

© ТРОИЦКАЯ Н. И., ШАПОВАЛОВ К. Г., ГОЛЯТИН Ю. А., ДАМДИНОВ Р. И.

УДК : 616.379-008.64-005:617.586

DOI: 10.20333/2500136-2020-3-92-96

## Системные изменения микроциркуляции при синдроме диабетической стопы

Н. И. Троицкая, К. Г. Шаповалов, Ю. А. Голятин, Р. И. Дамдинов

Читинская государственная медицинская академия, Чита 672000, Российская Федерация

**Цель исследования.** Изучить состояние системной микроциркуляции у больных сахарным диабетом в зависимости от развития синдрома диабетической стопы.

**Материал и методы.** Исследовано состояние системной микроциркуляции у 60 больных. I группа – 30 больных без диабетической стопы, II группа – 30 больных с диабетической стопой. В группу сравнения включены 30 практически здоровых людей.

**Результаты.** Показатель микроциркуляции (М) у больных II группы ниже, чем в контрольной и I группах в 1,4 раза ( $p < 0,05$ ;  $p_1 < 0,05$ ). Среднее значение колебания перфузии ( $\sigma$ ) относительно среднего арифметического потока крови М в группе с диабетической стопой ниже, чем в группе сравнения в 1,6 раза ( $p = 0,002$ ). Уровень максимальной амплитуды колебаний в эндотелиальном диапазоне (Аэ) у больных I и II групп ниже, чем в группе контроля в 1,4 раза ( $p = 0,03$ ;  $p_1 = 0,03$ ). Значение максимальной амплитуды колебаний в нейрогенном диапазоне (Ан) при диабетической стопе ниже, чем в контрольной группе в 1,4 раза ( $p = 0,010$ ). Показатель максимальной амплитуды в миогенном диапазоне (Ам) у больных II группы ниже, чем в группе сравнения в 1,6 раза ( $p = 0,002$ ). Уровень максимальной амплитуды колебаний кровотока в дыхательном диапазоне (Ад) во II группе больных ниже, чем в группе контроля в 1,6 раза ( $p = 0,002$ ). Значение максимальной амплитуды в пульсовом диапазоне (Ас) в группе с диабетической стопой ниже, чем в контрольной в 1,2 раза ( $p = 0,002$ ).

**Заключение.** Нарушения микроциркуляции на системном уровне, проявляющиеся снижением средней перфузии, интенсивности активных и пассивных механизмов регуляции микроциркуляторного русла при синдроме диабетической стопы, свидетельствуют о более выраженных системных изменениях на уровне микрососудов относительного пациентов с неосложненным течением диабета, что требует скрининга и выявления группы повышенного риска развития данного осложнения.

**Ключевые слова:** микроциркуляция, сахарный диабет, диабетическая стопа, лазерная доплеровская флоуметрия, показатель микроциркуляции, осцилляции кровотока.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Для цитирования:** Троицкая НИ, Шаповалов КГ, Голятин ЮА, Дамдинов РИ. Системные изменения микроциркуляции при синдроме диабетической стопы. *Сибирское медицинское обозрение.* 2020;(3):92-96. DOI: 10.20333/2500136-2020-3-92-96

## Systemic microcirculation changes in diabetic foot syndrome

N. I. Troitskaya, K. G. Shapovalov, Yu. A. Golyatin, R. I. Damdinov

Chita State Medical Academy, Chita 672038, Russian Federation

**The aim of the research** is to study the state of systemic microcirculation in patients with diabetes mellitus depending on the development of diabetic foot syndrome.

**Material and methods.** The state of systemic microcirculation was studied in 60 patients. Group I consists of 30 patients without diabetic foot, group II consists of 30 patients with diabetic foot. Comparison group includes 30 healthy people.

**Results.** Microcirculation index (M) in patients of group II is lower than in the check group and in group I by 1.4 times ( $p < 0,05$ ;  $p_1 < 0,05$ ). The average perfusion fluctuation value ( $\sigma$ ) relative to blood flow arithmetic mean M in the group of patients with diabetic foot is lower than in the comparison group by 1.6 times ( $p = 0.002$ ). The level of maximum fluctuation amplitude in endothelial range (Аэ) in patients of groups I and II is lower than in the check group by 1.4 times ( $p = 0.03$ ;  $p_1 = 0.03$ ). The value of maximum fluctuation amplitude in neurogenic range (Ан) in case of diabetic foot is 1.4 times lower than in the check group ( $p = 0.010$ ). Maximum amplitude index in myogenic range (Ам) in patients of group II is lower than in the comparison group by 1.6 times ( $p = 0.002$ ). The level of maximum fluctuation amplitude of blood flow in the respiratory range (Ад) in group II is 1.6 times ( $p = 0.002$ ) lower than in the check group. Maximum amplitude value in pulse range (Ас) in the group of patients with diabetic foot is 1.2 times ( $p = 0.002$ ) lower than in the check one.

**Conclusion.** Microcirculatory disorders at systemic level, manifested by the decrease in average perfusion, intensity of active and passive mechanisms of microvasculature regulation in diabetic foot syndrome, indicate more pronounced systemic changes at the level of microcirculatory vessels relative to patients with uncomplicated diabetes, which requires screening and identification of increased risk of this complications group.

**Key words:** microcirculation, diabetes mellitus, diabetic foot, laser Doppler flowmetry, microcirculation index, blood flow oscillations.

**Conflict of interest.** The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

**Citation:** Troitskaya NI, Shapovalov KG, Golyatin YuA, Damdinov RI. Systemic microcirculation changes in diabetic foot syndrome. *Siberian Medical Review.* 2020;(3):92-96. DOI: 10.20333/2500136-2020-3-92-96

### Введение

В настоящее время в мире выявлено более 246 млн. человек, страдающих сахарным диабетом, причем к 2025 г. прогнозируется увеличение их числа в 1,5 раза [1, 2]. Диабетическая стопа – патологическое состояние дистальных сегментов нижних конечностей, возникающее на фоне поражения периферических

нервов и сосудов, является грозным осложнением этой патологии [3]. Развитие данного состояния часто приводит к ампутации одной или обеих нижних конечностей и сопровождается высокой летальностью больных [4]. Локальные нарушения микроциркуляции считаются одним из ключевых звеньев патогенеза сахарного диабета, определяющими местные изменения тканей,

общее состояние больных и их долговременный прогноз [4]. Тем не менее, при данном заболевании поражаются микрососуды практически всех органов [5]. В связи с этим, не вызывает сомнения тот факт, что изучение системного состояния микроциркуляторного русла в клинической практике имеет важное значения для оценки тяжести и прогнозирования течения патологии [6, 7].

Цель работы:изучить состояние системной микроциркуляции у больных сахарным диабетом с синдромом диабетической стопы и без развития последней.

#### Материал и методы

В настоящей работе представлены результаты исследования состояния системной микроциркуляции у 60 больных сахарным диабетом 2 типа, находившихся на лечении в ГУЗ «Городская клиническая больница № 1» г. Читы. Больные были разделены на 2 группы по 30 человек – с диабетической стопой и без развития последней. Средний возраст в группе без диабетической стопы составил 70 лет, в группе с диабетической стопой – 67 лет.

Диагноз сахарного диабет 2 типа был подтвержден данными анамнеза заболевания, результатами клинического и лабораторного методов обследования, таких как гликемический профиль, показатель гликированного гемоглобина. Для оценки распространенности поражения стоп использовалась классификация PEDIS.

В группу с синдромом диабетической стопы включены больные с P1-3E2-10D1-3I2-3S1-2 степенями изменений стоп.

Условиями включения в исследование служили: наличие сахарного диабета 2 тип, возраст больных – от 50 до 75 лет.

В исследовании не принимали участие больные сахарным диабетом 1 типа, с тяжелыми нарушениями функции сердечно-сосудистой системы и органов дыхания – ХСН IIIБ-IV ст., ДН 2-3 ст., имеющие в анамнезе в течение 1 года до выполнения исследования перенесенный инфаркт миокарда или острое нарушение мозгового кровообращения, онкологическую патологию, туберкулез, алиментарное истощение, сепсис, хроническую алкогольную интоксикацию и алкоголизм, обострение хронических заболеваний, острую соматическую патологию, панкреатогенный сахарный диабет.

В группу клинического сравнения были включены 30 человек, сопоставимых по полу и возрасту, без выявленной соматической патологии.

Состояние микроциркуляторного русла исследовали с соблюдением стандартных условий метода по средствам аппарата ЛАКК-02 (НПП «Лазма», Россия). Измерения системной микроциркуляции осуществляли в области средней трети предплечья. Оценивались: коэффициент вариации ( $K_v$ ); показатель микроциркуляции (М); индекс эффективности микроциркуляции (ИЭМ). Показатели максимальных амплитуд эндогенного, нейрогенного, миогенного, дыхательного и сосудистого диапазонов колебаний

микротока измеряли по средствам вейвлет-преобразования. Все исследованные значения представлены в перфузионных или относительных единицах (пф. ед., отн. ед.).

Статистическую обработку полученного материала выполняли с использованием пакета программ IBM SPSS Statistics Version 20.0 и Excel (Microsoft Office 2010). Описательная статистика полученных данных представлена медианами и 25-й; 75-й перцентилями. Учитывая отсутствие нормального распределения признаков, для парных сравнений независимых групп использовался U-критерий Манна-Уитни, при сравнении 3 групп – метод Краскела-Уоллиса. Статистически значимыми считались различия при уровне (p) равном или меньше 0,05.

#### Результаты и обсуждение

Исследование состояния системной микроциркуляции выполнялось в группе клинического сравнения и группах больных сахарным диабетом с синдромом диабетической стопы и без развития последней.

Таблица 1

#### Показатели микроциркуляции при различных вариантах течения сахарного диабета (Me (25-й; 75-й перцентиль))

Table 1

#### Microcirculation indices for various diabetes mellitus courses (Me (25th; 75th percentile))

Показатели	Контроль (n=30)	1 группа – сахарный диабет без диабетической стопы, (n=30)	2 группа – сахарный диабет с диабетической стопой, (n=30)	p
	1	2	3	
М, пф. ед.	4,96 [4,39; 5,89]	4,9 [3,69; 5,77]	3,59 [2,88; 5,01]	$p_{1-2}=0,367$ $p_{1-3}=0,003$ $p_{2-3}=0,031$
$\sigma$ , пф. ед.	1,14 [0,81; 1,4]	1,13 [0,74; 1,47]	0,73 [0,61; 0,97]	$p_{1-2}=0,604$ $p_{1-3}<0,001$ $p_{2-3}=0,001$
$K_v$ , %	23,78 [17,91; 30,23]	23,48 [14,57; 33,99]	21,1 [14,8; 34,2]	$p_{1-2}=0,623$ $p_{1-3}=0,900$ $p_{2-3}=0,637$
ИЭМ, отн. ед.	1,44 [1,25; 1,7]	1,24 [1,04; 1,58]	1,43 [1,2; 1,7]	$p_{1-2}=0,025$ $p_{1-3}=0,836$ $p_{2-3}=0,053$
МТ, отн. ед.	2,32 [1,97; 2,64]	2,44 [2,03; 3,27]	2,57 [2,12; 3,01]	$p_{1-2}=0,189$ $p_{1-3}=0,061$ $p_{2-3}=0,976$
ПШ, отн. ед.	1,07 [0,93; 1,14]	1,14 [0,92; 1,39]	1,12 [0,96; 1,33]	$p_{1-2}=0,186$ $p_{1-3}=0,110$ $p_{2-3}=0,891$
НТ, отн. ед.	2,1 [1,78; 2,64]	2,15 [1,89; 2,72]	2,18 [1,93; 2,56]	$p_{1-2}=0,595$ $p_{1-3}=0,865$ $p_{2-3}=0,767$

Примечание: n – число обследованных;  $p_{1-2}$  – уровень значимости различий контрольной группы по сравнению с сахарным диабетом;  $p_{1-3}$  – уровень значимости различий между контролем и синдромом диабетической стопы;  $p_{2-3}$  – уровень значимости различий между группами больных.

Note: n – number of the examined;  $p_{1-2}$  – significance level of differences in the check group compared to the one with diabetes mellitus;  $p_{1-3}$  – significance level of differences between the check and diabetic foot syndrome;  $p_{2-3}$  – significance level of differences between groups of patients.

Полученные данные представлены в таблицах 1,2. По данным результатов исследования установлено, что значение показателя М у больных с диабетической стопой ниже, чем в контрольной группе и у больных без диабетической стопы в 1,4 раза ( $p_{1-3} = 0,003$ ,  $p_{2-3} = 0,031$ ). Параметр М характеризует средний приток эритроцитов в микроциркуляторное русло за определенный промежуток времени исследования [8].

Одновременно значение  $\sigma$  в 3 группе ниже, чем в контрольной группе и во 2 группе в 1,6 и 1,5 раза соответственно ( $p_{1-3} < 0,001$ ,  $p_{2-3} = 0,001$ ). Показатель  $\sigma$  отражает среднюю изменчивость кровотока во всех частотных диапазонах и в интервалах времени [8].

По полученным нами данным, значение индекса эффективности микроциркуляции (ИЭМ) в группе контроля выше, чем в группе с сахарным диабетом без осложнений в 1,2 раза ( $p_{1-2} = 0,025$ ). Данный параметр характеризует эффективность регуляции модуляций в системе микроциркуляторного русла [8].

По результатам исследования, статистически значимых различий Кв, значений миогенного тонуса (МТ), нейрогенного тонуса (НТ), показателя шунтирования между группами больных не найдено.

Величина максимальных амплитуды колебаний в эндотелиальном, нейрогенном, миогенном диапазонах зависят от размера просвета микрососудов и, следовательно, от мышечного тонуса. Ослабление тонуса сосудов приводит к повышению значений амплитуд флуктуаций, в свою очередь повышение жесткости сосудистой стенки и ее тонуса приводит к снижению данных показателей [9]. При проведении исследования выявлено, что значение максимальной флуктуации в эндотелиальном интервале (Аэ) в группах больных ниже, чем в группе клинического сравнения в 1,4 раза ( $p_{1-2} = 0,032$ ;  $p_{1-3} = 0,030$ ).

Значение максимальной амплитуды осцилляций микрокровотока в нейрогенном диапазоне (Ан) у больных синдромом диабетической стопы ниже, чем в группе контроля и при сахарном диабете в 1,5 раза ( $p_{1-3} = 0,001$ ,  $p_{2-3} = 0,028$ ). По уровню нейрогенных колебаний оценивается периферическое сопротивление артериол [8].

Показатель интенсивности флуктуаций в миогенном диапазоне (Ам) при диабетической стопе ниже, чем в контрольной группе и при сахарном диабете в 1,5 раза ( $p_{1-3} < 0,001$ ,  $p_{2-3} = 0,026$ ). По значению уровня миогенных осцилляций оценивается состояние мышечного тонуса прекапилляров, которые, в свою очередь, регулируют приток крови в нутритивное русло [9].

Таблица 2

**Показатели максимальных амплитуд диапазонов колебаний кровотока при различных вариантах течения сахарного диабета (Me (25-й; 75-й перцентиль))**

Table 2

**Indicators of maximum amplitudes of blood flow fluctuations ranges in various diabetes courses (Me (25th; 75th percentile))**

Показатели	Контроль (n=30)	1 группа – сахарный диабет без диабетической стопы, (n=30)	2 группа – сахарный диабет с диабетической стопой, (n=30)	p
Аэ, пф. ед	0,49 [0,39; 0,88]	0,36 [0,3; 0,6]	0,34 [0,21; 0,61]	$p_{1-2} = 0,032$ $p_{1-3} = 0,030$ $p_{2-3} = 0,629$
Ан, пф. ед	0,51 [0,38; 0,72]	0,54 [0,29; 0,68]	0,35 [0,23; 0,52]	$p_{1-2} = 0,324$ $p_{1-3} = 0,001$ $p_{2-3} = 0,028$
Ам, пф. ед	0,48 [0,37; 0,65]	0,39 [0,29; 0,62]	0,29 [0,21; 0,43]	$p_{1-2} = 0,110$ $p_{1-3} < 0,001$ $p_{2-3} = 0,026$
Ад, пф. ед	0,29 [0,23; 0,39]	0,28 [0,19; 0,42]	0,18 [0,13; 0,26]	$p_{1-2} = 0,371$ $p_{1-3} < 0,001$ $p_{2-3} = 0,013$
Ас, пф. ед	0,18 [0,14; 0,25]	0,21 [0,17; 0,29]	0,15 [0,11; 0,25]	$p_{1-2} = 0,122$ $p_{1-3} = 0,162$ $p_{2-3} = 0,014$

*Примечание: n – число обследованных;  $p_{1-2}$  – уровень значимости различий контрольной группы по сравнению с сахарным диабетом;  $p_{1-3}$  – уровень значимости различий между контролем и синдромом диабетической стопы;  $p_{2-3}$  – уровень значимости различий между группами больных.*

*Note: n – number of the examined;  $p_{1-2}$  – significance level of differences in the check group compared with the one with diabetes mellitus;  $p_{1-3}$  – significance level of differences between the check and diabetic foot syndrome;  $p_{2-3}$  – significance level of differences between groups of patients.*

При проведении исследования выявлено, что значение интенсивности амплитуды осцилляций в дыхательном диапазоне (Ад) в группе больных с диабетической стопой ниже, чем в группе клинического сравнения при неосложненном сахарном диабете в 1,6 раза ( $p_{1-3} < 0,001$ ,  $p_{2-3} = 0,013$ ).

Показатель интенсивности флуктуаций в пульсовом диапазоне (Ас) при диабетической стопе ниже, чем при сахарном диабете в 1,4 раза ( $p_{2-3} = 0,014$ ). Величина значения пульсовой волны зависит от тонуса резистивных сосудов и отражает уровень приток артериальной крови в систему микроциркуляторного русла [9].

**Заключение**

Таким образом, у больных при развитии синдрома диабетической стопы на системном уровне отмечается прогрессивное изменение состояния микроциркуляции. При данной патологии у больных отмечено уменьшение значений показателей

М и  $\sigma$  относительно контрольной группы и больных без диабетической стопы. Полученные данные свидетельствуют о снижении скорости движения эритроцитов в сосудах и уменьшении их концентрации, обеднении кровотока за счет снижения количества крови в венах, увеличении тонуса стенок артериол в системе микроциркуляторного русла, в свою очередь приводящего к снижению притока артериальной крови к дистальным сегментам конечностей, что является косвенным признаком ишемии тканей [8]. У больных диабетической стопой отмечается депрессия активных и пассивных факторов регуляции микроциркуляции относительно контрольной группы. Эти изменения приводят к снижению трофики тканей [9]. При синдроме диабетической стопы происходит уменьшение амплитуды осцилляций в эндотелиальном диапазоне относительно группы здоровых лиц, свидетельствующее о выраженной дисфункции и ремоделировании эндотелия. Изменение амплитуды колебаний кровотока в нейрогенном диапазоне отражает снижение циркуляции по артериоло-венулярным шунтам и повышению сопротивления [1,8]. За счет ослабления тонуса прекапиллярных сосудов происходит обеднение нутритивного кровотока, возрастает периферическое сопротивление, о чем свидетельствует снижение амплитуды миогенных колебаний у больных диабетической стопой [6,8]. При синдроме диабетической стопы, по сравнению со здоровыми лицами, отмечается снижение флуктуаций микроциркуляции в пульсовом диапазоне, что связано с уменьшением просвета артериол и артериоловенулярных анастомозов [9]. О ремоделировании венозного оттока из периферических отделов при диабетической стопе свидетельствует депрессия амплитуд осцилляций микроциркуляции в дыхательном.

При изучении локального микроциркуляторного стопа при синдроме диабетической стопы, по литературным данным, отмечается повышение показателей среднего притока эритроцитов в единицу времени и среднего квадратического отклонения ( $M, \sigma$ ), которое обусловлено застоем в сосудах микроциркуляторного русла [4]. Отмечается повышение тонуса мышечного слоя прекапиллярных сосудов, отвечающих за приток крови в нутритивное русло, о чем свидетельствует повышение амплитуды флуктуаций микроциркуляции в нейрогенном диапазоне. Выявлены застойные изменения в веноулярном звене, что говорит о снижении оттока крови из системы микроциркуляции, о чем указывает повышение амплитуды осцилляций в дыхательном диапазоне. О повышенной активности симпатической составляющей, приводящей к уменьшению диаметра артериол, свидетельствует увеличение нейрогенного и миогенного тонуса [3].

По данным исследований С. Г. Абрамовича с соавт., у больных артериальной гипертензией

относительно группы здоровых лиц не выявлено статистически значимых различий по уровню показателей М и  $\sigma$  [10]. В месте с тем, выявлено значительное уменьшение активных механизмов контроля перфузии, что свидетельствует о дисфункции, морфологических и функциональных перестройках структуры сосудов микроциркуляторного русла, сопровождающихся нарушением вазодилатации, связанной с функционированием эндотелия, увеличением периферического сопротивления сосудов и снижением нутритивного кровотока. При проведении исследования зарегистрировано повышение осцилляций кровотока в пульсовом диапазоне, что свидетельствует о увеличении притока крови в систему микроциркуляции. Изменений уровня флуктуаций микроциркуляции в дыхательном диапазоне у больных артериальной гипертензией не выявлено, что свидетельствует об отсутствии застойных изменений в системе микроциркуляции [10]. Следовательно, при осложненном течении сахарного диабета с развитием синдрома диабетической стопы у пациентов, при ряде схожих по направленности изменений состояния микроциркуляции, регистрируется более значимое ремоделирование системного микроциркуляторного стопа относительно пациентов с артериальной гипертензией.

В работах Н. П. Шилкина с соавт., у больных неспецифическим аортоартериитом, узелковым периаартериитом и облитерирующим тромбангиитом выявлено увеличение основных параметров микроциркуляторного русла. Наиболее разнообразные и значимые нарушения микроциркуляции наблюдались у пациентов с облитерирующим тромбангиитом, узелковым периаартериитом. В данных группах больных отмечено снижение вазомоторного и усиление нейрогенного механизмов модуляции, снижение функционального состояния эндотелия [11].

Таким образом, при синдроме диабетической стопы регистрируются существенные изменения не только локальной, так и системной микроциркуляции, которые являются важными патогенетическими звеньями развития осложнений сахарного диабета. Не вызывает сомнений, что выявленные системные изменения регуляции микроциркуляции при диабете являются звеньями патогенеза развития сосудистых катастроф, снижения репаративной активности, дистрофических изменений различных органов и тканей.

### Литература / References

1. Смирнова ЕН, Подтаев СЮ, Мизева ИА, Жуклова ЕА. Нарушение механизмов вазодилатации у больных сахарным диабетом 2 типа при проведении контрлатеральной холодовой пробы. *Региональное кровообращение и микроциркуляция*. 2012;11(1):30-34. [Smirnova EN, Podtaev SYu, Mizeva IA, Zhukova EA. Disruption of mechanism of the vasodilatation in

patients with the sugar diabetes type 2 by the low temperature contralateral testing. *Region Blood Circulation and Microcirculation*. 2012;11(1):30-34. (In Russian)]

2. Diabetes Atlas 6<sup>th</sup> education. International Diabetes Federation;2013.160 p.

3. Шаповал СД, Савон ИЛ, Смирнова ДА, Софилканыч ММ. Характеристика микроциркуляции нижних конечностей у пациентов с осложненным синдромом диабетической стопы. *Новости хирургии*. 2013;21(3):54-60. [Shapoval SD, Sanov IL, Smirnova DA, Sofilkanych MM. The characteristics of the microcirculation of the lower extremity in patients with the complicated diabetic foot syndrome. *Surgery News*. 2013; 21(3): 54-60. (In Russian)]

4. Левин ГЯ, Кудрицкий СЮ, Изумрудов МР. Корреляция изменений гемореологии и микроциркуляции при синдроме диабетической стопы. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2011; 10 (3): 44-48. [Levin GYa, Kudritskiy SYu, Izumrudov MR. Correlation of changes of hemorheology and microcirculation in the syndrome of the diabetic foot. *Region Blood Circulation and Microcirculation*. 2011; 10 (3): 44-48. (In Russian)]

5. Удовиченко ОВ, Грекова НМ. Диабетическая стопа. М.: Практическая медицина; 2010. 272 с. [Udovichenko OV, Grekova NM. Diabetic foot. M.: Praticheskaya Medicina; 2010. 272 p. (In Russian)]

6. Dint TL. Microcirculation of the diabetic foot. *Current Pharmaceutical Design*. 2005; (11): 2301-2309.

7. Czernichow S, Greenfield JR, Galan P, Bastard JP, Charnaux N, Samaras K, Safar ME, Blacher J, Hercberg S, Levy BL. Microvascular dysfunction in healthy insulin-sensitive overweight individuals. *Journal of Hypertension*. 2010; 28(2): 325-332.

8. Крупаткин АИ, Сидоров ВВ. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. М.: Медицина; 2005. 256 с. [Krupatkin AI, Sidorov VV. Lasers Doppler flowmetry of the blood microcirculation. M.: Meditsina; 2005. 256 p. (In Russian)]

9. Козлов ВИ. Система микроциркуляции крови: клинко-морфологические аспекты изучения. *Регионарное кровоснабжение и микроциркуляция*. 2006; 5(1): 84-101. [Kozlov VI. The system of the blood

microcirculation: clinical and morphological aspects of research. *Region Blood Circulation and Microcirculation*. 2006; 5 (1): 84-101. (In Russian)]

10. Абрамович СГ, Машанская АВ. Лазерная доплеровская флоуметрия в оценке микроциркуляции у здоровых людей и больных артериальной гипертензией. *Сибирский медицинский журнал*. 2010; (1): 57-59. [Abramovich SG, Mashanskaya AV. Laser Doppler flowmetry in assessing the microcirculation in healthy people and patients with arterial hypertension. *Siberian Medical Journal*. 2010; (1): 57-59. (In Russian)]

11. Шилкин НП, Молокина ОА, Виноградов АА. Изменения сосудистого русла и функционального состояния эндотелия при системных васкулитах. *Научно-практическая ревматология*. 2007; (2): 19-23. [Shilkin NP, Molodkina OA, Vinogradov AA. Changes of the vascular bed and functional state an endothelial in systemic vasculitis. *Rheumatology Science and Practice*. 2007; (2): 19-23. (In Russian)]

### Сведения об авторах

Троицкая Наталья Игоревна, к.м.н., ассистент, Читинская государственная медицинская академия; адрес: Российская Федерация, 672000, г. Чита, ул. Горького, д. 39а; тел.: +7(924)3804538; e-mail: troicachita@mail.ru

Шаповалов Константин Геннадьевич, д.м.н., профессор, Читинская государственная медицинская академия; адрес: Российская Федерация, 672000, г. Чита, ул. Горького, д. 39а; тел.: +7(914)5010478; e-mail: shkg26@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3485-5176>

Голятин Юрий Андреевич, ассистент, Читинская государственная медицинская академия; адрес: Российская Федерация, 672000, г. Чита, ул. Горького, д. 39а; тел.: +7(964)4647846; e-mail: adamant5453@mail.ru

Дамдинов Руслан Иванович, ассистент, Читинская государственная медицинская академия; адрес: Российская Федерация, 672000, г. Чита, ул. Горького, д. 39а; тел.: +7(8914)4503277; e-mail: [www.ruslan75.ru](http://www.ruslan75.ru)

### Author information

Natalya I. Troitskaya, Cand.Med. Sci., assistant, Chita State Medical Academy; Address: 39a, Gorki St., Chita, Russian Federation 672000; Phone: +7(924)3804538; e-mail: troicachita@mail.ru

Konstantin G. Shapovalov, Dr.Med.Sci., Professor, Chita State Medical Academy; Address: 39a, Gorki St., Chita, Russian Federation 672000; Phone: +7(914)5010478; e-mail: shkg26@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3485-5176>

Yuriy A. Golyatin, assistant, Chita State Medical Academy; Address: 39a, Gorki St., Chita, Russian Federation 672000; Phone: +7(964)4647846; e-mail: adamant5453@mail.ru

Ruslan I. Damdinov, assistant, Chita State Medical Academy; Address: 39a, Gorki St., Chita, Russian Federation 672000; Phone: +7(8-914)4503277; e-mail: [www.ruslan75.ru](http://www.ruslan75.ru)

Дата поступления 03.06.2018 г.

Дата рецензирования 16.04.2020 г.

Принята к печати 13.05.2020 г.

Received 03 June 2018

Revision Received 16 April 2020

Accepted 13 May 2020



This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.