

<https://doi.org/10.34883/PI.2025.15.4.035>



Аревина В.Е.¹ ✉, Егоров В.И.¹, Василенко И.А.², Метелин В.Б.², Сахаров М.М.³

¹ Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М.Ф. Владимирского, Москва, Россия

² Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина, Москва, Россия

³ Рейнский Боннский университет Фридриха Вильгельма, Бонн, Северный Рейн-Вестфалия, Германия

Эффективность применения НО-терапии в комплексном лечении флегмон шеи

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: концепция и дизайн исследования – Егоров В.И., Василенко И.А., Аревина В.Е.; сбор и обработка материала – Василенко И.А., Аревина В.Е., Метелин В.Б., Сахаров М.М.; написание текста – Василенко И.А., Аревина В.Е.; редактирование – Егоров В.И.

Финансирование: исследование не имело внешних источников финансирования.

Подана: 06.08.2025

Принята: 12.11.2025

Контакты: vik.dyatlova21@yandex.ru

Резюме

Введение. Улучшению результатов лечения пациентов с флегмонами шеи способствуют правильная хирургическая тактика и эффективные послеоперационные лечебные мероприятия.

Цель. Оценить эффективность комплексного подхода к послеоперационному лечению флегмон шеи на основе анализа динамики традиционных и новых (уровень ДНК-ловушек) лабораторных критериев воспаления.

Материалы и методы. В исследование были включены 40 человек (мужчин – 21 (52,5%), женщин – 19 (47,5%)) в возрасте от 18 до 65 лет (28,5 [20,75; 37,25] года) с верифицированным диагнозом «флегмона шеи». Всем пациентам проведено адекватное оперативное лечение. В послеоперационном периоде 20 пациентам группы 1 ежедневно проводили НО-терапию аппаратом «Плазон» по авторской методике. 20 пациентов группы 2 получали традиционное лечение: системную антибактериальную терапию и местное промывание раны по дренажам раствором водного антисептика с наложением повязки с антибактериальной мазью. Эффективность лечения оценивали, анализируя рутинные показатели воспаления. В качестве дополнительного критерия анализировали уровень нейтрофильных внеклеточных ловушек (%НВЛ).

Результаты. В группе 1 (НО-терапия) уже на 2-е сутки послеоперационного периода общее количество лейкоцитов снизилось на 25,5% ($p < 0,05$), нейтрофилов – на 27% ($p < 0,05$), величина ЛИИ уменьшилась на 9,4%, а СОЭ – в 1,6 раза ($p < 0,05$). Уровень СРБ снизился практически в 2 раза ($p < 0,05$). К 6-м суткам наблюдения все показатели находились в пределах нормальных значений, демонстрируя эффективность проводимого комплексного лечения. %НВЛ до начала лечения в группах 1 и 2 составил 6,66% и 6,77% соответственно. К 6-м суткам наблюдения у пациентов группы 1 медиана уровня НВЛ снизилась на 39,2% по отношению к исходным данным ($p < 0,05$), в то время как во второй группе – всего на 15,3%. Проанализированы корреляционные взаимосвязи %НВЛ с рутинными показателями воспаления. Медиана койко-дней

госпитализации в группе 1 составила 9,0 [8,0; 9,25], в группе 2 – 11,0 [10,75; 13,0], т. е. на 22,2% больше ($p < 0,05$).

Заключение. Применение NO-терапии позволяет в короткие сроки восстанавливать нарушенные показатели гомеостаза и стимулировать регенерацию тканей, способствует сокращению сроков госпитального пребывания пациентов.

Ключевые слова: флегмоны шеи, NO-терапия, лабораторные критерии воспаления, нейтрофильные внеклеточные ловушки, послеоперационное лечение, рана

Arevina V.¹ ✉, Egorov V.¹, Vasilenko I.², Metelin V.², Sakharov M.³

¹ M.F. Vladimirsky Moscow Regional Clinical and Research Institute, Moscow, Russia

² A.N. Kosygin Russian State University, Moscow, Russia

³ Rheinische Friedrich-Wilhelms-University Bonn, Bonn, North Rhine-Westphalia, Germany

Efficiency of NO-Therapy in the Comprehensive Treatment of Phlegmon of the Neck

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: research concept and design – Egorov V., Vasilenko I., Arevina V.; material collection and processing – Vasilenko I., Arevina V., Metelin V., Sakharov M.; text writing – Vasilenko I., Arevina V.; editing – Egorov V.

Funding: this study was not supported by any external funding sources.

Submitted: 06.08.2025

Accepted: 12.11.2025

Contacts: vik.dyatlova21@yandex.ru

Abstract

Introduction. Correct surgical tactics and effective postoperative treatment measures contribute to improving the treatment results of patients with neck phlegmon.

Purpose. To evaluate the effectiveness of a comprehensive approach to postoperative treatment of neck phlegmon based on the analysis of trends in conventional and new (DNA trap level) laboratory criteria for inflammation.

Materials and methods. The study included 40 subjects (21 (52.5%) men and 19 (47.5%) women) aged 18 to 62 years (28.5 [20.75; 37.25]) with a verified diagnosis of neck phlegmon. All patients underwent adequate surgical treatment. In the postoperative period, 20 patients of the group 1 received daily NO therapy with the Plazon device according to the author's method. 20 patients in the group 2 received the conventional treatment: systemic antibacterial therapy and local wound irrigation through drainage with an aqueous antiseptic solution and application of a bandage with antibacterial ointment. The treatment effectiveness was assessed by analyzing routine inflammation indices. The level of neutrophil extracellular traps (%NET) was analyzed as an additional criterion.

Results. In the group 1 (NO therapy), already on the 2nd day of the postoperative period, the total white cell count decreased by 25.5% ($p < 0.05$), neutrophils number decreased by 27% ($p < 0.05$), the LII value decreased by 9.4%, and ESR decreased by 1.6 times ($p < 0.05$). The CRP level decreased almost 2 times ($p < 0.05$). By the 6th day of

observation, all indices were within normal values, demonstrating the effectiveness of the comprehensive treatment. %NVL before treatment in the groups 1 and 2 was 6.66% and 6.77%, respectively. By day 6 of observation, the median NVL level in patients of the group 1 decreased by 39.2% compared to baseline ($p < 0.05$), while in the group 2 it was only 15.3%. Correlations relationships between %NVL and routine inflammation indices were analyzed. The median number of hospital stays in the group 1 was 9.0 [8.0; 9.25], and in the group 2 it was 11.0 [10.75; 13.0], i.e. 22.2% more ($p < 0.05$).

Conclusion. The use of NO therapy allows restoring impaired homeostasis indices in a short time and stimulating tissue regeneration, thereby reducing the length of hospital stay for patients.

Keywords: phlegmon of the neck, NO therapy, laboratory criteria of inflammation, neutrophil extracellular traps, postoperative treatment, sore

■ ВВЕДЕНИЕ

Лечение флегмон шеи является междисциплинарной проблемой, актуальной как для оториноларингологов, так и для торакальных и челюстно-лицевых хирургов. Пациенты с гнойно-воспалительными заболеваниями лица и шеи в хирургических отделениях могут занимать до 50–70% коечного фонда [1–3]. Причем количество обращений с тяжелыми формами гнойно-воспалительных заболеваний с каждым годом неуклонно растет, особенно среди лиц молодого трудоспособного возраста. Рост показателей заболеваемости, тяжелое течение данного патологического процесса, сопряженное с развитием целого ряда осложнений, склонность к генерализации, угроза инвалидизации и высокая летальность (до 10–25%) свидетельствуют о важной социально-экономической и медицинской значимости сложившейся ситуации, требующей адекватного решения [4, 5].

Основой для улучшения результатов лечения пациентов с флегмонами шеи служат четкое понимание этиопатогенетических механизмов развития заболевания, ранняя диагностика, правильная хирургическая тактика и эффективные послеоперационные лечебные мероприятия [6, 7].

Традиционная стратегия в лечении большинства гнойно-воспалительных заболеваний шеи и челюстно-лицевой области предполагает хирургическое вмешательство с последующим применением антибактериальной и симптоматической терапии [8, 9]. Однако специалисты отмечают, что в последние годы для флегмон шеи характерно атипичное и агрессивное течение с последующим развитием жизнеугрожающих септических состояний, обусловленных наличием хронических очагов инфекции, высокой патогенностью инфекционных агентов, ростом антибиотикорезистентности штаммов микроорганизмов, выраженностью сопутствующей патологии и снижением иммунологической резистентности организма пациента [10, 11].

Поэтому одним из основных направлений улучшения результатов лечения флегмон шеи является реализация комплексного подхода с применением, наряду с лекарственными препаратами, дополнительных физиотерапевтических методов воздействия на область послеоперационной раны (лазеротерапия, магнитотерапия, озонотерапия и др.), направленных на уменьшение числа возможных осложнений и сокращение сроков выздоровления [12, 13]. В то же время некоторые предлагаемые

схемы лечения не получили объективного подтверждения их результативности. Все вышеизложенное объясняет актуальность проведения мониторинга клинико-лабораторных критериев для контроля эффективности предлагаемых лечебных мероприятий при гнойно-воспалительных заболеваниях шеи и челюстно-лицевой области.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить эффективность комплексного подхода к послеоперационному лечению флегмон шеи на основе анализа динамики традиционных и новых (уровень ДНК-ловушек) лабораторных критериев воспаления.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В одноцентровое проспективное сравнительное исследование были включены 40 человек (мужчин – 21 (52,5%), женщин – 19 (47,5%)) в возрасте от 18 до 65 лет (Me [Q1; Q3] 28,5 [20,75; 37,25] года) с верифицированным диагнозом «флегмона шеи», поступивших на стационарное лечение в отделения оториноларингологии и челюстно-лицевой хирургии ГБУЗ МО «МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского» в период 2022–2024 гг.

Критериями включения в исследование служили: возраст от 18 до 65 лет; наличие как минимум двух местных признаков гнойно-воспалительного заболевания шеи; подтверждение по данным КТ флегмоны шеи; согласие пациента на участие в исследовании.

Критерии исключения: возраст до 18 и старше 65 лет; отсутствие по данным КТ признаков флегмоны шеи; изолированный гнойный лимфаденит; сопутствующие заболевания, приводящие к снижению иммунитета; опухолевый процесс с распадом в области шеи; отказ пациента от участия в исследовании.

Протокол исследования и форма информированного согласия были одобрены Независимым комитетом по этике при ГБУЗ МО «МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского» (протокол № 13 от 27.10.2022 г.).

Комплекс обследования каждого пациента включал: осмотр лор-органов, оценку конфигурации шеи с последующей пальпацией, оценку температурной реакции, инструментальные методы (КТ шеи и средостения с контрастированием, с повторением исследования на 3-и сутки после операции при сохранении высоких значений маркеров воспаления и отсутствии положительной динамики по ране (поступления гнойного содержимого по дренажам)), микробиологическое исследование изолятов и определение чувствительности выделенных культур к антибактериальным препаратам, общепринятые лабораторные методы исследования (общий анализ крови, биохимический анализ крови (СРБ), прокальцитонин по показаниям). Лабораторные исследования проводили в динамике (до оперативного лечения, на 2, 4 и 6-е сутки терапии). По результатам клинического анализа крови рассчитывали лейкоцитарный индекс интоксикации (ЛИИ). Дополнительно в качестве критерия эффективности проводимого лечения (до оперативного вмешательства и на 6-е сутки лечения) анализировали активность неэритроцитарной трансформации лейкоцитов: периферическую кровь забирали в вакуумные пробирки с ЭДТА, из 2 мкл цельной крови готовили мазки по типу «монослой» с последующим окрашиванием по Романовскому – Гимзе. В мазках подсчитывали до 200 клеточных структур, включая нативные

неразрушенные нейтрофилы (Ннат) и нейтрофильные внеклеточные ловушки (НВЛ), с помощью системы автоматической микроскопии МЕКОС-Ц2 (ООО «Медицинские компьютерные системы (МЕКОС)», Россия).

Уровень НВЛ (%НВЛ) в мазке, отражающий долю нетотически трансформированных нейтрофилов, циркулирующих в периферической крови, рассчитывали по формуле:

$$\%НВЛ = НВЛ / (ННАТ + ННВЛ),$$

где ННВЛ – количество нейтрофильных внеклеточных ловушек;

ННАТ – количество нативных нейтрофилов.

Всем пациентам проведено адекватное оперативное лечение. Выбор хирургического доступа и объема операции определяли на основании распространенности процесса. Вскрытие, дренирование клетчаточных пространств проводили под общей анестезией.

В послеоперационном периоде пациенты рандомизированно, методом конвертов, были разделены на 2 группы.

Первой группе пациентов (20 человек), начиная с первых суток послеоперационного периода, ежедневно проводили NO-терапию аппаратом «Плазон» (скальпель – коагулятор – стимулятор воздушно-плазменный СКВП/NO-1 «Плазон», регистрационное удостоверение № ФСР 2007/00583 от 21.03.2012) по авторской методике [14].

Рану промывали по дренажам 0,9%-ным раствором натрия хлорида, далее воздействовали на рану монооксидом азота (NO) в максимальном режиме (при максимальном расходе воздуха) в течение 60 секунд по каждому дренажу и 60 секунд на рану. При наличии в ране двухпросветного силиконового дренажа NO направляли в гнойную полость по узкому каналу дренажа, в который устанавливалась игла, соединенная с металлическим наконечником аппарата «Плазон». Выход газа происходил пассивно через широкий канал дренажа.

В случае установки в рану однопросветного силиконового дренажа монооксид азота поступал в полость через введенный до упора в дренаж прозрачный поливинилхлоридный термопластичный аспирационный катетер с вакуум-контролем диаметром 3,33 мм. Контролер аспирационного катетера закрывали, металлический наконечник аппарата «Плазон» подсоединяли к канюле санационного катетера и пассивный выход газа производили помимо катетера для санации через канал дренажа.

После того как по дренажам прекращало поступать гнойное отделяемое, силиконовые (одно- или двухпросветные) дренажи удаляли, на их место по раневому каналу устанавливали латексные перчаточные дренажи с левомецетиновой мазью. Далее в течение 2–3 дней проводили NO-терапию по ходу латексных дренажей при помощи прозрачного поливинилхлоридного термопластичного аспирационного катетера с вакуум-контролем диаметром 4,7 мм. Контролер закрывали, металлический наконечник аппарата «Плазон» подсоединяли к канюле санационного катетера, а пассивный выход газа производили по латексным дренажам. Аналогичное воздействие в течении 60 секунд проводили на остальные участки раны.

После курса NO-терапии проводили промывание раны по каждому дренажу смесью растворов 0,05%-ного хлоргексидина и 3%-ной перекиси водорода в соотношении 2 : 1 и накладывали повязку с левомецетиновой мазью.

Пациенты второй группы (20 человек) получали традиционное лечение, которое включало вскрытие и дренирование флегмоны шеи с последующей системной антибактериальной терапией, местным лечением в виде промывания раны по дренажам раствором водного антисептика хлоргексидина 0,05% и 3%-ным раствором перекиси водорода в соотношении 2 : 1, наложением повязки с антибактериальной мазью.

Статистический анализ данных проводили с помощью прикладных программ Statistica 12. Рассчитывали медиану, 1-й и 3-й квартили (Me [Q1; Q3]). Полученные показатели распределяли в виде диаграммы размаха, где границами боксплота служили 25-й и 75-й процентиля, линия в середине отображала медиану, крестом отмечали среднее значение, концы «усов» – минимальные и максимальные значения. Нормальность распределения данных определяли по критерию Шапиро – Уилка. Корреляционные связи между показателями оценивали с помощью коэффициента Спирмена (r). Сила корреляционной связи оценивалась по шкале Чеддока. Статистические различия между группами оценивали при помощи U-теста Манна – Уитни, точного критерия Фишера. Уровень статистической значимости принимали при $p \leq 0,05$.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Пациенты, составившие группы сравнения, были сопоставимы по возрасту, тяжести клинического состояния и исходным лабораторным показателям. Перед оперативным вмешательством у всех пациентов отмечались высокий лейкоцитоз, нейтрофилез, увеличение СОЭ и уровня СРБ, а также повышенные значения ЛИИ. Эффективность проводимого комплексного лечения оценивали по результатам мониторинга маркеров воспаления на 2, 4 и 6-е сутки послеоперационного периода. Динамика анализируемых рутинных критериев воспаления представлена в табл. 1.

В группе 1 с дополнительным включением процедур NO-терапии уже на 2-е сутки послеоперационного периода общее количество лейкоцитов снизилось на 25,5% ($p < 0,05$), нейтрофилов – на 27% ($p < 0,05$), величина ЛИИ уменьшилась на 9,4%, а СОЭ – в 1,6 раза ($p < 0,05$). Уровень СРБ снизился практически в 2 раза ($p < 0,05$). К 6-м суткам наблюдения все показатели находились в пределах нормальных значений, демонстрируя эффективность проводимого комплексного лечения.

У пациентов группы 2, получавших традиционную терапию, на 2-е сутки отмечалось незначительное (на 9%) снижение общего количества лейкоцитов, число нейтрофилов оставалось практически на прежних уровнях (11,1 vs 11,7 $\times 10^9/\text{л}$), величина ЛИИ снизилась на 25,4%, СОЭ уменьшилась на 25,3% ($p < 0,05$), а уровень СРБ – на 20,2%. К 6-м суткам анализируемые показатели приближались к нормальным значениям, однако все еще оставались на более высоком уровне по сравнению с данными пациентов группы 1.

Для оценки активности ответа клеточных факторов врожденного иммунитета на фоне проводимого лечения нами был использован неканонический критерий воспаления – показатель нетотической трансформации нейтрофилов (уровень ДНК-ловушек) в мазках цельной крови (рис. 1).

До начала лечения %НВЛ составил 6,66% и 6,77% в первой и второй группах соответственно (рис. 2). Следует отметить, что среднegrupповая величина показателя незначительно превышала диапазон нормальных значений (2,5–5,5%). Однако при этом в каждой группе около трети пациентов имели более высокий

Таблица 1
Динамика анализируемых показателей воспаления у пациентов с флегмоной шеи на фоне проводимого лечения (Ме [Q1; Q3])
Table 1
Changes of analyzed inflammation indices in patients with phlegmon of the neck against the background of treatment (Me [Q1; Q3])

Показатель	До лечения		После оперативного лечения					
			2-е сут.		4-е сут.		6-е сут.	
	Группа 1	Группа 2	Группа 1	Группа 2	Группа 1	Группа 2	Группа 1	Группа 2
WBC	15,3 [11,9; 17,1]	14,7 [13,9; 15,4]	11,4* [9,0; 13,8]	13,4 [12,3; 15,4]	6,4* [6,1; 8,8]	11,4 [10,6; 14,4]	6,8* [6,0; 7,6]	9,3* [6,9; 13,0]
NEUT	12,8 [9,4; 14,0]	11,7 [10,8; 12,3]	9,3* [7,7; 11,2]	11,1 [9,9; 13,1]	6,7* [5,4; 6,8]	9,5 [9,0; 11,9]	6,2* [4,5; 6,4]	8,3* [6,5; 10,3]
ЛИИ	1,5 [0,6; 3,4]	2,21 [1,4; 3,8]	1,3 [0,9; 2,0]	1,7 [1,0; 2,7]	0,9* [0,9; 1,3]	1,4* [0,9; 1,6]	1,1* [0,9; 1,3]	1,2* [0,9; 1,7]
СОЭ	42,5 [31,8; 52,2]	45,5 [36,0; 59,0]	27,0* [18,0; 34,0]	34,0* [27,8; 44,5]	14,0* [11,5; 18,0]	23,0* [18,0; 30,2]	12,0* [11,0; 13,0]	15,0* [10,0; 19,0]
СРБ	106 [66,8; 156,9]	144,0 [113,1; 229,1]	52,0* [23,5; 77,0]	115,0 [82,8; 163,7]	8,0* [5,0; 24,5]	57,5* [27,0; 85,6]	8,0* [4,9; 9,2]	13,4* [10,0; 35,4]

Примечания: WBC – количество лейкоцитов, NEUT – количество нейтрофилов, ЛИИ – лейкоцитарный индекс интоксикации, СОЭ – скорость оседания эритроцитов, СРБ – С-реактивный белок; * р<0,05 по отношению к исходным данным.

уровень НВЛ – от 8,9 до 12,4%, что, по-видимому, объяснялось более высоким уровнем интоксикации организма и соответствующей реакцией нейтрофильного звена.

К 6-м суткам наблюдения у пациентов группы 1 медиана уровня НВЛ статистически значимо снизилась до значений 4,05 (на 39,2% по отношению к исходным данным), в то время как в группе 2 %НВЛ уменьшился всего на 15,3%. Полученные результаты однозначно свидетельствуют о преимуществах включения воздействия экзогенным оксидом азота в комплексное послеоперационное лечение пациентов с флегмонами шеи.

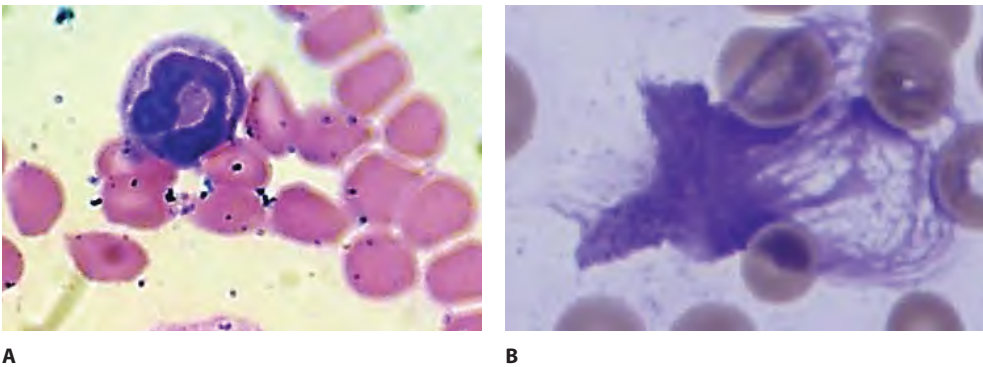


Рис. 1. Визуализация нейтрофильного гранулоцита (А) и ДНК-ловушки (В) в мазке цельной крови по типу «монослой». Окраска по Романовскому – Гимзе
Fig. 1. Visualization of a neutrophil granulocyte (A) and a DNA trap (B) in a whole blood smear as a monolayer. Romanovsky – Giemsa staining

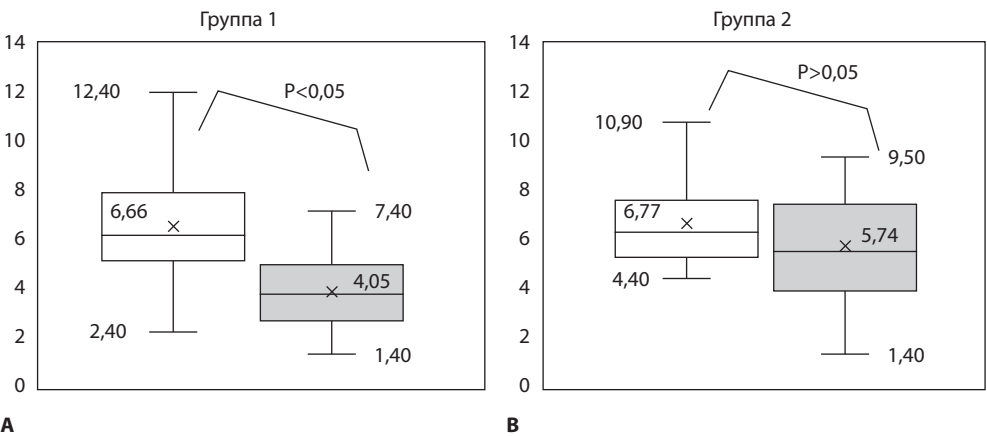


Рис. 2. Уровень нейтрофильных внеклеточных ловушек (%НВЛ) в периферической крови пациентов с флегмонами шеи до лечения (белый бокс-плот) и на 6-е сутки после операции (серый бокс-плот) с указанием медианы, 25-го и 75-го перцентилей: А – показатели в группе 1; В – показатели в группе 2

Fig. 2. Level of neutrophil extracellular traps (%NET) in the peripheral blood of patients with phlegmon of the neck before treatment (white box plot) and on the 6th day after surgery (grey box plot) with the median, 25th and 75th percentiles indicated: А – indicators in group 1; В – indicators in group 2

Учитывая полученные результаты, представляло интерес выявление корреляционных связей между анализируемыми традиционными лабораторными показателями воспаления и уровнем НВЛ (табл. 2).

Установлены положительные корреляционные взаимосвязи средней силы между %НВЛ и количеством нейтрофилов ($r=0,279212$, $p=0,0813$), %НВЛ и уровнем СРБ ($r=0,257549$, $p=0,1956$); слабые положительные связи между %НВЛ и количеством лейкоцитов ($r=0,231959$, $p=0,0943$), %НВЛ и СОЭ ($r=0,148605$, $p=0,1945$), а также отрицательные корреляции слабой силы между %НВЛ и лейкоцитарным индексом интоксикации ($r= -0,178517$, $p=0,1153$). Выявленные корреляции позволяют рассматривать показатель уровня ДНК-ловушек в крови в качестве одного из возможных критериев оценки системной реакции организма на воспаление наряду с традиционными показателями.

Таблица 2
Корреляционные связи между анализируемыми лабораторными показателями воспаления у пациентов с флегмонами шеи

Table 2
Correlation relationships between the analyzed laboratory parameters of inflammation in patients with phlegmon of the neck

Пара переменных	Коэффициент Спирмена (r)	p
ДНК-ловушки & WBC	0,231959	0,0943
ДНК-ловушки & NEUT	0,279212	0,0813
ДНК-ловушки & ЛИИ	-0,178517	0,1153
ДНК-ловушки & СОЭ	0,148605	0,1945
ДНК-ловушки & СРБ	0,257549	0,1956

Примечания: WBC – количество лейкоцитов, NEUT – количество нейтрофилов, ЛИИ – лейкоцитарный индекс интоксикации, СОЭ – скорость оседания эритроцитов, СРБ – С-реактивный белок.

Важно отметить, что у пациентов группы 1 медиана числа койко-дней госпитализации составила 9,0 [8,0; 9,25], в то время как у пациентов группы 2, получавших традиционное лечение, – 11,0 [10,75; 13,0], т. е. на 22,2% больше ($p < 0,05$).

■ ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время в качестве бесспорной и приоритетной концепции проведения послеоперационных лечебных мероприятий у пациентов с флегмонами шеи рассматривают комплексный подход с использованием медикаментозных и немедикаментозных методов терапии, применяемых с учетом стадий гнойно-воспалительного процесса и патофизиологических механизмов, происходящих в гнойном очаге [7, 12]. Поэтому возможность дополнительного местного воздействия на послеоперационную раневую поверхность посредством различных физиотерапевтических процедур предоставляет хирургу новые ресурсы для улучшения результатов лечения, более быстрой элиминации микробного агента, снижения рисков рецидивов и неблагоприятных исходов, уменьшения сроков пребывания пациента в стационаре.

В этом плане перспективной и востребованной является методика лечения пациентов с флегмонами шеи с применением экзогенного монооксида азота. В отличие от большинства физических методов воздействия важнейшим преимуществом NO-терапии является ее поливалентность, обуславливающая лечебное воздействие на все фазы воспалительно-регенераторного процесса. Получены убедительные доказательства бактерицидного действия экзогенного NO, проявляющегося в уменьшении микробной обсемененности гнойного очага, сокращении фаз воспалительной реакции, активации антиоксидантной защиты, усилении продукции противовоспалительных и прорегенеративных цитокинов и факторов ангиогенеза, регуляции факторов специфического и неспецифического иммунитета, нормализации микроциркуляции, индукции пролиферации фибробластов, синтеза коллагена, образования и созревания грануляционной ткани, пролиферации эпителия и т. д. [15–18].

Полученные результаты оценки эффективности применения NO-терапии в клинике гнойной хирургии у пациентов с флегмонами шеи полностью подтверждают эти сведения, демонстрируя достижение в более короткие сроки по сравнению с традиционным лечением ликвидации инфекционного очага, закрытия раневого дефекта, нормализации показателей периферической крови и уменьшения койко-дней госпитализации. В качестве критериев нами были выбраны рутинные показатели воспаления, наиболее часто используемые в клинической практике. Однако классические маркеры воспаления, такие как концентрация лейкоцитов (WBC), нейтрофилов (NEU), С-реактивного белка (СРБ) и скорость оседания эритроцитов (СОЭ), не всегда адекватно отражают динамику иммунореактивности пациента [19]. В рамках лейкоцитарного звена важную защитную роль при развитии патологических состояний у пациентов с инфекционными заболеваниями играют нейтрофилы, которые могут опосредованно способствовать повышению проницаемости эндотелия, высвобождению вазоактивных продуктов, деформации и компрессии капилляров вследствие интерстициального отека, вызванного активными формами кислорода, образованию в капиллярах тромбов, фагоцитозу и перевариванию бактерий и некротизированных тканей и др. [20, 21]. Недавно открытый новый механизм антимикробной активности нейтрофилов, реализуемый через выбрасывание клеткой во внеклеточное пространство сетеподобной структуры с иммобилизованными

гранулярными белками в виде так называемых ДНК-ловушек, способствовал расширению знаний о роли нейтрофилов и использованию их в качестве нового индикатора воспаления [22]. Установлено, что оксид азота (NO) способен непосредственно взаимодействовать с клеточными нейтрофилов, уменьшать адгезию лейкоцитов к эндотелию, влиять на их морфологическую перестройку и функциональную активность [23]. Поэтому не исключено, что динамика %НВЛ может также объективно отражать эффективность NO-терапии в процессе послеоперационного лечения пациентов с флегмонами шеи. Полученные нами данные о статистически значимом снижении уровня ДНК-ловушек в периферической крови после курса NO-терапии служат тому подтверждением, а наличие корреляционных взаимосвязей с традиционными показателями воспаления свидетельствует о возможности его использования в качестве дополнительного критерия в оценке эффективности комплексного послеоперационного лечения и состояния неспецифической иммунореактивности пациентов с гнойно-воспалительными процессами.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного сравнительного исследования свидетельствуют, что методом выбора послеоперационного консервативного лечения пациентов с флегмонами шеи является патогенетически обоснованный комплексный подход, сочетающий системную антибактериальную и симптоматическую терапию с местным воздействием экзогенным оксидом азота, обладающим полифункциональным влиянием на все фазы воспалительно-регенераторного процесса.

Применение NO-терапии позволяет в короткие сроки проводить стерилизацию раневой поверхности с деструкцией нежизнеспособных тканей, оказывать противовоспалительное действие, модулировать активность клеточного звена врожденного иммунитета, восстанавливать нарушенные показатели гомеостаза и стимулировать регенерацию тканей, что способствует увеличению количества благоприятных исходов и сокращению сроков госпитального пребывания пациентов.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Orazvaliev AI, Dubov DV, Vagner ON. The Statistical analysis of the frequency and structure of purulent-inflammatory diseases of the maxillofacial region on the materials of the Department of Maxillofacial Surgery №2 of Inozemtsev Municipal Clinical Hospital. *Russian Journal of Stomatology*. 2020;13(2):12–15. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/rosstomat20201302112>
- Markarov A.E., Eremin D.A., Orazvaliev A.I., et al. The statistical analysis of purulent-inflammatory diseases of the maxillo-facial region. *Medical alphabet*. 2022;7:40–46. (In Russ.). <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-7-40-46>
- Li RM, Kiemeney M. Infections of the Neck. *Emerg Med Clin North Am*. 2019 Feb;37(1):95–107. doi: 10.1016/j.emc.2018.09.003
- Teuvov A.A., Baziev A.M., Lovpache Z.N., et al. Neck phlegmon as a complication of paratonsillar abscess. *Modern science: current problems of theory and practice. Series: natural and technical sciences*. 2022;9:265–270. (In Russ.). doi: 10.37882/2223-2966.2022.09.40
- Treviño-Gonzalez J.L., Maldonado-Chapa F., González-Larios A., et al. Deep Neck Infections: Demographic and Clinical Factors Associated with Poor Outcomes. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*. 2022;84(2):130–138. doi: 10.1159/000517026
- Shchenin A.V., Gromov A.L., Ivanov S.V., et al. Substantiation for using modified submandibular approach for incision and drainage of odontogenic infection of the mouth floor. *Kursk scientific and practical bulletin "Man and his health"*. 2019;3:46–55. (In Russ.). doi: 10.21626/vestnik/2019-3/07
- Stepanov E.A., Mitrofanova N.N., Stepanov D.A., et al. Psi features in patients with maxillofacial pathology. *News of higher educational institutions. Volga region. Medical sciences*. 2019;2(50):50–61. (In Russ.). doi: 10.21685/2072-3032-2019-2-5
- Isankova O., Safronovs J., Berke K., et al. Deep Neck Infections. Review of 111 cases. *Otolaryngol Pol*. 2025;79(1):1–5. doi: 10.5604/01.3001.0054.8465
- Ferjaoui M., Kolsi N., Bergaoui E., et al. Odontogenic cervical-facial cellulitis: report of 87 cases. *Rev Med Liege*. 2022;77(3):181–186.
- Ikramov G.A., Makhmudova R.Zh.K., Olimzhonova G.G.K. Modern view on the etiology and pathogenesis of odontogenic abscesses and phlegmons of the maxillofacial region (literature review). *Internauka*. 2021;12-1(188):72–75. (In Russ.)
- Cherniak L.A., Harelik P.V., Haretskaya M.V., et al. State of local immune in plegmon of the maxillofacial region and neck on the background local photodynamic therapy. *Health and Ecology Issues*. 2023;20(1):56–64. (In Russ.) <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2023-20-1-07>

12. Shaeva R., Shomurodov K. Ways of optimizing complex treatment of purulent-inflammatory diseases of maxillofacial region (literature review). *Journal of oral medicine and craniofacial research*. 2022;2(2):13–17. (In Russ.). <https://doi.org/10.26739.2181-0966-2021-2-2>
13. Sipkin A.M., Davydov I.A., Akhtyamova D.V., et al. Odontogenic purulent-inflammatory diseases of the maxillofacial region: a modern view on treatment and rehabilitation. *Clinical dentistry*. 2018;2(86):66–69. (In Russ.) doi: 10.37988/1811-153X_2018_2_66
14. Egorov V.I., Vasilenko I.A., Goludovskij G.A., et al. Patent for invention RU 2832448 C1 Method of treating neck phlegmon in postoperative period. 24.12.2024 (In Russ.)
15. Maltsev P.A., Zhuravlyov V.P., Darvin V.V. Application of nitrogen monoxide in less-invasive surgical treatment of maxillofacial soft tissues abscess and phlegmons. *Bulletin of the Smolensk Medical Academy*. 2010;2:92–95. (In Russ.)
16. Topchiev M.A., Parshin D.S., P'yankov U.P., et al. Oxygenetic medical preparations and exogenous oxide nitrogen in complex treatment of purulent-necrotic complications of diabetic foot syndrome. *Tavrishesky Medical and Biological Bulletin*. 2018;21(1):148–152 (In Russ.)
17. Kuznetsov M.S., Shipulin V.M., Kozlov B.N., et al. Experience with the combined method of air-plasma treatment in cardiac surgery. *Clinical and experimental surgery. Journal named after academician B.V. Petrovsky*. 2020;8(2):73–82. (In Russ.). doi: 10.33029/2308-1198-2020-8-2-73-82
18. Tabuika A.V. Experience in the use of plasma exposure with the use of NO-therapy in the treatment of chronic wounds of various etiologies. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2023;10:143–149. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/hirurgia2023101143>
19. Yankov Y.G. Delta Neutrophil Index as a New Marker of Purulent Inflammation in Men with Non-odontogenic Abscesses of the Neck. *Cureus*. 2023;15(10):e47165. doi: 10.7759/cureus.47165
20. Riaz B., Sohn S. Neutrophils in Inflammatory Diseases: Unraveling the Impact of Their Derived Molecules and Heterogeneity. *Cells*. 2023;12(22):2621. doi: 10.3390/cells12222621
21. Sud'ina G.F. Neutrophils, Fast and Strong 2.0: Heterogeneity of Neutrophil Parameters in Health and in Disease. *Biomedicines*. 2025;13(2):436. doi: 10.3390/biomedicines13020436
22. Gasparyan S.A., Topuzov A.G., Orfanova I.A., et al. Neutrophil extracellular traps: molecular and cellular mechanisms of formation, role in the development of placental disorders and preeclampsia. *Almanac of Clinical Medicine*. 2023;51(8):469–477. (In Russ.) doi: 10.18786/2072-0505-2023-51-050
23. Kuznetsov M.S., Nasrashvili G.G., Panfilov D.S., et al. Influence of the combined method of air-plasma flows and NO-therapy on the blood system parameters in treatment of infectious wound complications in cardiac surgery. *Wounds and wound infections the prof. B.M. Kostyuchenok journal*. 2021;8(1):30–41. (In Russ.). doi: 10.25199/2408-9613-2021-8-1-30-41