови в обеих группах практически не отличался, однако параметр удельного потребления кислорода при ишемической болезни был на 32% ($p < 0,05$) снижен, в сравнении со здоровым контролем.

Анализ влияния активных механизмов регуляции тонуса микрососудов позволил выявить существенные различия этих показателей в норме и при ишемизации сосудов сердца: в группе пациентов отмечено существенное увеличение вклада миогенной составляющей (миогенный тонус превышал аналогичный показатель для здоровых лиц на 107% ($p < 0,01$), нейрогенный тонус был повышен на 38% ($p < 0,05$)).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что при ишемической болезни сердца существенно снижено удельное потребление кислорода на фоне повышения объемного кровенаполнения ткани. Рост нейрогенного тонуса, который может быть вызван возрастанием активности симпатических нервов-вазоконстрикторов, и значительное повышение миогенного тонуса, свидетельствующее об уменьшении миогенных колебаний, приводят к существенному увеличению показателя шунтирования – т.е. сбросу большего объема крови через анастомозы, минуя нутритивный кровоток. Показатель шунтирования для пациентов с ишемической болезнью сердца был на 39% больше ($p < 0,05$), чем в группе здоровых лиц.

Характерной особенностью картины микроциркуляции при ИБС можно считать снижение показателей, характеризующих вариабельность микрогемодинамики, что в основном обусловлено депрессией медленных ритмов кровотока, характеризующих нейрогенный и миогенный тонус.

Таким образом, картина микроциркуляции при ишемической болезни сердца свидетельствует о значительных неблагоприятных изменениях нутритивного кровотока, в сравнении с группой контроля. Выраженные изменения микроциркуляции в отсутствии функциональных проб свидетельствуют о стойких сосудистых изменениях, в частности, это может быть признаком внутрисосудистых изменений реологических свойств крови [6, 8].

Анализ реологических свойств крови пациентов с ишемическим поражением сердца выявил значительное повышение вязкости крови (приве-

денной к стандартному гематокриту 40); степень агрегации эритроцитов, которая считается основным фактором снижения текучести крови при низких напряжениях сдвига [5, 7, 10] для пациентов с ишемической болезнью сердца на 67% ($p < 0,05$) превышала аналогичный показатель для здоровых лиц.

Выводы

Таким образом, оценка состояния микроциркуляции пациентов с ишемическим поражением сердца позволила выявить характерные особенности картины микроциркуляции для данной патологии. При ишемической болезни сердца отмечено выраженное снижение вариабельности микрогемодинамики, обусловленное депрессией медленных ритмов кровотока, характеризующих миогенный и нейрогенный тонус, увеличение сброса крови через анастомозы и значительное уменьшение параметра удельного потребления кислорода; выявлены неблагоприятные изменения реологических свойств крови – рост вязкости при всех напряжениях сдвига и увеличение агрегируемости эритроцитов.

Литература

1. Джанашия П.Х., Сороколетов С.М., Жилиев Е.В., Проценко Е.А., Нестеренко В.И. Нарушения реологических свойств крови у больных ИБС и гипертонической болезнью (ГБ). Попытка выделения групп риска // Реологические исследования в медицине. – 1997. – № 1. – С. 68-74.
2. Крупаткин А.И., Сидоров В.В. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. М.: Медицина, 2005. – 124 с.
3. Крыжановский Г.Н. Дизрегуляторная патология // Патогенез. – 2004. – № 1. – С. 21-29.
4. Муравьев А.В. и соавт. Компьютерная регистрация агрегации эритроцитов при их инкубации с адреналином // Мат. научно-практ. конференции «Методы исследования регионарного кровообращения и микроциркуляции в клинике». – СПб, 2003. – С. 78-80.
5. Левтов В.А., Регирер С.А., Шадрин Н.Х. Реология крови. – М.: Медицина, 1982. – 272 с.
6. Селезнев С.А., Назаренко Г.И., Зайцев В.С. Клинические аспекты микрогемодинамики. – М.: Медицина, 1985. – 179 с.
7. Фирсов Н.Н., Джанашия П.Х. Введение в экспериментальную и клиническую гемореологию. – М.: Изд-во ГОУ ВПО «РГМУ», 2004. – 280 с.
8. Boisseau M., Koltai K., Pecsvarady Z., Toth K. Treatment in clinical hemorheology: a current overview. Handbook of Hemorheology and Hemodynamics. – Amsterdam-Berlin-Oxford-Tokyo-Washington, DC: IOS Press, 2007. – P. 433-445.
9. Hardeman M.R., Goedhart P.T., Shin S. Methods in hemorheology. Handbook of Hemorheology and Hemodynamics. – Amsterdam-Berlin-Oxford-Tokyo-Washington, DC: IOS Press, 2007. – P. 242-266.
10. Meiselman H.J. Red blood cell aggregation: 45 years being curious // Biorheology. – 2009. – № 46. – P. 1-19.

Поступила 08.04.09

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 07-04-12244-ОФИ.