

DOI: <https://doi.org/10.17816/medjrf456508>

# Изменение реологических показателей крови, микроциркуляции крови и накопления антибиотика в очаге острого воспаления у пациентов с флегмонами челюстно-лицевой области

Н.М. Хелминская, В.И. Кравец, А.В. Посадская, Д.А. Ерёмин, А.В. Кравец, Л.М. Винокурова

Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Несмотря на достижения современной стоматологии, частота гнойно-воспалительных заболеваний, в частности осложнённого кариеса, имеет тенденцию к росту. Численность больных с одонтогенными флегмонами составляет 60–70% коечного фонда челюстно-лицевых стационаров. При распространении процесса на шею и в средостение летальность достигает 60%, а при генерализации инфекции, приводящей к септическому шоку, возрастает до 90%.

Изучить состояние реологических параметров и микроциркуляции крови в зоне острого гнойного воспаления у пациентов с флегмонами челюстно-лицевой области можно с помощью исследования вязкости крови, анализа микроциркуляторного русла (по данным лазерной доплерфлоуметрии) и измерения концентрации антибиотика в крови. Исследования позволяют проанализировать характер патофизиологических изменений и скоординировать адекватную медикаментозную терапию.

**Цель исследования** — изучить состояние и реологические свойства крови в микроциркуляционном русле и концентрацию антибиотика в очаге острого гнойного воспаления у пациентов с флегмонами челюстно-лицевой области для повышения эффективности лечения.

**Материалы и методы.** В исследовании участвовали 20 человек с флегмонами челюстно-лицевой области. Возраст их варьировал от 28 до 62 лет, соотношение женщин к мужчинам — 7:13 (35% женщин и 65% мужчин). Средняя масса тела составила 79–95 кг. Всем пациентам под эндотрахеальным наркозом проведена операция вскрытия флегмоны. Во время операции и на этапах лечения исследовали микроциркуляцию, вязкость крови и выполняли лазерную доплеровскую флоуметрию, а также оценивали накопление антибиотика в области воспаления.

**Результаты.** Проанализированы результаты исследования 20 пациентов. В результате изучения реологических параметров крови, полученных с периферической вены у пациентов с флегмонами челюстно-лицевой области различной локализации, выявлены изменения вязкости крови в сторону сгущения по сравнению с показателями нормы.

**Заключение.** При остром гнойном воспалении челюстно-лицевой области происходят патофизиологические изменения в микроциркуляторном русле, что необходимо учитывать при назначении адекватной антибактериальной терапии.

**Ключевые слова:** микроциркуляция; реология крови; острое гнойное воспаление; флегмона челюстно-лицевой области; антибиотик.

## Как цитировать

Хелминская Н.М., Кравец В.И., Посадская А.В., Ерёмин Д.А., Кравец А.В., Винокурова Л.М. Изменение реологических показателей крови, микроциркуляции крови и накопления антибиотика в очаге острого воспаления у пациентов с флегмонами челюстно-лицевой области // Российский медицинский журнал. 2023. Т. 29, № 6. С. 447–454. DOI: <https://doi.org/10.17816/medjrf456508>

DOI: <https://doi.org/10.17816/medjrf456508>

# Changes in rheological parameters of blood, microcirculation, and antibiotic accumulation in acute inflammation in patients with maxillofacial phlegmon

Natalya M. Khelminskaya, Viktor I. Kravets, Aleksandra V. Posadskaya, Dmitriy A. Eremin, Anatoliy V. Kravets, Ludmila M. Vinokurova

N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Despite the modern development of dentistry, the frequency of purulent inflammatory diseases of complicated caries tends to increase. Up to 60%–70% of patients had odontogenic phlegmon in maxillofacial hospitals. With the spread of the process to the neck and mediastinum, mortality reaches 60%, and with the generalization of infection leading to septic shock, it increases to 90%. This study aimed to examine the state of rheological parameters and blood microcirculation in cases of acute purulent inflammation in patients with maxillofacial phlegmon based on blood viscosity, analysis of the microcirculatory bed according to laser Doppler flowmetry, and concentration of the antibiotics in the blood. This study will allow us to analyze pathophysiological changes and coordinate adequate drug therapy.

**AIM:** To examine the state and rheological properties of blood in the microcirculation and antibiotic concentration in cases acute purulent inflammation in patients with maxillofacial phlegmon to improve the effectiveness of treatment.

**MATERIALS AND METHODS:** The study enrolled 20 patients. Their age ranged from 28 to 62 years, and there were 13 (65%) men and 7 (35%) women. The average body weight of the patients in the study group was 79–95 kg. All patients under endotracheal anesthesia underwent phlegmon dissection. During the operation and treatment, microcirculation, blood viscosity, and laser Doppler flowmetry were evaluated, and the antibiotic concentration in the inflammation area was assessed.

**RESULTS:** The results of the study of 20 patients were analyzed. As a result of studying the rheological parameters of blood obtained from the peripheral vein in patients with phlegmon of the maxillofacial region of various localization, changes in blood viscosity towards thickening compared with normal values were revealed.

**CONCLUSION:** With acute purulent inflammation of the maxillofacial region, pathophysiological changes occur in the microcirculatory bed, which must be considered when prescribing adequate antibacterial therapy.

**Keywords:** rheological parameters; blood viscosity; blood microcirculation; acute purulent inflammation; maxillofacial region; phlegmon; antibiotic.

## To cite this article

Khelminskaya NM, Kravets VI, Posadskaya AV, Eremin DA, Kravets AV, Vinokurova LM. Changes in rheological parameters of blood, microcirculation, and antibiotic accumulation in acute inflammation in patients with maxillofacial phlegmon. *Russian Medicine*. 2023;29(6):447–454.

DOI: <https://doi.org/10.17816/medjrf456508>

Submitted: 29.05.2023

Accepted: 16.11.2023

Published online: 26.12.2023

## ОБОСНОВАНИЕ

Последовательность и преемственность патофизиологических нарушений, происходящих на уровне различных функциональных систем (реологической, эндотелия сосудов, интерстиция), которые претерпевают каскад физико-биохимических преобразований, составляют целостность взаимодействий. Всё это представляется гораздо более сложным, чем обычные причинно-следственные или обратные связи функциональных согласований на уровне сигнальных медиаторов, клеток, тканей, нарушения осмоса и т.д. [1]. Совокупность этих изменений, их цикличность обладают как свойствами взаимоотношения (порочный круг), так и параметрами, направленными на борьбу с микробной альтерацией и формирование защитных механизмов на различных уровнях системы [2].

Трансформация микроциркуляторного русла и нарушение реологии крови в патогенезе воспалительного процесса являются первичными и ключевыми в понимании развития и образования гнойного инфильтрата, формирования основных симптомов болезни и имеют большое значение в клинической практике. На этом строится как диагностический поиск, так и критерии, позволяющие оценивать степень и выраженность воспалительного процесса, разрабатывать алгоритм комплексного лечения.

Работы, посвящённые данной проблеме, немногочисленны и в основном включают в себя публикации, основанные на одностороннем подходе к оценке имеющихся патологических нарушений, интерпретируемых результатами единого метода исследования [3, 4].

Применение сразу нескольких диагностических методик, которые направлены на изучение и регистрацию различных показателей, претерпевающих патологические изменения, в условиях острого гнойного воспаления предоставляет более полную информацию о происходящих нарушениях.

Оценка изменений реологических свойств крови и микроциркуляторного русла одновременно с разных точек зрения позволяет в определённом смысле комплексно визуализировать патологические изменения, которые происходят в области острого гнойного инфильтрата челюстно-лицевой области, что может послужить основанием для формирования новых научно-обоснованных рациональных подходов к проведению или коррекции комплексной терапии у данных пациентов.

Трансформации в микроциркуляторном русле при остром гнойном воспалении носят многофакторный и системный характер (рис. 1) [4, 5].

## МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Одномоментное, открытое сравнительное исследование. Способ формирования выборки — сплошной.

Для оценки состояния микроциркуляторного русла при флегмонах челюстно-лицевой области спектр



**Рис. 1.** Изменения в микроциркуляторном русле при остром гнойном воспалительном процессе.

**Fig. 1.** Changes in the microcirculatory bed during acute purulent inflammation.



Исследование вязкости крови, полученной из периферической вены пациента и непосредственно из очага воспаления, с помощью ротационного вискозиметра ALPHA L (Fungilab, Испания)



Анализ микроциркуляторного русла в области гнойно-воспалительного инфильтрата по данным лазерной доплерфлоуметрии с помощью анализатора крови «ЛАЗМА ПФ» (НПП «ЛАЗМА», Россия)



Измерение концентрации антибиотика в крови с забором крови из периферической вены и лицевой вены методом высокоэффективной жидкостной хроматографии

**Рис. 2.** Методики исследования, используемые для изучения нарушения реологии крови и микроциркуляции в области гнойного инфильтрата у пациентов с флегмонами челюстно-лицевой области.

**Fig. 2.** Research methods employed to examine impairments in blood rheology and microcirculation in the purulent infiltration area in patients with maxillofacial phlegmon.

изучения патологических нарушений при остром гнойном воспалении основывался на регистрации параметров различной направленности (рис. 2).

### Критерии соответствия

*Критерии включения:*

- наличие флегмоны челюстно-лицевой области;
- период наблюдения не менее 6 мес.

*Критерии исключения:*

- наличие у больных сопутствующих болезней с патологией гемостаза;

- наличие у больных сопутствующих болезней с проявлением коагулопатии;
- приём больным антиагрегантных и антикоагулянтных препаратов до поступления в стационар.

### Условия проведения

Исследование вышеуказанных характеристик осуществляли у пациентов с флегмонами челюстно-лицевой области ( $n=20$ ), проходивших лечение на клинической базе кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии Института стоматологии Российского национального исследовательского медицинского университета имени Н.И. Пирогова — в отделении челюстно-лицевой хирургии городской клинической больницы № 1 имени Н.И. Пирогова Департамента здравоохранения Москвы.

### Описание медицинского вмешательства

Флегмоны челюстно-лицевой области имели следующую локализацию: поджевательное пространство ( $n=2$ ), дно полости рта ( $n=1$ ), поднижнечелюстная ( $n=10$ ), височная ( $n=2$ ) и щёчная ( $n=5$ ) области.

Возрастной интервал исследуемых пациентов находился в диапазоне от 28 до 62 лет. В большинстве они не имели сопутствующих заболеваний, за исключением четырёх человек, у которых в анамнезе жизни отмечали ИБС, артериальную гипертензию I–II степени. Средняя масса тела пациентов составила 79–95 кг.

Предметом исследования гемореологических показателей послужила цельная кровь, забор которой выполняли непосредственно в момент вскрытия гнойного очага из лицевой вены и параллельно из периферической (кубитальной) вены. Вязкость крови измеряли с помощью ротационного вискозиметра ALPHA L (Fungilab, Испания) на различных ротационных скоростях (V6, V10, V12, V20, V30, V50, V60, V100 об./мин) с учётом неламинарного течения движения крови в сосудах и с различным градиентом скорости сдвига в зависимости от приближения в сосудистой стенке.

Показатели микроциркуляции изучали непосредственно с кожных покровов в области гнойно-воспалительного очага путём прикладывания лазерного анализатора крови «ЛАЗМА ПФ» (НПП «ЛАЗМА», Россия) к коже пациента и удерживания его в неподвижном состоянии в течение 4 мин. Оценка данных лазерной доплеровской флоуметрии включала в себя определение показателя

микроциркуляции (ПМ) — средней величины перфузии тканей кровью; вычисление значения среднего квадратичного отклонения колебаний ПМ в заданном промежутке времени; определение индекса флуксоций (ИФМ); определение микрососудистого тонуса (СТ) и внутрисосудистого сопротивления R.

Изучение накопления антибиотика гентамицина в зоне острого гнойного воспаления проводили, исследуя его концентрацию в сыворотке крови у больных с флегмонами челюстно-лицевой области; применяя метод высокоэффективной жидкокристаллической хроматографии (спектрометр Lumus; Bruker Optics, США); сравнивая результаты, полученные в венозной крови из периферической (локтевой) и лицевой вены. Антибиотик в количестве 80 мг вводили внутримышечно за 2 ч до оперативного вмешательства (вскрытия флегмоны), затем во время операции забирали кровь из указанных вен в количестве 7–8 мл.

### Этическая экспертиза

Работа одобрена локальным этическим комитетом Российского национального исследовательского медицинского университета имени Н.И. Пирогова (протокол № 215 от 21 февраля 2022 г.).

### Статистический анализ

Статистическую обработку данных выполняли в программе Excel 2016 (Microsoft, США). Распределения количественных признаков представлены в виде средних значений (M). Для описания качественных переменных использовали частоту  $n$  (%).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате изучения реологических параметров крови, полученных с периферической вены у пациентов с флегмонами челюстно-лицевой области различной локализации, выявлены изменения вязкости крови в сторону сгущения по сравнению с показателями нормы (табл. 1).

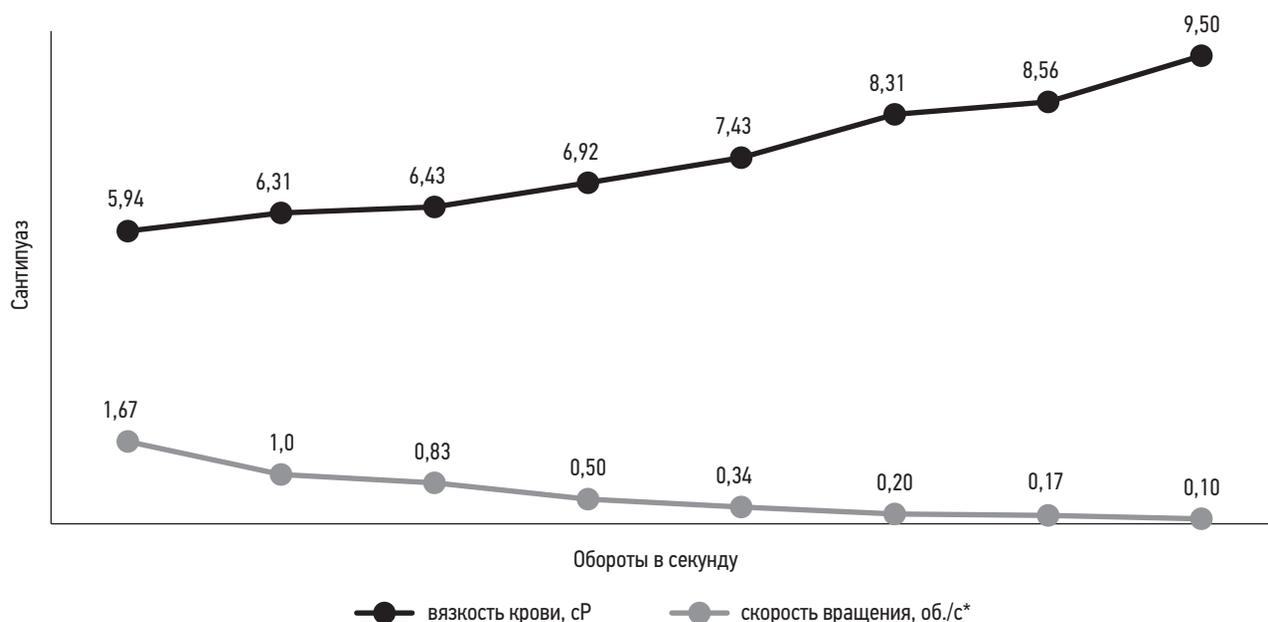
При снижении ротационной скорости вращения шпинделя (что моделирует пристеночное движение крови в области микроциркуляторного русла) также отмечено повышение показателей вязкости крови в когортном исследовании (рис. 3).

Так, при снижении скорости вращения со 100,0 до 6,0 об./мин вязкость крови увеличилась с  $5,94 \pm 0,60$

**Таблица 1.** Показатели вязкости крови пациентов с флегмонами челюстно-лицевой области при поступлении в стационар

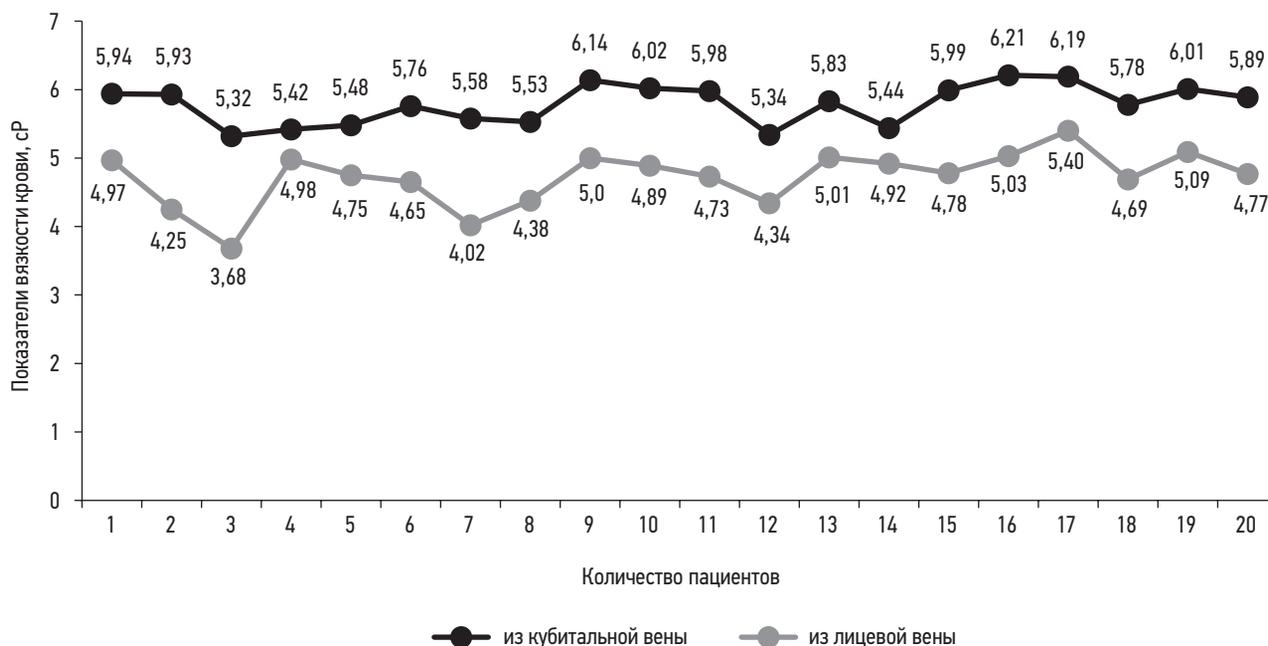
**Table 1.** Blood viscosity parameters of patients with phlegmon of the maxillofacial area upon admission to the hospital

Показатели	Значения показателей							
	V100	V60	V50	V30	V20	V12	V10	V6
Скорость, об./мин								
Вязкость крови (флегмона), cP	5,94±0,60	6,31±1,10	6,43±1,60	6,92±0,70	7,43±0,40	8,31±1,20	8,56±0,70	9,50±1,50
Вязкость крови (норма)	3,5–5,0 cP							



**Рис. 3.** Соотношение динамических показателей вязкости крови и скорости сдвига у пациентов с флегмонами челюстно-лицевой области; \* для информативности диаграммы единицы измерения скорости (V) переведены в обороты в секунду (об./с).

**Fig. 3.** The ratio of dynamic indicators of blood viscosity and shear rate in patients with maxillofacial phlegmon; \* for the sake of clarity of the diagram, the units of speed (V) are converted to revolutions per second (об./с).



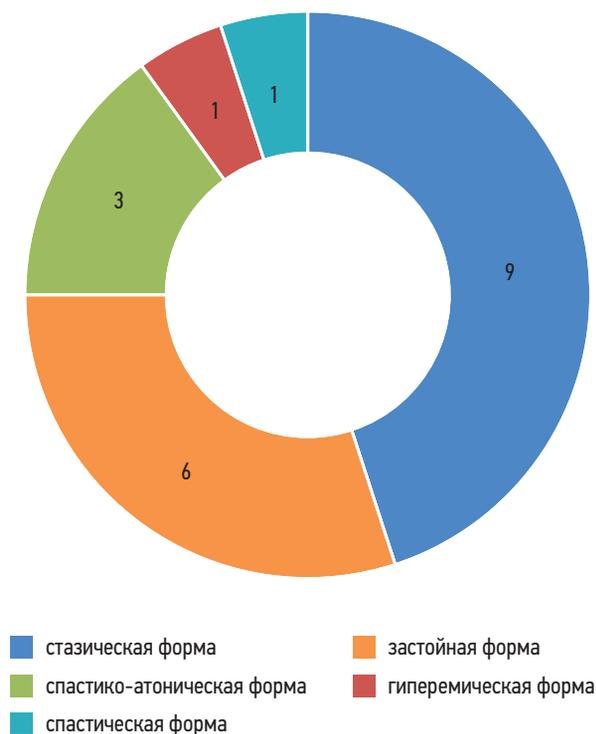
**Рис. 4.** Сравнительные показатели вязкости крови, полученной из лицевой и периферической вены у пациентов с флегмонами челюстно-лицевой области, сР.

**Fig. 4.** Comparative indicators of blood viscosity (сР) obtained from the facial and peripheral veins in patients with maxillofacial phlegmon.

до  $9,50 \pm 1,50$  сР (сантипуаз). При изучении аналогичных показателей реологии крови в области острого гнойного воспаления (лицевая вена) получены результаты, свидетельствующие о снижении вязкости крови,

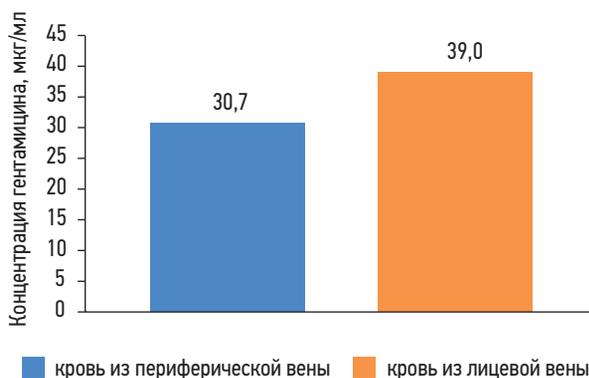
повышении её текучести по сравнению с периферической кровью (рис. 4).

Патологические нарушения микроциркуляторного русла, регистрируемые с помощью ЛДГ-граммы



**Рис. 5.** Виды нарушения микроциркуляторного русла в области гнойно-воспалительного инфильтрата у пациентов с флегмонами челюстно-лицевой области ( $n=20$ ).

**Fig. 5.** Types of microcirculatory disorders in the purulent inflammation area in patients with phlegmon of the maxillofacial region ( $n=20$ ).



**Рис. 6.** Сравнительная оценка концентраций препарата гентамицина, полученных из периферической вены у пациентов с флегмонами челюстно-лицевой области, мкг/мл.

**Fig. 6.** Comparative assessment of the concentrations of gentamicin obtained from the peripheral and facial veins in patients with maxillofacial phlegmon (mkg/ml).

в области гнойно-воспалительного очага, характеризовались увеличением ПМ, которое было обусловлено повышенным кровенаполнением тканей, уменьшением ИФМ (соотношения механизмов активной и пассивной модуляции тканевого кровотока, который показывает

общую эффективность регуляции микроциркуляции), снижением СТ и повышением R.

По сочетанию указанных параметров в определённой последовательности (ПМ↑, ИФМ↓, СТ↓↑, R↑) определены виды нарушения кровоснабжения, и в нашем случае у всех пациентов с флегмонами челюстно-лицевой области — это преобладание застойной и стазической форм нарушения микроциркуляторного русла (рис. 5). Данные формы характеризуются комплексом изменений, связанных с резким затруднением оттока крови, а в дальнейшем — снижением кровотока в капиллярном звене, значительными реологическими нарушениями крови в сторону сгущения и тромбообразования.

Сравнительная оценка количества накопления антибактериального препарата гентамицина в кровеносном русле, регистрируемого в зоне острого воспаления, выявила повышенные концентрации лекарственного вещества по сравнению с данными, полученными при анализе периферической крови.

Разница концентрации в лицевой и кубитальных венах в процентном соотношении составила в среднем  $25,90 \pm 1,78\%$  (рис. 6).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Проблемы лечения больных с гнойно-воспалительными процессами челюстно-лицевой области остаются актуальными и по сей день из-за множества нерешённых вопросов, связанных с тяжестью течения заболевания и высокой частотой осложнений. Важное значение в патогенезе воспалительных процессов имеют нарушения микроциркуляции и вязкости крови, происходящие за счёт развития тромбгеморрагического синдрома.

Несмотря на вариативность антибактериальных препаратов и применение разных методов лечения, не всегда удаётся получить эффективный результат у данной категории больных.

Диагностическое исследование состояния микроциркуляторного русла, нарушения реологии крови и определение основных симптомов болезни позволят сформировать алгоритм комплексного лечения флегмон челюстно-лицевой области. Патологические изменения микроциркуляторного русла, регистрируемые с помощью ЛДГ-граммы в области гнойного процесса челюстно-лицевой области, характеризовались увеличением ПМ в сторону повышенного кровенаполнения тканей, снижением СТ и повышением R.

Результаты лазерной доплеровской флоуметрии в области гнойно-воспалительного инфильтрата у пациентов с флегмонами челюстно-лицевой области свидетельствуют о преобладании у них застойной и стазической форм патологии микроциркуляции, которые всегда сопровождаются выраженными гемостазическими нарушениями со стороны реологического профиля в сторону синдрома гипервязкости. Однако, несмотря на это, полученные в ходе

исследования данные показали, что в остром гнойно-воспалительном очаге в венозной крови (лицевая вена) происходит изменение её реологических свойств, и этот процесс характеризуется снижением вязкости по сравнению с показателями, полученными из периферической вены, где мы во всех случаях отметили сгущение венозной крови.

Вышесказанное можно объяснить гемодилюцией в поственулярном отделе микроциркуляторного русла за счёт обратного всасывания в кровеносное русло жидкости из интерстициального пространства из-за повышенной проницаемости сосудистой стенки и гидростатического давления в межклеточном пространстве (рис. 7).

Оценка концентрации антибиотика в лицевой вене также свидетельствует о том, что в силу повышенной проницаемости эндотелия сосудов лекарственное вещество хорошо проникает в интерстиций, а затем обратно диффундирует в просвет кровеносного сосуда в поственулярном отделе. Это обеспечивает более высокие цифры его накопления по сравнению с периферической кровью.

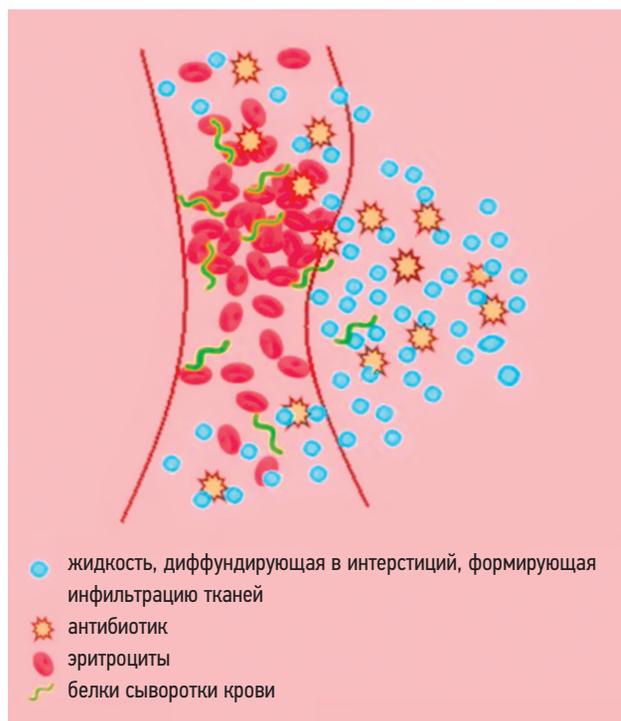
## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внутрисосудистая жидкость (с антибиотиком) из капилляров благодаря повышенной проницаемости через поры и фенестры диффундирует в ткани (межклеточное вещество), при этом внутри кровеносного сосуда из-за пареза микроциркуляции и нарушения реологического статуса крови возникают застойные явления и стаз. В дальнейшем возрастающее гидростатическое давление жидкости, пропитанной клеточными элементами и воспалительными белками, в интерстициальном пространстве приводит к нарушению оттока крови в дистальных отделах микроциркуляторного русла. Это происходит путём сдавливания венул и лимфатических сосудов. Наблюдается обратная диффузия жидкости в венулярном и поственулярном отделах микрососудистого звена, и как результат — гемодилюция, которая сопровождается снижением вязкости крови в лицевой вене и повышенным накоплением антибиотика по сравнению с данными, полученными из периферической кубитальной вены.

Суждение о происходящих нарушениях в микроциркуляторном русле при остром гнойном воспалении с различных точек зрения, основанных на изучении и регистрации патологических отклонений гетерогенных реакций микрососудистого звена, позволяет более детально и объективно охарактеризовать истинную картину патофизиологических изменений и разработать алгоритм медикаментозной терапии с опорой на доказательные данные объективных методов исследования.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

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



**Рис. 7.** Патологические изменения, происходящие в микроциркуляторном русле в области гнойно-воспалительного очага у пациентов с флегмонами челюстно-лицевой области.

**Fig. 7.** Pathological changes occurring in the microvasculature in the purulent-inflammatory area in patients with maxillofacial phlegmon.

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

**Вклад авторов.** Н.М. Хелминская — дизайн исследования, анализ данных, редактирование рукописи; В.И. Кравец — сбор и обработка данных, анализ литературы, написание рукописи; А.В. Посадская, Д.А. Ерёмин, А.В. Кравец, Л.М. Винокурова — проведение исследования, анализ и обработка данных, подготовка иллюстраций. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

## ADDITIONAL INFORMATION

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

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

**Authors' contribution.** N.M. Khelminskaya — research design, data analysis, manuscript editing; V.I. Kravets — data collection and processing, literature analysis, manuscript writing; A.V. Posadskaya, D.A. Eremin, A.V. Kravets, L.M. Vinokurova — research, data analysis and processing, preparation of illustrations. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цеймах Е.А., Зинченко В.Ю. Значение ликвидации микроциркуляторных нарушений в комплексном лечении распространенных флегмон мягких тканей // *Acta Biomedica Scientifica*. 2021. Т. 6, № 5. С. 212–221. doi: 10.29413/ABS.2021-6.5.20
2. Комлев В.Л., Левин В.Н., Муравьев А.В., Зайцев Л.Г. Гематологические и гемореологические механизмы нарушений при патофизиологических процессах в челюстно-лицевой области // *Ярославский педагогический вестник*. 2012. Т. III (Естественные науки), № 2. С. 115–118.
3. Литвицкий П.Ф. Нарушения регионарного кровотока и микроциркуляции // *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2020. Т. 19, № 1. С. 82–92. doi: 10.24884/1682-6655-2020-19-1-82-92

4. Куликов Д.А., Глазков А.А., Ковалева Ю.А., и др. Перспективы использования лазерной доплеровской флоуметрии в оценке кожной микроциркуляции крови при сахарном диабете // *Сахарный диабет*. 2017. Т. 20, № 4. С. 279–285. doi: 10.14341/DM8014
5. Козлов В.И., Азизов Г.А., Гурова О.А., Литвин Ф.Б. Лазерная доплеровская флоуметрия в оценке состояния и расстройств микроциркуляции крови. 2012. 30 с.

## REFERENCES

1. Tseimakh EA, Zinchenko VYu. The importance of eliminating microcirculatory disorders in the complex treatment of common soft tissue phlegmon. *Acta Biomedica Scientifica*. 2021;6(5):212–221. doi: 10.29413/ABS.2021-6.5.20
2. Komlev VL, Levin VN, Muravyev AV, Zaitsev LG. haematological and haemorheological indicators at patients with phlegmons of maxillofacial area. *Yaroslavl Pedagogical Bulletin*. 2012;III(Natural Sciences)(2):115–118.

3. Litvitskiy PF. Regional blood flow and microcirculation disorders. *Regional Blood Circulation and Microcirculation*. 2020;19(1):82–92. doi: 10.24884/1682-6655-2020-19-1-82-92
4. Kulikov DA, Glazkov AA, Kovaleva YuA, et al. Prospects of laser Doppler flowmetry application in assessment of skin microcirculation in diabetes. *Diabetes Mellitus*. 2017;20(4):279–285. doi: 10.14341/DM8014
5. Kozlov VI, Azizov GA, Gurova OA, Litvin FB. *Laser Doppler flowmetry in the assessment of the state and disorders of blood microcirculation*. 2012. 30 p. (In Russ).

## ОБ АВТОРАХ

\* **Хелминская Наталья Михайловна**, д-р мед. наук, профессор;  
адрес: Россия, 117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1;  
ORCID: 0000-0002-3627-9109;  
eLibrary SPIN: 2480-3219;  
e-mail: Khelminskaya@mail.ru

**Кравец Виктор Иванович**, канд. мед. наук, доцент;  
ORCID: 0000-0002-6345-3993;  
e-mail: vi\_kravets@mail.ru

**Посадская Александра Владимировна**,  
канд. мед. наук, доцент;  
ORCID: 0000-0002-5926-8541;  
eLibrary SPIN: 3089-2338;  
e-mail: Shush79@mail.ru

**Ерёмин Дмитрий Анатольевич**, канд. мед. наук;  
ORCID: 0000-0003-4077-6359;  
eLibrary SPIN: 9357-9192;  
e-mail: d\_eremin@bk.ru

**Кравец Анатолий Викторович**;  
ORCID: 0000-0003-2744-5643;  
e-mail: kravetsofficial@bk.ru

**Винокурова Людмила Михайловна**;  
ORCID: 0009-0005-6889-6979;  
e-mail: lucyvinokurova@mail.ru

## AUTHORS' INFO

\* **Natalya M. Khelminskaya**, MD, Dr. Sci. (Med.),  
professor;  
address: 1 Ostrovityanova street, 117997 Moscow, Russia;  
ORCID: 0000-0002-3627-9109;  
eLibrary SPIN: 2480-3219;  
e-mail: Khelminskaya@mail.ru

**Viktor I. Kravets**, MD, Cand. Sci. (Med.), associate professor;  
ORCID: 0000-0002-6345-3993;  
e-mail: vi\_kravets@mail.ru

**Aleksandra V. Posadskaya**, MD, Cand. Sci. (Med.),  
associate professor;  
ORCID: 0000-0002-5926-8541;  
eLibrary SPIN: 3089-2338;  
e-mail: Shush79@mail.ru

**Dmitriy A. Eremin**, MD, Cand. Sci. (Med.);  
ORCID: 0000-0003-4077-6359;  
eLibrary SPIN: 9357-9192;  
e-mail: d\_eremin@bk.ru

**Anatoliy V. Kravets**;  
ORCID: 0000-0003-2744-5643;  
e-mail: kravetsofficial@bk.ru

**Ludmila M. Vinokurova**;  
ORCID: 0009-0005-6889-6979;  
e-mail: lucyvinokurova@mail.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author