

УДК 616.517-031.81-08-07-053.2+616-092.6+612.79
DOI: 10.56871/RBR.2024.68.86.002

ОСОБЕННОСТИ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ КОЖИ У БОЛЬНЫХ ПСОРИАЗОМ

© Артур Сергеевич Емельянов¹, Виктор Геннадьевич Пузырев²,
Ирина Владимировна Кибалина¹, Альвина Николаевна Емельянова¹

¹ Читинская государственная медицинская академия. 672000, Забайкальский край, г. Чита, ул. Горького, 39а

² Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2

Контактная информация: Артур Сергеевич Емельянов — к.м.н., доцент кафедры нормальной физиологии им. проф. Б.И. Кузника.
E-mail: artur1926@yandex.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6846-1565> SPIN: 8162-2150

Для цитирования: Емельянов А.С., Пузырев В.Г., Кибалина И.В., Емельянова А.Н. Особенности микроциркуляции кожи у больных псориазом. Российские биомедицинские исследования. 2024;9(4):9–15. DOI: <https://doi.org/10.56871/RBR.2024.68.86.002>

Поступила: 19.09.2024

Одобрена: 05.11.2024

Принята к печати: 17.12.2024

Резюме. Введение. Псориаз — хроническое воспалительное аутоиммунное заболевание кожи с вовлечением в патологический процесс опорно-двигательного аппарата. В данном оригинальном исследовании представлены сравнительные результаты изучения микроциркуляторного русла в псориатической папуле и в здоровом участке кожи пациентов с псориазом. **Цель исследования** — изучение параметров микроциркуляции в патологическом очаге кожи у пациентов с псориазом на фоне проводимого лечения при воздействии искусственно созданного стресса. **Материалы и методы.** Обследовано 16 пациентов с псориазом в возрасте от 18 до 25 лет, находившихся на стационарном лечении в ГУЗ «Краевой кожно-венерологический диспансер» в г. Чите. Оценку микроциркуляции проводили методом лазерной спекл-интерферометрии. Статистический анализ и визуализация выполнены на языке R (<http://cran.rproject.org>) версии 4.2.3. **Результаты исследования.** Показатели динамики межслоевого кровотока, полученные методом лазерной спекл-интерферометрии, в состоянии искусственно модулированного стресса в здоровом участке кожи достоверно отличаются по сравнению с микроциркуляцией в пораженном участке. **Заключение.** Выявленные изменения микроциркуляции кожи вносят вклад в понимание патогенетических звеньев формирования патологического очага у пациентов с псориазом.

Ключевые слова: псориаз, микроциркуляция, псориатические папулы, патогенез

FEATURES OF SKIN MICROCIRCULATION IN PATIENTS WITH PSORIASIS

© Artur S. Emelianov¹, Victor G. Puzyrev², Irina V. Kibalina¹, Alvina N. Emelianova¹

¹ Chita State Medical Academy. 39a Gorky str., Chita Trans-Baikal Territory 672000 Russian Federation

² Saint Petersburg State Pediatric Medical University. Lithuania 2, Saint Petersburg 194100 Russian Federation

Contact information: Artur S. Emelianov — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Normal Physiology.
E-mail: artur1926@yandex.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6846-1565> SPIN: 8162-2150

For citation: Emelianov AS, Puzyrev VG, Kibalina IV, Emelianova AN. Features of skin microcirculation in patients with psoriasis. Russian Biomedical Research. 2024;9(4):9–15. DOI: <https://doi.org/10.56871/RBR.2024.68.86.002>

Received: 19.09.2024

Revised: 05.11.2024

Accepted: 17.12.2024

Abstract. Introduction. Psoriasis is a chronic inflammatory autoimmune skin disease involving the musculoskeletal system in the pathological process. This original study presents comparative results of studying the microcirculatory bed in the psoriatic papule and in a healthy area of the skin of patients with psoriasis. **The aim** was to study of the parameters of microcirculation in a pathological lesion of the skin in patients with psoriasis against the background of treatment under the influence of artificially created stress. **Materials and methods.** 16 patients with psoriasis

aged 18 to 25 years who were on inpatient treatment at the Regional Skin and Venereological Dispensary in Chita were examined. Microcirculation was evaluated by laser speckle interferometry. Statistical analysis and visualization are performed in the R language (<http://cran.rproject.org>), version 4.2.3. **Results.** The dynamics of interlayer blood flow obtained by laser speckle interferometry in a state of artificially modulated stress in a healthy area of the skin significantly differ compared with microcirculation in the affected area. **Conclusion.** The revealed changes in the microcirculation of the skin contribute to the understanding of the pathogenetic links of the formation of a pathological focus in patients with psoriasis.

Keywords: psoriasis, microcirculation, psoriatic papules, pathogenesis

ВВЕДЕНИЕ

Псориаз — хроническое иммуновоспалительное заболевание кожи, характеризующееся нарушением кератинизации и воспалительными реакциями в дерме. Патогенез дерматоза включает взаимосвязь между триггерами окружающей среды, наследственным компонентом, воспалительными и аутоиммунными реакциями, что непосредственно оказывает влияние на изменение микроциркуляции кожного покрова у пациентов с псориазом [2, 12]. По данным литературы, при дерматозе аутоантитела и иммунные комплексы способствуют повреждению сосудистой стенки, что коррелирует с длительностью, тяжестью патологического процесса и клиническими симптомами заболевания. Основными факторами, способствующими ангиопатиям при псориазе, являются локальные повреждения кожи, изменения межучточного обмена, формирование гиперчувствительности и изменение проницаемости сосудов [3, 5].

Микроциркуляторные нарушения у пациентов с псориазом обусловлены дисбалансом гемостаза и коагуляции [6]. Так, в научных исследованиях показано увеличение концентрации С-пептида, плазминогена, фибринопептида А, гомоцистеина и уменьшение уровня антитромбина III. Определена корреляционная взаимосвязь между нарушением гемодинамики и частотой обострений заболевания. Изменения реологических свойств крови у пациентов фиксируются при длительном стаже заболевания, наличии очагов хронической инфекции, длительном приеме системных глюкокортикостероидов и цитостатиков, осложненном течении псориаза.

Применение капилляроскопии способствует более тщательному изучению показателей микроциркуляторного русла [1, 7, 8, 13]. В современных исследованиях представлены характеристики нарушений микроциркуляции: при прогрессирующей стадии в псориазных папулах капилляры тонкие, при разрешении клинических симптомов — расширенные с извитым рисунком. Однако на границе со здоровой кожей зафиксировано снижение количества функционально активных капилляров на 20%. Периваскулярное пространство характеризуется лимфоцитарной инфильтрацией, отеком, однако на эндотелии выявлены многочисленные цитоплазматические выросты. Известно, что у клинически здоровых кровных родственников, больных псориазом, наблюдаются аналогичные изменения в микроциркуляции.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение параметров микроциркуляции в патологическом очаге кожи у пациентов с псориазом на фоне проводимого лечения при воздействии искусственно созданного стресса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 16 человек с диагнозом «Распространенный вульгарный псориаз гладкой кожи и волосистой части головы, прогрессирующая стадия, обострение», получавших лечение в условиях стационара на базе ГУЗ «Краевой кожно-венерологический диспансер» Минздрава Забайкальского края (г. Чита). Всем пациентам, включенным в исследование, была назначена стандартная системная и топическая терапия, согласно Федеральным клиническим рекомендациям Российского общества дерматовенерологов и косметологов (РОДВК). У всех лиц, включенных в исследование, было получено добровольное информированное согласие.

Исследование проводилось методом лазерной спекл-интерферометрии в два этапа. Первый — в момент поступления в стационар, второй — перед выпиской из стационара. Этапы включали три периода, каждый из которых продолжался в течение трех минут: Т1 — состояние покоя, Т2 — модулированный стресс, Т3 — восстановительное состояние покоя. Каждый период сопровождался измерениями показателей гемодинамики. Стресс создавался цветовым тестом, реализующим эффект Струпа. Данный метод предназначен для оценки формирования ассоциативных связей между зонами коры, отвечающими за восприятие цвета и начертания букв. Несоответствие цвета и семантического значения слов приводит к появлению конфликта восприятия и, как следствие, возникновению стресса. Прикрепленный на кожу датчик динамического рассеяния света mDLS (miniaturized Dynamic Light Scattering, Elfi-Tech, Rehovot, Israel) фиксировал фотоны, которые отражались от эритроцитов, движущихся в соседних слоях кровотока (скорость сдвига, или поперечный градиент скорости). Первый датчик устанавливался над пораженным участком наружной поверхности предплечья. Вторым датчиком располагался выше первого на здоровой коже рядом с патологическим очагом. Сигнал интегрировался в виде трех гемодинамических индексов HI (Hemodynamic Indexes). Исполь-

зовалась методика спектрального разложения сигнала быстрым преобразованием Фурье (Fast Fourier Transform, FFT) на частотные компоненты, связанные с гемодинамическими источниками различной скорости сдвига слоев. Низкочастотный (1–300 Гц) индекс (HI1) определялся медленным межслоевым взаимодействием, высокочастотная область (HI3) (3000–24 000 Гц) характеризовала быстрые процессы сдвига слоев. HI2 (300–3000 Гц) занимал промежуточное положение.

Для оценки тенденций перераспределения кровотока между быстрыми и медленными процессами введен показатель отношения HI1/HI3. Суммарный индекс HI = HI1 + HI2 + HI3 демонстрировал объем потока, охваченного облучением датчика. Нормированные индексы RHI1, RHI2, RHI3 обозначают относительный вклад каждой компоненты в общие динамические процессы (RHI1 = HI1/HI, RHI2 = HI2/HI, RHI3 = HI3/HI). Для оценки тенденций перераспределения кровотока между

Таблица 1

Показатели микроциркуляторной гемодинамики до и после лечения на здоровом и пораженном участках кожи

Table 1

Microcirculatory hemodynamic parameter prior to and after the treatment in healthy and affected areas of the skin

Показатель / Parameter	Участок воздействия / Area of impact	Состояние покоя (T1) / Resting state (T1)	Уровень значимости (p1) / Significance level (p1)	Состояние модулированного стресса (T2) / Modulated voltage state (T2)	Уровень значимости (p2) / Significance level (p2)	Восстановительное состояние покоя (T3) / Restorative state of rest (T3)	Уровень значимости (p3) / Significance level (p3)
Гемодинамический индекс (HI) / Hemodynamic Index (HI)	Здоровый участок / Healthy area	711±115	0,890	849±143	0,750	764±122	0,980
	Пораженный участок / Affected area	706±194		814±314		746±277	
Гемодинамический индекс 1 (HI1) / Hemodynamic Index 1 (HI1)	Здоровый участок / Healthy area	0,204±0,030	0,038	0,198±0,023	0,029	0,208±0,032	0,007
	Пораженный участок / Affected area	0,161±0,028		0,167±0,022		0,154±0,028	
Гемодинамический индекс 2 (HI2) / Hemodynamic Index 2 (HI2)	Здоровый участок / Healthy area	0,519±0,019	0,220	0,528±0,018	0,46	0,525±0,015	0,99
	Пораженный участок / Affected area	0,529±0,019		0,519±0,0257		0,525±0,0221	
Гемодинамический индекс 3 (HI3) / Hemodynamic Index 3 (HI3)	Здоровый участок / Healthy area	0,270±0,033	0,017	0,274±0,029	0,012	0,267±0,035	0,009
	Пораженный участок / Affected area	0,318±0,030		0,326±0,036		0,328±0,033	
Отношение HI1/HI3 / Ratio of HI1/HI3	Здоровый участок / Healthy area	0,710±0,141	0,064	0,673±0,105	0,018	0,715±0,145	0,020
	Пораженный участок / Affected area	0,514±0,119		0,5±0,115		0,479±0,113	

Примечание. Гемодинамические индексы являются безразмерными величинами. Статистическая значимость сравнения групп по парному критерию Вилкоксона: p1 – T1 (здоровый участок) и T1 (пораженный участок), p2 – T2 (здоровый участок) и T2 (пораженный участок), p3 – T3 (здоровый участок) и T3 (пораженный участок).

Note. Hemodynamic indices are dimensionless quantities. Statistical significance of comparing groups according to the paired Wilcoxon criterion: p1 – T1 (healthy area) and T1 (affected area), p2 – T2 (healthy area) and T2 (affected area), p3 – T3 (healthy area) and T3 (affected area).

Таблица 2

Показатели микроциркуляторной гемодинамики в ответ на стрессорную стимуляцию у больных псориазом

Table 2

Microcirculatory hemodynamic parameter on response to stress stimulation in patients with psoriasis

Показатель / Parameter	Участок воздействия / Area of impact	Состояние покоя (T1) / Resting state (T1)	Состояние покоя (T2) / Resting state (T2)	Состояние покоя (T3) / Resting state (T3)	Уровень значимости (p1) / Significance level (p1)	Уровень значимости (p2) / Significance level (p2)	Уровень значимости (p3) / Significance level (p3)
Гемодинамический индекс (HI) / Hemodynamic Index (HI)	Здоровый участок / Healthy area	711±115	849±143	764±122	0,003	0,018	0,004
	Пораженный участок / Affected area	709±296	814±314	746±277	0,48	0,64	0,93
Гемодинамический индекс 1 (HI1) / Hemodynamic Index 1 (HI1)	Здоровый участок / Healthy area	147±19,7	168±31,8	158±27,5	0,007	0,014	0,014
	Пораженный участок / Affected area	126±54,8	129±54,8	128±53,5	0,87	0,87	0,87
Гемодинамический индекс 2 (HI2) / Hemodynamic Index 2 (HI2)	Здоровый участок / Healthy area	370±64,1	448±73,4	401±65,6	0,004	0,033	0,005
	Пораженный участок / Affected area	416±212	421±176	433±204	0,85	0,85	0,85
Гемодинамический индекс 3 (HI3) / Hemodynamic Index 3 (HI3)	Здоровый участок / Healthy area	194±47,7	234±51,3	205±47,6	0,006	0,009	0,009
	Пораженный участок / Affected area	218±82	241±61,5	236±73,9	0,14	0,19	0,52
Отношение HI1/HI3 / Ratio of HI1/HI3	Здоровый участок / Healthy area	0,8±0,226	0,735±0,16	0,802±0,224	0,068	0,87	0,091
	Пораженный участок / Affected area	0,514±0,119	0,475±0,135	0,479±0,113	0,51	0,34	0,81

Примечание. Гемодинамические индексы являются безразмерными величинами. Статистическая значимость сравнения групп по парному критерию Вилкоксона: p1 — T1 и T2, p2 — T1 и T3, p3 — T2 и T3.

Note. Hemodynamic indices are dimensionless quantities. Statistical significance of comparing groups according to the paired Wilcoxon criterion: T1 and T2, p2 — T1 and T3, p3 — T2 and T3.

быстрыми и медленными процессами введен показатель отношения HI1/HI3.

Статистический анализ и визуализация выполнены на языке R (<http://cran.rproject.org>) версии 4.2.3. Оценка достоверности парных различий всех показателей между этапами (T1, T2, T3) проводилась по критерию Вилкоксона. Принятие решения о статистической значимости гипотез происходило на уровне $p < 0,05$. Количественное представление показателей в таблицах выполнено в формате $M \pm SD$ (среднее значение \pm стандартное отклонение).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе исследования перед началом лечения у значимого количества испытуемых выявлено снижение относительного нормированного гемодинамического индекса RH11

во всех периодах измерения: T1 (состояние покоя) — здоровый участок = 0,00029, пораженный = 0,00023 ($p=0,038$); T2 (модулированный стресс) — здоровый участок = 0,00023, пораженный = 0,00021 ($p=0,029$); T3 (восстановительное состояние покоя) — здоровый участок = 0,00027, пораженный = 0,00021 ($p=0,007$). При этом отмечено увеличение нормированного индекса RH13 на пораженном участке кожи по сравнению со здоровым: T1 (состояние покоя) — 0,00038 и 0,00045 ($p=0,017$); T2 (модулированный стресс) — 0,00062 и 0,00064 ($p=0,012$); T3 (восстановительное состояние покоя) — 0,00035 и 0,00044 ($p=0,009$) соответственно (табл. 1).

Нами выявлено изменение гемодинамических индексов на пораженном и здоровом участках в ответ на воздействие стрессорной нагрузки. Так, на здоровом участке кожи в периоде T2 (модулированный стресс) происходило увеличение всех нормированных гемодинамических индексов (RH11

Таблица 3

Показатели микроциркуляторной гемодинамики в ответ на лечение в периоде T1

Table 3

Microcirculatory hemodynamic parameter on response to treatment in the T1 period

Показатель / Parameter	До терапии / Before therapy	После терапии / After therapy	Уровень значимости (p) / Significance level (p)
Гемодинамический индекс (HI) / Hemodynamic Index (HI)	703±406	713±242	0,86
Гемодинамический индекс 1 (HI1) / Hemodynamic Index 1 (HI1)	123±70	131±44,1	0,73
Гемодинамический индекс 2 (HI2) / Hemodynamic Index 2 (HI2)	375±221	367±128	0,80
Гемодинамический индекс 3 (HI3) / Hemodynamic Index 3 (HI3)	215±115	215±75,5	0,81
Отношение HI1/HI3 / Ratio of HI1/HI3	0,463±0,105	0,612±0,099	0,004

Примечание. Гемодинамические индексы являются безразмерными величинами. Статистическая значимость сравнения групп по парному критерию Вилкоксона.

Note. Hemodynamic indices are dimensionless quantities. Statistical significance of comparing groups according to the paired Wilcoxon criterion.

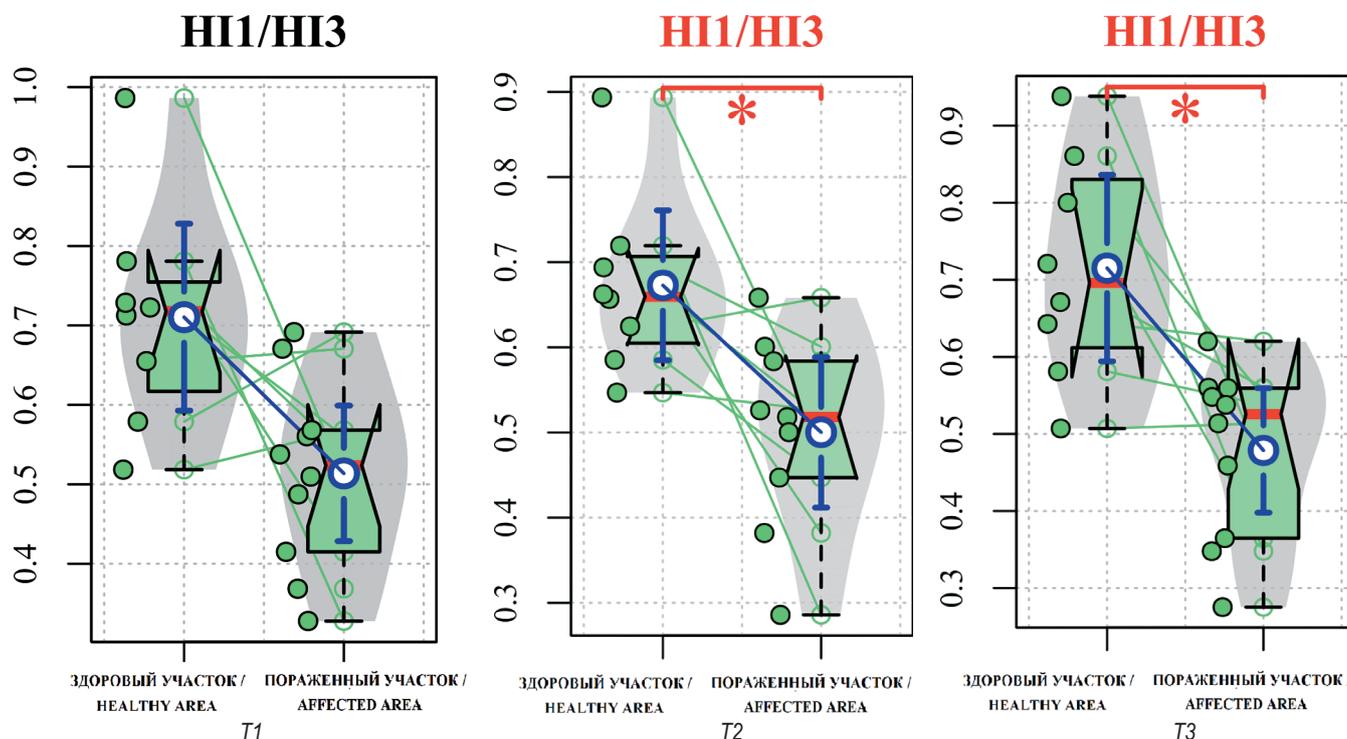


Рис. 1. Динамика изменения соотношения между медленными и быстрыми межслоевыми взаимодействиями HI1/HI3 на здоровом и пораженном участках по периодам исследования

Fig. 1. Dynamics of the change in the ratio between slow and fast interlayer interactions in the HI1/HI3 ratio in healthy and affected areas by study period

здорового участка = 0,19788, пораженного = 0,15848; RH12 здорового участка = 0,52768, пораженного = 0,51720; RH13 здорового участка = 0,29607, пораженного = 0,27562) с неполным восстановлением их на этапе T3 (восстановительное состояние покоя) (RH11 здорового участка = 0,20681, пораженного = 0,17158; RH12 здорового участка = 0,52487, пораженного = 0,58043; RH13 здорового участка = 0,26832, пораженного = 0,31635). При этом в псориазическом очаге статистических изменений между медленными и быстрыми межслоевыми взаимодействиями

как в состоянии покоя (T1), так и в состоянии модулированного стресса (T2) выявлено не было, что может свидетельствовать об отсутствии реакции в ответ на стрессовую стимуляцию (табл. 2).

На втором этапе исследования после проведенного лечения в периоде T1 (состояние покоя) отмечалось неполное восстановление индекса RHI (RH11 до лечения = 0,17496, после лечения = 0,18373; RH12 до лечения = 0,53343, после лечения = 0,51473; RH13 до лечения = 0,30583, после лечения = 0,30154) (табл. 3).

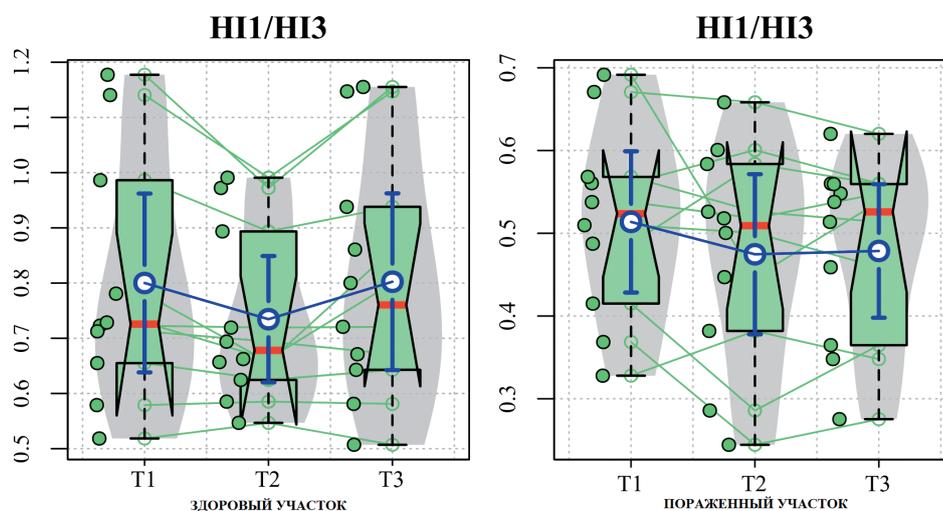


Рис. 2. Динамика изменения соотношения между медленными и быстрыми межслоевыми взаимодействиями HI1/HI3 на здоровом и пораженном участках кожи

Fig. 2. Dynamics of the change in the ratio between slow and fast interlayer interactions in the HI1/HI3 ratio in healthy and affected areas of the skin

Как объяснить полученные результаты? Известно, что возникающее локальное воспаление, а также процессы неона ангиогенеза изменяют характер кровотока в пользу турбулентного течения [4], что сказывается на гемодинамических функциях: снижается гемодинамический индекс RHI1 во всех периодах измерения, при этом увеличивается индекс RHI3 на пораженном участке кожи. Это предположение согласуется с результатами исследований [8, 10], авторы которых показали, что процессы воспаления и неона ангиогенеза обусловлены появлением цитокин-хемокиновой сети. На основании этого можно заключить, что значимое снижение соотношения HI1/HI3 характеризует изменение баланса распределения межслоевых скоростей (рис. 1).

При этом неодинаковая реакция на пораженном и здоровом участках в ответ на воздействие стрессорной нагрузки может быть обусловлена процессами дезадаптации эндотелиоцитов, механорецепторы которых могли блокироваться из-за нарушения пристеночного тока крови, а также специфическими провоспалительными цитокинами, действие которых обусловлено аутоиммунным воспалением [9–11] (рис. 2).

ВЫВОДЫ

1. Показатели динамики межслоевого кровотока, полученные методом лазерной спекл-интерферометрии, продемонстрировали достоверные изменения в медленной RHI1 и быстрой RHI3 компонентах, не изменяющихся при воздействии искусственно созданного стресса.

2. На здоровом участке при возникновении состояния стресса происходило повышение HI1 с неполным восстановлением в периоде T3.

3. Наблюдаемое изменение микроциркуляции после оказанного лечения происходит посредством снижения системного и локального воспаления.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

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

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жарких Е.В., Маковик И.Н., Потапова Е.В. и др. Оптическая неинвазивная диагностика функционального состояния микроцир-

- куляторного русла пациентов с нарушением периферической микрогемодинамики. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2018;17(3):23–32.
2. Летьева О.И. Роль инфекционных агентов в патогенезе дерматозов у детей и подростков. Детские инфекции. 2020;19(3):58–64.
 3. Матушевская Е.В., Коновалова М.В., Владимирова Е.В. и др. Патогенез и терапия псориаза и псориатического артрита. Клиническая дерматология и венерология. 2019;18(5):634–642. <https://doi.org/10.17116/klinderma201918051634>.
 4. Серебренникова С.Н., Семинский И.Ж., Гузовская Е.В. и др. Воспаление — фундаментальный патологический процесс: лекция 2 (клеточные реакции). Байкальский медицинский журнал. 2023;2(2):65–66. <https://doi.org/10.57256/2949-0715-2023-2-65-76>.
 5. Смоляков Ю.Н., Калашникова С.А., Федоренко Е.В. и др. Динамические реакции активности коры головного мозга и микроциркуляции на стимулированный стресс. Забайкальский медицинский вестник. 2017;2:148–153. Доступно по: https://elibrary.ru/download/elibrary_29409310_95058572.pdf (дата обращения: 02.08.2024).
 6. Торшина И.Е., Зирчик А.А., Гельт Т.Д. Значение ониходистрофии в прогнозировании сердечно-сосудистых заболеваний у больных псориазом. Трудный пациент. 2017;15(6-7):28–30.
 7. Файрушина И.Ф. Роль капилляроскопии в оценке микровазуляризации при ревматических заболеваниях. Практическая медицина. 2023;21(3):40–43. Доступно по: https://elibrary.ru/download/elibrary_54097876_50981423.pdf (дата обращения: 02.08.2024).
 8. Шишкин А.Н., Николаева А.А. Особенности микроциркуляции при псориатическом артрите. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2021;20(3):11–17.
 9. Almodovar R., Zarco P., Oton T., Carmona L. Effect of weight loss on activity in psoriatic arthritis: a systematic review. Reumatol Clin. 2018;14(4):207–210.
 10. Nedoszytko B., Sokołowska-Wojdyło M., Ruckemann-Dziurdzińska K. et al. Chemokines and cytokines network in the pathogenesis of the inflammatory skin diseases: atopic dermatitis, psoriasis and skin mastocytosis. Postepy Dermatol Alergol. 2014;31(2):84–91.
 11. Patschan D., Sugiarto N., Henze E. et al. Early endothelial progenitor cells and vascular stiffness in psoriasis and psoriatic arthritis. Eur J Med Res. 2018;23:1–10.
 12. Scarpina F., Tagini S. The stroop color and word test. Frontiers in psychology. 2017;8:557.
 13. Zdanowska N., Kasprowicz-Furmańczyk M., Placek W. et al. The Role of Chemokines in Psoriasis-An Overview. Medicina (Kaunas). 2021;57(8):754.
 - patients with disorders of peripheral haemodynamics. Regionaroye krovoobrashcheniye i mikrotsirkulyatsiya. 2018;17(3):23–32. (In Russian).
 2. Letyaeva O.I. The role of infectious agents in the pathogenesis of dermatoses in children and adolescents. Detskie Infektsii. 2020;19(3):58–64. (In Russian).
 3. Matushevskaja E.V., Konovalova M.V., Vladimirova E.V. et al. Pathogenesis and therapy of psoriasis and psoriatic arthritis. Klinicheskaya dermatologiya i venerologiya. 2019;18(5):634–643. <https://doi.org/10.17116/klinderma201918051634>. (In Russian).
 4. Serebrennikova S.N., Seminsky I.Zh., Guzovskaiia E.V. i dr. Inflammation is a fundamental pathological process: lecture 2 (cellular reactions). Baykalskiy meditsinskiy zhurnal. 2023;2(2):65–66. <https://doi.org/10.57256/2949-0715-2023-2-65-76>. (In Russian).
 5. Smolyakov Yu.N., Kalashnikova S.A., Fedorenko E.V. i dr. Dynamic reactions of cerebral cortex activity and microcirculation to stimulated stress. Zabaykalskiy meditsinskiy vestnik. 2017;2:148–153. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_29409310_95058572.pdf (accessed: 02.08.2024). (In Russian).
 6. Torshina I.E., Zirchik A.A., Gelt T.D. The importance of onychodystrophy in the prognosis of cardiovascular diseases in patients with psoriasis. Trudnyy patsiyent. 2017;15(6-7):28–30. (In Russian).
 7. Fayrushina I.F. The role of capillaroscopy in the assessment of microvascularization in rheumatic diseases. Prakticheskaya meditsina. 2023;21(3):40–43. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_54097876_50981423.pdf (accessed: 02.08.2024). (In Russian).
 8. Shishkin A.N., Nikolayeva A.A. Features of microcirculation in psoriatic arthritis. Regionaroye krovoobrashcheniye i mikrotsirkulyatsiya. 2021;20(3):11–17. (In Russian).
 9. Almodovar R., Zarco P., Oton T., Carmona L. Effect of weight loss on activity in psoriatic arthritis: a systematic review. Reumatol Clin. 2018;14(4):207–210.
 10. Nedoszytko B., Sokołowska-Wojdyło M., Ruckemann-Dziurdzińska K. et al. Chemokines and cytokines network in the pathogenesis of the inflammatory skin diseases: atopic dermatitis, psoriasis and skin mastocytosis. Postepy Dermatol Alergol. 2014;31(2):84–91.
 11. Patschan D., Sugiarto N., Henze E. et al. Early endothelial progenitor cells and vascular stiffness in psoriasis and psoriatic arthritis. Eur J Med Res. 2018;23:1–10.
 12. Scarpina F., Tagini S. The stroop color and word test. Frontiers in psychology. 2017;8:557.
 13. Zdanowska N., Kasprowicz-Furmańczyk M., Placek W. et al. The Role of Chemokines in Psoriasis-An Overview. Medicina (Kaunas). 2021;57(8):754.

REFERENCES

1. Zharkikh E.V., Makovik I.N., Potapova E.V. i dr. Optical noninvasive diagnostics of the functional state of microcirculatory bed in