

**П.В. Михайлов, Е.В. Круглова, М.Ю. Милорадов, А.В. Муравьев**

### **Параметры микроциркуляции у лиц с различной величиной артериального давления**

*Работа выполнена при поддержке гранта «Развитие научного потенциала высшей школы» грант №2.1.1/4306».*

В исследованиях, посвященных взаимосвязи микроциркуляторных показателей и артериального давления, основное внимание ученых сконцентрировано на анализе этих соотношений у лиц с повышенным артериальным давлением. Это объясняется тем, что артериальная гипертония в настоящее время занимает ведущее место среди сердечно-сосудистых заболеваний. Нами проведено исследование ряда показателей микроциркуляции (диаметры артериол и венул, артериоло-венулярное соотношение) у лиц с разным уровнем артериального давления, находящегося в пределах физиологической нормы (САД от 90 до 135 мм рт. ст.).

**Ключевые слова:** артериальное давление, микроциркуляция, гипертония, артериолы, венулы, конъюнктивальная биомикроскопия, артериоло-венулярное соотношение.

**P.V. Mikhailov, E.V. Kruglova, M.Ju. Miloradov, A.V. Muraviov**

### **Microcirculation Parameters of Persons with Various Rate of Arterial Pressure**

It has been shown that an increase of the systolic arterial pressure (SAP) is accompanied by the changes of microcirculation. In brief, it was found a significant arteriolar diameter reduction by 15% ( $p < 0.05$ ), together with arteriolar/venular ratio decrease ( $p < 0.05$ ). The obtained data made us conclude that the increase of the arteriolar tone might be one of the causes to rise the arterial pressure.

**Key words:** arterial blood pressure, microcirculation, hypertension, arteriole, venule, biomicroscopy, arteriolar-venular ratio.

Экспериментальные исследования показали, что сужение периферических артериол и увеличение сосудистого сопротивления являются классическими сопутствующими изменениями в системе микроциркуляции при гипертонической болезни [4]. В литературе можно встретить данные, указывающие на то, что сужение артериол предшествует последующему развитию гипертонии, а также противоположную точку зрения, что сужение артериол является адаптивной реакцией сосудов на повышение давления. Таким образом, наука до сих пор не располагает убедительными данными для ответа на вопрос о том, являются ли расстройства микроциркуляции причиной или следствием артериальной гипертонии [10, 11].

Основное внимание исследователей было обращено на изучение системного и реге – регионарного кровообращения при гипертонической болезни. Однако этот подход не позволяет достаточно глубоко раскрыть механизмы формирования и развития заболевания, равно как и возник-

новения осложнений. Именно поэтому на протяжении последних лет заметно возрос интерес к исследованию микроциркуляции при гипертонической болезни. По мнению ряда авторов, микроциркуляторные нарушения обычно выявляются уже в начале заболевания, нередко предшествуя его основным клиническим проявлениям [5, 8].

Высокий интерес к исследованию микроциркуляторных нарушений при артериальной гипертонии объясняется распространенностью этого заболевания, которое в настоящее время занимает ведущее место среди сердечно-сосудистых заболеваний [1, 6, 7]. Вместе с тем, достаточных данных о взаимосвязи показателей микроциркуляции с величинами АД у практически здоровых лиц в литературе не приводится. Важно также иметь в виду, что принятая норма, например, систолического артериального давления (САД) представляет собой диапазон величин от 90 до 140 мм рт. ст. Следовательно, в общей популяции есть лица с САД на нижней (90–100 мм рт. ст.) и на верхней (130–140 мм рт. ст.) границах

нормы. Можно предположить, что такие различия в артериальном тоне могут сочетаться с разным состоянием микроциркуляторного русла.

С учетом вышесказанного целью нашей работы явилось определение некоторых показателей микроциркуляции у лиц с разной величиной артериального давления.

### Материал и методы

В исследовании участвовали добровольцы-мужчины в количестве (n=42) в возрасте от 18 до 24 лет. Все испытуемые дали письменное информированное согласие на исследование у них параметров сердечно-сосудистой системы. Протокол исследования был выполнен на основе Хельсинской декларации (1977) о гуманном отношении к лицам, участвующим в медико-биологических исследованиях.

На основании измеренных величин САД все лица были разделены на 3 группы. В группу контроля (группу сравнения) вошли лица с САД ниже 120 мм рт. ст. (n=18). Первую группу составили мужчины, у которых САД было от 120 до 135 мм рт. ст. (n=14). Во вторую группу вошли лица, у которых САД превышало 135 мм рт. ст. (n=10), но не было выше 140 мм рт. ст. Кроме гемодинамических показателей, у испытуемых измеряли рост и массу тела, рассчитывали весоростовой индекс (ВРИ).

Микроциркуляцию исследовали с использованием конъюнктивальной биомикроскопии. Установка включала в себя микроскоп с цифровым окуляром (модель DCM510), подключенный к персональному компьютеру. У испытуемых в состоянии покоя производили фоторегистрацию сосудов конъюнктивы. Анализ полученных изображений производили в Photoshop 6.0: измеряли диаметры параллельно идущих артериол и венул

с последующим расчетом артериоло-венулярного соотношения (ABC):

$$ABC = \frac{DA}{DB},$$

где DA – диаметр артериолы, DB – диаметр венулы.

Для проверки гипотезы о равенстве средних для двух выборок данных применяли двухвыборочный t-тест с разными дисперсиями, проводили корреляционный анализ.

### Результаты исследования и их обсуждение

В таблице 1 представлены данные физического развития и показатели гемодинамики в состоянии покоя у испытуемых. В группе контроля среднее значение САД составило 113,3±2,6 мм рт. ст. В первой и второй группах величина САД была равна 128,3±5,2 и 138,4±5,8 мм рт. ст. соответственно. Среднее значение диастолического артериального давления в группе контроля было равно 62,2±7,4 мм рт. ст., а в группах 1 и 2 оно составило 73,1±7,3 и 75,6±7,5 мм рт. ст. соответственно. Среднее АД в группах составило 79,1±5,5 мм рт. ст. в контроле, 91,3±5,8 и 96,3±6,2 – в первой и второй группах соответственно. Частота сердечных сокращений (ЧСС) в группе контроля была равной 73,9±10,0 уд./мин. У лиц в группах с повышенным САД ЧСС была равна 63,3±7,1 и 62,3±11,0 уд./мин – в первой и второй соответственно. Все вышеописанные различия в показателях гемодинамики были статистически достоверными (p<0,05).

Из антропометрических данных достоверные различия были зарегистрированы только в величине ВРИ. Более высокие его значения оказались у лиц с относительно высоким САД (табл. 1).

Таблица 1

Показатели физического развития и состояния гемодинамики в группах с разным АД (M±σ)

Показатели	Контроль	Группа 1	Группа 2
Возраст, годы	19,3±3,6	19,7±3,6	20,2±3,1
АД <sub>сист.</sub> , мм рт. ст.	113,3±2,6	128,3±5,2*	138,4±5,8*
АД <sub>диаст.</sub> , мм рт. ст.	62,2±7,4	73,1±7,3*	75,6±7,5*
АД <sub>сред.</sub> , мм рт. ст.	79,1±5,5	91,3±5,8*	96,3±6,2*
ЧСС, уд./мин	73,9±10,0	63,3±7,1*	62,3±11,0*
ДП	83,4±11,7	79,8±12,1	82,6±16,4
Длина тела, см	183,1±8,1	186,1±9,7	182,7±11,6
Масса тела, кг	70,4±11,9	79,2±14,0	77,2±11,6
ВРИ, отн. ед.	383,2±50,1	423,8±57,8*	421,2±44,9*

Обозначения: \* – различия достоверны при p<0,05.

Принято считать, что состояние микроциркуляции в конъюнктиве глазного яблока характеризует общее состояние сердечно-сосудистой системы организма [7]. Многочисленные клинические и экспериментальные данные свидетельствуют об идентичности изменений микроциркуляции в конъюнктиве и других органах и тканях организма. Так, при комплексном изучении микроциркуляции в конъюнктиве глазного яблока, капиллярах ногтевого валика, серозных оболочках, а также в биоптатах кожи был установлен системный характер изменения микроциркуляции при различных заболеваниях организма: гипертонической болезни [2], хронической веноз-

ной недостаточности [3], болезни Такаюсу [9], а также при физической нагрузке [4].

Согласно литературным данным микроциркуляторное русло конъюнктивы у больных артериальной гипертонией в сравнении с контролем отличалось статистически достоверным уменьшением среднего калибра артериол, дилатацией собирательных венул, снижением АВС и разрежением капиллярной сети, а также снижением удельного количества посткапиллярных венул, свидетельствующим о спастическом состоянии артериол, дистонии и реактивной перестройке капиллярной сети и веноулярного русла [6].

Таблица 2

Показатели микроциркуляции в группах с разным АД ( $M \pm \sigma$ )

Показатели	Контроль	Группа 1	Группа 2
Калибр прекапиллярных артериол, мкм	12,0±1,0	10,5±1,2*	10,2±1,7*
Калибр посткапиллярных венул, мкм	21,2±3,5	21,8±4,8	21,9±5,8
АВС, отн. ед.	0,56±0,05	0,47±0,06*	0,46±0,04*

Обозначения: \* – различия достоверны при  $p < 0,05$ .

Анализ биомикрофотограмм конъюнктивы позволил выявить некоторые особенности системы микроциркуляции у лиц с разным уровнем САД. Результаты измерения диаметров параллельно идущих сосудов с последующим вычислением артериоло-веноулярного соотношения представлены в таблице 2.

Средний диаметр артериол в группе контроля составил  $12,0 \pm 1,0$  мкм и был больше, чем в первой группе ( $10,5 \pm 1,2$  мкм) и во второй ( $10,2 \pm 1,7$  мкм). Различия были статистически достоверными. Калибр собирательных венул в группах с разным уровнем АД отличался незначительно.

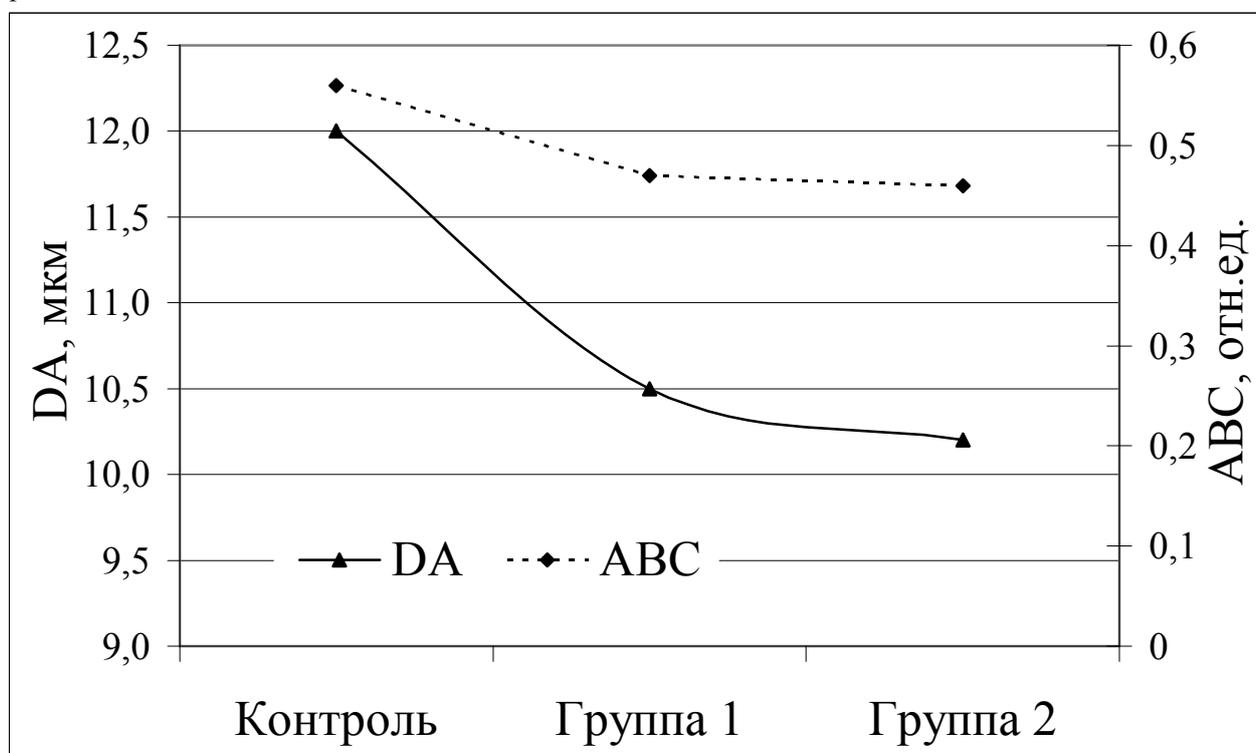


Рис. 1. Изменение диаметра артериол (ДА) и артериоло-веноулярного соотношения у лиц с разным уровнем артериального давления

Среднее значение АВС в контрольной группе было больше ( $0,56 \pm 0,05$  отн. ед.), чем в первой и второй группах ( $0,47 \pm 0,06$  и  $0,46 \pm 0,04$  отн. ед. соответственно). Разница составила 16–18% и была статистически достоверной ( $p < 0,05$ , рис. 1).

Важно иметь в виду, что уменьшение диаметра артериол у лиц с приростом САД хорошо описывалось регрессионным уравнением вида:  $y = -0,9x + 12,7$ , при достоверности аппроксимации 0,871. Тенденция к снижению АВС у лиц с повышенным артериальным давлением хорошо моделировалась регрессионным уравнением:  $y = -0,06x + 0,603$ , при достоверности аппроксимации 0,890. Следовательно, с повышением систоличе-

ского артериального давления сочетается повышение тонуса артериол.

#### Заключение

Таким образом, у лиц с умеренно повышенным артериальным давлением, в том числе с САД, на верхней границе нормы были зарегистрированы меньшие значения АВС, чем в контрольной группе. Детальный анализ величин диаметров артериол и венул позволил установить, что меньшие значения АВС вызваны, главным образом, сужением артериол, при этом диаметр венул существенно не различался.

#### Библиографический список

1. Беленков, Ю.Н. Сердечно-сосудистый континуум [Текст] / Ю.Н. Беленков // Сердечная недостаточность.– 2002.– № 1(11).– С. 7–11.
2. Воробьева, А.А. Микроциркуляторное русло серозных оболочек при гипертонической болезни [Текст] : дис. ... канд. мед. наук / А.А. Воробьева. – М., 1979.– 213 с.
3. Козлов, В.И., Азизов, Г.А. Модуляция кровотока в системе микроциркуляции и ее расстройство при хронической венозной недостаточности [Текст] / В.И. Козлов, Г.А. Азизов // Лазерная медицина.– 2003. – № 3.– С. 55–60.
4. Козлов, В.И., Тупицын, И.О. Микроциркуляция при мышечной деятельности [Текст] / В.И. Козлов, И.О. Тупицын. – М. : Физкультура и спорт, 1982. – 135 с.
5. Малая, Л.Т. Микроциркуляция в кардиологии [Текст] / Л.Т. Малая, И.Ю. Микляев, П.Г. Кравчун. – Харьков : Выща школа, 1977. – 232 с.
6. Сиротин, Б.З., Жмеренецкий, К.В. Микроциркуляция при сердечно-сосудистых заболеваниях [Текст] : монография / Б.З. Сиротин, К.В. Жмеренецкий. – Хабаровск : Изд-во ДВГМУ, 2008.– 150 с.
7. Струков, А.И. Нарушения микроциркуляции [Текст] / А.И. Струков // Общая патология человека.– М. : Медицина, 1982. – С. 237–246.
8. Цикулин, А.Е. Некоторые особенности состояния системы микроциркуляции у больных гипертонической болезнью [Текст] / А.Е. Цикулин // Терапевтический архив.– 1981.– № 8.– С. 67–70.
9. Ярыгин, Н.Е. Состояние путей микроциркуляции при болезни Такаюсу по данным морфологии и биомикроскопии [Текст] / Н.Е. Ярыгин, В.И. Алексеев, Р.Н. Потехина // Кардиология.– 1978.– № 8.– С. 128–129.
10. Ikram, M.K., Wittelman, J.C., Vingerling, J.R., Breteler, M.M., Hofman, A., de Jong, P.T. Retinal vessel diameters and risk of hypertension. The Rotterdam Study. Hypertension, 2006. – № 47. P. 189–194.
11. Wong, T.Y., Shankar, A., Klein, R., Klein, B., Hubbard, L. Prospective cohort study of retinal vessel diameters and risk of hypertension. BMJ, 2004. – P. 329:379