

DOI: 10.37988/1811-153X_2022_4_119

[Б.Я. Агаджанян](#)¹,

аспирант кафедры хирургической стоматологии и имплантологии

[М.А. Амхадова](#)¹,

д.м.н., профессор, зав. кафедрой хирургической стоматологии и имплантологии

[И.А. Василенко](#)^{1,2},

д.м.н., профессор, зав. лабораторией биомедицинских методов исследований; профессор кафедры неорганической и аналитической химии

¹ МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, 129110, Москва, Россия² РГУ им. А.Н.Косыгина, 117997, Москва, Россия**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:**

Агаджанян Б.Я., Амхадова М.А., Василенко И.А. Электрокинетические показатели эритроцитов в оценке эффективности NO-терапии пациентов с одонтогенными флегмонами старших возрастных групп. — *Клиническая стоматология*. — 2022; 25 (4): 119—123. DOI: 10.37988/1811-153X_2022_4_119

Электрокинетические показатели эритроцитов в оценке эффективности NO-терапии пациентов с одонтогенными флегмонами старших возрастных групп

Резюме. Своевременная диагностика одонтогенных гнойно-воспалительных осложнений после стоматологических хирургических вмешательств, прогнозирование их течения и оценка эффективности лечения остается актуальной проблемой стоматологии. Группу риска составляют лица старше 65 лет, у которых чаще проявляются умеренные или тяжелые формы, атипичное затяжное течение заболевания и замедленная регенерация. **Цель** исследования — оценить эффективность терапии экзогенным азотом у пациентов пожилого и старческого возраста с одонтогенными флегмонами на основе применения экспресс-метода микроэлектрофореза эритроцитов периферической крови. **Материалы и методы.** Обследованы 34 пациента с флегмонами мягких тканей челюстно-лицевой области одонтогенного генеза в возрасте от 67 до 78 лет. На этапе послеоперационного лечения 18 пациентам в комплексное лечение дополнительно были включены процедуры NO-терапии, 16 пациентов получали только традиционное лечение. В качестве критериев оценки эффективности терапии использовали электрокинетические показатели эритроцитов: среднее значение амплитуды колебаний; долю подвижных клеток. **Результаты.** У пациентов с одонтогенными флегмонами до лечения доля подвижных эритроцитов составляла 78—81% (против 96% в контроле), а амплитуда их колебаний снижалась более чем в 2 раза. После сеансов NO-терапии электрокинетические показатели практически соответствовали нормальным значениям. В группе с традиционной терапией результаты оказались менее удовлетворительными. **Заключение.** NO-терапия является патогенетически ориентированным методом лечения больных с одонтогенными флегмонами, корригирующим нарушения клеточного гомеостаза и клиническое течение гнойного процесса. Электрокинетические показатели эритроцитов можно рассматривать в качестве информативных и объективных показателей эффективности проводимой терапии при мониторинге состояния пациента.

Ключевые слова: экзогенный оксид азота, NO-терапия, одонтогенные флегмоны, эритроциты, электрофоретическая подвижность, пожилой пациент

[B.Ya. Agadzhanyan](#)¹,

postgraduate at the the Surgical Dentistry and Implantology Department

[M.A. Amkhadova](#)¹,

PhD in Medical Sciences, full professor of the Surgical Dentistry and Implantology Department

[I.A. Vasilenko](#)^{1,2},

PhD in Medical Sciences, full professor, head of the Biomedical research Laboratory; professor of the Inorganic and analytical Chemistry Department

¹ Moscow Regional Research Clinical Institute (MONIKI), 129110, Moscow, Russia² Kosygin University, 115035, Moscow, Russia

Electrokinetic indices of erythrocytes in assessing the effectiveness of NO-therapy in elder patients with odontogenic phlegmon

Abstract. Timely diagnostics of odontogenic purulent-inflammatory complications after dental surgery, prognosis of their course and evaluation of treatment efficacy remains an actual problem of dentistry. The risk group consists of persons older than 65 years old, in whom moderate or severe forms, atypical prolonged course of the disease and delayed regeneration are more often manifested. **The aim** of the study to evaluate the efficacy of exogenous nitrogen therapy in elderly and senile patients with odontogenic phlegmons using the express method of peripheral blood erythrocyte microelectrophoresis. **Materials and methods.** We examined 34 patients with odontogenic phlegmon aged from 67 to 78 years. At the stage of postoperative treatment 18 patients additionally underwent NO-therapy procedures, 16 patients received only conventional treatment. Electrokinetic indices of erythrocytes were used as criteria for evaluating the effectiveness of therapy: mean value of oscillation amplitude; fraction of mobile cells. **Results.** In patients with odontogenic phlegmon before treatment the proportion of mobile erythrocytes was 78—81% (vs 96% in the control), and the amplitude of their oscillations decreased more than 2-fold. After the NO-therapy sessions, the electrokinetic parameters practically corresponded to the normal values. In the group with conventional therapy, the results were less satisfactory. **Conclusion.** NO-therapy is a pathogenetically oriented method of treatment in patients with odontogenic phlegmon, which

DOI: 10.37988/1811-153X_2022_4_120

corrects disturbances of cellular homeostasis and the clinical course of the purulent process. Electrokinetic parameters of erythrocytes can be considered as informative and objective indicators of the effectiveness of the therapy when monitoring the patient's condition.

Key words: exogenous nitric oxide, NO-therapy, odontogenic phlegmons, erythrocytes, electrophoretic mobility, elderly patient

ВВЕДЕНИЕ

Проблема высокой распространенности воспалительных осложнений после амбулаторных стоматологических хирургических вмешательств, связанных с кариесом, нежизнеспособными зубами, перикоронитом или пародонтозом не теряет своей актуальности, несмотря на повышение качества оказания медицинской специализированной помощи, усовершенствование известных и внедрения новых методов диагностики и лечения в клиническую практику врача-стоматолога [1–4].

По мнению ряда авторов, удельный вес больных с гнойно-воспалительными заболеваниями челюстно-лицевой области составляет ~20% пациентов, обращающихся в стоматологические поликлиники и более 40%, получающих стационарное хирургическое лечение [5, 6].

Одной из групп риска развития гнойно-воспалительных заболеваний челюстно-лицевой области одонтогенного генеза являются пациенты стоматологических учреждений старших возрастных групп. Их состояние осложняют не только закономерные инволютивные процессы в полости рта, связанные с утратой зубов и нарушением функции зубочелюстной системы, но и наличие коморбидной патологии, снижающей физические и адаптационные возможности организма [7, 8]. При этом очаг одонтогенной инфекции является не просто причиной формирования соматической патологии, определяющей высокий уровень заболеваемости населения, но и фактором, снижающим адаптационный резерв организма и в конечном счете ускоряющим темп преждевременного старения [9, 10].

Анализ результатов обследования пациентов с одонтогенными флегмонами свидетельствует о том, что для пациентов пожилого и старческого возрастов характерен патоморфоз одонтогенной инфекции с атипичными клиническими проявлениями, затяжным и хроническим течением, деструктивными процессами и некоторым замедлением регенерации на фоне обменных и иммунных изменений [11–13].

Все вышесказанное диктует необходимость поиска новых высокоинформативных критериев объективной оценки риска развития одонтогенных гнойно-воспалительных заболеваний, разработки адекватной тактики ведения больных старших возрастных групп с использованием обоснованных, эффективных методов лечения, способствующих благоприятному исходу патологического процесса.

Цель — оценить возможность использования экспресс-метода микроэлектрофореза эритроцитов периферической крови для повышения эффективности

FOR CITATION:

Agadzhanyan B.Ya., Amkhadova M.A., Vasilenko I.A. Electrokinetic indices of erythrocytes in assessing the effectiveness of NO-therapy in elder patients with odontogenic phlegmon. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2022; 25 (4): 119–123 (In Russ.). DOI: 10.37988/1811-153X_2022_4_119

терапии экзогенным азотом лечения пациентов пожилого и старческого возраста с одонтогенными флегмонами челюстно-лицевой области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проведено в 2021–2022 гг. на базе кафедры хирургической стоматологии и имплантологии МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского и Шпаковской районной стоматологической поликлиники. В работе приняли участие 34 пациента с флегмонами мягких тканей челюстно-лицевой области одонтогенного генеза в возрасте от 67 до 78 лет (средний возраст — 72,9±6,4 года). Всем больным проводилось обязательное хирургическое лечение (вскрытие и дренирование флегмон), удаление причинных зубов, наложение первичных швов. Консервативное лечение включало проведение курса антибактериальной, противовоспалительной и симптоматической терапии. На этапе послеоперационного лечения больные были разделены на 2 группы:

- I — 18 пациентов, в комплексное лечение которых дополнительно были включены процедуры NO-терапии;
- II — 16 пациентов, получавших только традиционное лечение.

Эффективность терапии оценивали по электрокинетическим показателям эритроцитов — средней амплитуде колебаний и доли подвижных клеток. Контрольную группу составили 12 условно-здоровых добровольцев пожилого и старческого возраста в возрасте от 69 до 79 лет (средний возраст — 73,5±6,1 года).

В качестве источника плазменных и NO-содержащих газовых потоков, генерируемых из атмосферного воздуха, использовали воздушно-плазменный скальпель — коагулятор-стимулятор СКВП/NO-01 «Плазон» (Центр высоких технологий в машиностроении при МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва). NO-сеансы проводили ежедневно в течение 5–7 дней, продолжительность воздействия на одно поле составляло 1 минуту.

Забор капиллярной крови в объеме 0,5 мл проводили в пробирки с K2-ЭДТА до лечения и через 7–8 дней после лечения. Для исследования 5 мкл разводили в 1 мл 0,3 М раствора сахарозы, далее 40 мкл суспензии клеток помещали в центр рабочей зоны ячейки электрофоретической камеры приборного комплекса «Цито-Эксперт», устанавливали частоту 0,25 Гц и напряжение 28 В, в течение 3 минут производили запись клеточного микроэлектрофореза.

При статистической обработке данных применяли непараметрический метод с использованием тест-согласованных пар Вилкоксона или *U*-критерия

Электрокинетические показатели эритроцитов периферической крови пациентов с флегмоной и условно-здоровых добровольцев Electrokinetic parameters of peripheral blood erythrocytes in patients with phlegmon and conditionally healthy volunteers

Показатель	I группа		I группа		Контроль
	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения	
Количество эритроцитов в пробе	251,86±92,34	316,52±75,41	294,56±87,32	311,15±95,44	364,00±79,22
Доля подвижных эритроцитов, %	78,36±5,17*	93,45±4,25	81,61±7,23*	87,16±3,54	95,57±2,22
Амплитуда колебаний, мкм	5,38±3,79*	12,72±3,97	5,93±3,61*	7,89±4,15	13,43±3,61

* — статистически достоверно значимое отличие от контрольной группы ($p < 0,05$).

Манна—Уитни. При сравнении двух групп с нормальным характером распределения данных использовали t -тест для независимых группировок. Объем выборки был достаточен для проверки статистической достоверности различия двух средних на уровне значимости 0,05 и при мощности критерия 0,80 для различных значений d/SD .

РЕЗУЛЬТАТЫ

У практически здоровых добровольцев доля подвижных эритроцитов в циркулирующей популяции составляла 95,57%, средняя амплитуда колебаний подвижных клеток — 13,43 мкм. У пациентов с одонтогенными флегмонами до лечения доля подвижных эритроцитов статистически значимо уменьшалась на 18,1 и 14,7% в I и во II группе соответственно. Амплитуда колебаний резко снижалась — более чем в 2 раза (см. таблицу).

После лечения на фоне улучшения клинического состояния наблюдалась нормализация электрокинетических показателей клеток: у пациентов I группы, которым дополнительно проводили сеансы НО-терапии, доля подвижных эритроцитов составила 93,45% со средней амплитудой колебаний 12,72 мкм. В то же время у пациентов II группы доля подвижных эритроцитов и амплитуда их колебаний увеличилась незначительно — до 87,16% и 7,89 мкм.

ОБСУЖДЕНИЕ

Ведущую роль в развитии гнойно-воспалительных заболеваний играют снижение неспецифической резистентности, гиперкоагуляция, нарушение микроциркуляции и реологических свойств крови, субстратом развития которых являются патологические изменения клеточного гомеостаза [14]. В качестве критериев оценки эффективности НО-терапии у пациентов с флегмонами мы выбрали наиболее многочисленные, легко и малоинвазивно получаемые клетки периферической крови — эритроциты.

Электрофоретическая подвижность эритроцитов, безусловно, зависит от их мембранно-клеточных характеристик и опосредована перестройками белково-липидной составляющей мембран при изменении баланса антиоксидантных систем клетки [15—16]. Зарегистрированное нами снижение отрицательного заряда у пациентов с флегмонами определяет повышение

агрегируемости эритроцитов и свидетельствует о степени нарушении реологических свойств крови [17]. Поэтому регистрация тонких изменений морфофункционального состояния мембран эритроцитов информативна в плане решения задач ранней диагностики многих заболеваний, в том числе гнойно-воспалительных. Результаты микроэлектрофореза эритроцитов полностью коррелируют с данными СОЭ, однако обладают неоспоримыми преимуществами для квантификации и оперативности получения целого комплекса дополнительных показателей [18].

Лечебное действие физических методов терапии определяется их многофакторным влиянием на основные патогенетические механизмы развития гнойно-воспалительного заболевания и в первую очередь противовоспалительным, вазоактивным, иммуномодулирующим и другими эффектами [19—20]. Применение НО-терапии в послеоперационном периоде у обследованных пациентов старшего возраста с флегмонами челюстно-лицевой области оказалось более эффективным по сравнению с традиционным подходом лечения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

НО-терапия является патогенетически ориентированным методом лечения больных с одонтогенными флегмонами, корригирующим нарушения клеточного гомеостаза и клиническое течение гнойного процесса, что может сократить сроки выздоровления пациентов старшего возраста за счет быстрой редукции местных и общих воспалительных реакций. Электрокинетические показатели эритроцитов можно рассматривать в качестве информативных и объективных показателей эффективности применения НО-терапии в комплексном лечении больных пожилого и старческого возраста с одонтогенными флегмонами, что является основанием рекомендовать этот простой и доступный метод к применению в клинической практике при мониторинге состояния пациента.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Поступила: 01.10.2022 **Принята в печать:** 03.11.2022

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.
Received: 01.10.2022 **Accepted:** 03.11.2022

DOI: 10.37988/1811-153X_2022_4_122

ЛИТЕРАТУРА:

1. Никитин А.А., Сипкин А.М., Ахтямов Д.В. Организационно-методические подходы к оказанию помощи больным с челюстно-лицевыми травмами, практикуемые в Московской области. — *Медицинские технологии. Оценка и выбор*. — 2017; 3 (29): 59—64. [eLibrary ID: 30503740](#)
2. Ву В.К., Аветиков Д.С., Кравченко С.Б. Современный взгляд на этиологию и патогенез одонтогенных абсцессов и флегмон челюстно-лицевой области. — *Вестник проблем биологии и медицины*. — 2014; 2 (107): 79—84. [eLibrary ID: 23454006](#)
3. Böttger S., Zechel-Gran S., Schmermund D., Streckbein P., Wilbrand J.F., Knitschke M., Pons-Kühnemann J., Hain T., Weigel M., Imirzalioglu C., Howaldt H.P., Domann E., Attia S. Clinical Relevance of the Microbiome in Odontogenic Abscesses. — *Biology (Basel)*. — 2021; 10 (9): 916. [PMID: 34571794](#)
4. Малых М.С., Меллин Р.В., Сиволапов К.А., Васильев Ю.Л. Посттравматическая деформация нижней челюсти, обусловленная несвоевременным обращением за медицинской помощью. — *Клиническая стоматология*. — 2022; 1: 66—72. [eLibrary ID: 48156201](#)
5. Fusconi M., Greco A., Galli M., Polimeni A., Yusef M., Di Cianni S., De Soccio G., Federici Stanganelli F.R., Lombardi R., de Vincenziis M. Odontogenic phlegmons and abscesses in relation to the financial situation of Italian families. — *Minerva Stomatol.* — 2019; 68 (5): 236—241. [PMID: 31822047](#)
6. Ghali S., Katti G., Shahbaz S., Chitroda P.K., V. A., Divakar D.D., Khan A.A., Naik S., Al-Kheraif A.A., Jhugroo C. Fascial space odontogenic infections: Ultrasonography as an alternative to magnetic resonance imaging. — *World J Clin Cases*. — 2021; 9 (3): 573—580. [PMID: 33553395](#)
7. Боев И.А., Годовалов А.П., Штраубе Г.И., Антаков Г.И. Выраженность эндогенной интоксикации у пациентов с флегмоной лица и коморбидной патологией. — *Проблемы стоматологии*. — 2018; 1: 71—75. [eLibrary ID: 32840694](#)
8. Pham Dang N., Delbet-Dupas C., Mulliez A., Devoize L., Dallel R., Barthélémy I. Five predictors affecting the prognosis of patients with severe odontogenic infections. — *Int J Environ Res Public Health*. — 2020; 17 (23): E8917. [PMID: 33266250](#)
9. Pallegedara C., Ekanayake L. Effect of tooth loss and denture status on oral health-related quality of life of older individuals from Sri Lanka. — *Community Dent Health*. — 2008; 25 (4): 196—200. [PMID: 19149294](#)
10. Дзевисшек Ю.А., Кузнецов С.В., Шевченко О.В. О целесообразности разработки социально-значимых целевых программ профилактической стоматологии для лиц пожилого и старческого возраста. — *Современные проблемы науки и образования*. — 2016; 5: 39. [eLibrary ID: 27181662](#)
11. Пинелис Ю.И. Резистентность полости рта у людей пожилого и старческого возраста. — *Забайкальский медицинский вестник*. — 2014; 2: 153—161. [eLibrary ID: 21633615](#)
12. von Buedingen F., Hammer M.S., Meid A.D., Müller W.E., Gerlach F.M., Muth C. Changes in prescribed medicines in older patients with multimorbidity and polypharmacy in general practice. — *BMC Fam Pract*. — 2018; 19 (1): 131. [PMID: 30055583](#)
13. Scutariu M.M., Forna N. Dental esthetics—instrument for recreating a new facial esthetic to the elderly patient. — *Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi*. — 2014; 118 (1): 186—93. [PMID: 24741798](#)

REFERENCES:

1. Nikitin A.A., Sipkin A.M., Akhtyamov D.V. Organizational and Methodical Approaches to the Management of Patients with Maxillofacial Traumas in Moscow Region. *Medical Technologies. Assessment and Choice*. 2017; 3 (29): 59—64 (In Russ.). [eLibrary ID: 30503740](#)
2. Vu V.C., Avetikov D.S., Kravchenko S.B. Modern view of the etiology and pathogenesis of odontogenic abscesses and phlegmon maxillofacial region. *Bulletin of Problems Biology and Medicine*. 2014; 2 (107): 79—84 (In Russ.). [eLibrary ID: 23454006](#)
3. Böttger S., Zechel-Gran S., Schmermund D., Streckbein P., Wilbrand J.F., Knitschke M., Pons-Kühnemann J., Hain T., Weigel M., Imirzalioglu C., Howaldt H.P., Domann E., Attia S. Clinical Relevance of the Microbiome in Odontogenic Abscesses. *Biology (Basel)*. 2021; 10 (9): 916. [PMID: 34571794](#)
4. Malykh M.S., Mellin R.V., Sivolapov K.A., Vasil'ev Yu.L. Post-traumatic mandibular deformation due to untimely medical treatment. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2022; 1: 66—72 (In Russ.). [eLibrary ID: 48156201](#)
5. Fusconi M., Greco A., Galli M., Polimeni A., Yusef M., Di Cianni S., De Soccio G., Federici Stanganelli F.R., Lombardi R., de Vincenziis M. Odontogenic phlegmons and abscesses in relation to the financial situation of Italian families. *Minerva Stomatol.* 2019; 68 (5): 236—241. [PMID: 31822047](#)
6. Ghali S., Katti G., Shahbaz S., Chitroda P.K., V. A., Divakar D.D., Khan A.A., Naik S., Al-Kheraif A.A., Jhugroo C. Fascial space odontogenic infections: Ultrasonography as an alternative to magnetic resonance imaging. *World J Clin Cases*. 2021; 9 (3): 573—580. [PMID: 33553395](#)
7. Boev Iosif A., Godovalov Anatoliy P., Shtraube Galinal., Antakov Glebl. Intensity of endogenous intoxication in patients with facial phlegmon and comorbid pathology. *Actual Problems in Dentistry*. 2018; 1: 71—75 (In Russ.). [eLibrary ID: 32840694](#)
8. Pham Dang N., Delbet-Dupas C., Mulliez A., Devoize L., Dallel R., Barthélémy I. Five predictors affecting the prognosis of patients with severe odontogenic infections. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17 (23): E8917. [PMID: 33266250](#)
9. Pallegedara C., Ekanayake L. Effect of tooth loss and denture status on oral health-related quality of life of older individuals from Sri Lanka. *Community Dent Health*. 2008; 25 (4): 196—200. [PMID: 19149294](#)
10. Dzevishek Y.A., Kuznetsov S.V., Shevchenko O.V. On the desirability of socially significant target programs of preventive dentistry for the elderly and senile age. *Modern Problems of Science and Education*. 2016; 5: 39 (In Russ.). [eLibrary ID: 27181662](#)
11. Pinelis Y.I. Resistance of oral cavity in elderly people and senile age. *Transbaikalian Medical Bulletin*. 2014; 2: 153—161 (In Russ.). [eLibrary ID: 21633615](#)
12. von Buedingen F., Hammer M.S., Meid A.D., Müller W.E., Gerlach F.M., Muth C. Changes in prescribed medicines in older patients with multimorbidity and polypharmacy in general practice. *BMC Fam Pract*. 2018; 19 (1): 131. [PMID: 30055583](#)
13. Scutariu M.M., Forna N. Dental esthetics—instrument for recreating a new facial esthetic to the elderly patient. *Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi*. 2014; 118 (1): 186—93. [PMID: 24741798](#)

14. Weise H., Naros A., Weise C., Reinert S., Hoefert S. Severe odontogenic infections with septic progress — a constant and increasing challenge: a retrospective analysis. — *BMC Oral Health*. — 2019; 19 (1): 173. [PMID: 31375095](#)
15. Chan C.Y., Cheng C.F., Shui H.A., Ku H.C., Su W.L. Erythrocyte degradation, metabolism, secretion, and communication with immune cells in the blood during sepsis: A review. — *Tzu Chi Med J.* — 2022; 34 (2): 125—133. [PMID: 35465286](#)
16. McMahon T.J., Darrow C.C., Hoehn B.A., Zhu H. Generation and export of red blood cell ATP in health and disease. — *Front Physiol.* — 2021; 12: 754638. [PMID: 34803737](#)
17. Elblbesy M.A., Moustafa M.E. The impact of biophysical properties of erythrocytes on their aggregation. — *Int J Biomed Sci.* — 2017; 13 (2): 113—118. [PMID: 28824347](#)
18. Дерюгина А.В., Румянцева Т.В. Электрокинетические и клинико-лабораторные показатели крови больных с патологией различной этиологии. — *Врач-аспирант*. — 2016; 6.1: 160—165. [eLibrary ID: 27441106](#)
19. Марахонич Л.А., Борденюк В.И., Пекшев А.В., Вагапов А.Б. Эффективность клинического применения воздушно-плазменных NO-содержащих газовых потоков в амбулаторно-поликлинических условиях. — *Стационарозамещающие технологии: Амбулаторная хирургия*. — 2016; 1—2: 97—101. [eLibrary ID: 25870050](#)
20. Шулутко А.М., Османов Э.Г., Гогохия Т.Р., Хмырова С.Е. Применение плазменных потоков у пациентов с хирургической инфекцией мягких тканей. — *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. — 2017; 1: 65—69. [eLibrary ID: 28868239](#)
14. Weise H., Naros A., Weise C., Reinert S., Hoefert S. Severe odontogenic infections with septic progress a constant and increasing challenge: a retrospective analysis. *BMC Oral Health*. 2019; 19 (1): 173. [PMID: 31375095](#)
15. Chan C.Y., Cheng C.F., Shui H.A., Ku H.C., Su W.L. Erythrocyte degradation, metabolism, secretion, and communication with immune cells in the blood during sepsis: A review. *Tzu Chi Med J.* 2022; 34 (2): 125—133. [PMID: 35465286](#)
16. McMahon T.J., Darrow C.C., Hoehn B.A., Zhu H. Generation and export of red blood cell ATP in health and disease. *Front Physiol.* 2021; 12: 754638. [PMID: 34803737](#)
17. Elblbesy M.A., Moustafa M.E. The impact of biophysical properties of erythrocytes on their aggregation. *Int J Biomed Sci.* 2017; 13 (2): 113—118. [PMID: 28824347](#)
18. Deryugina A.V., Rummyantsev T.V. Electrokinetic and clinic-laboratory parameters of blood of patients with various etiology pathology. *Postgraduate doctor*. 2016; 6.1: 160—165 (In Russ.). [eLibrary ID: 27441106](#)
19. Marakhonich L.A., Bordenyuk V.I., Pekshev A.V., Vagapov A.B. Effective clinical use of no-containing gas flow generated by air-plasma in outpatient settings. *Ambulatory Surgery (Russia)*. 2016; 1—2: 97—101 (In Russ.). [eLibrary ID: 25870050](#)
20. Shulutko A.M., Osmanov E.G., Gogokhiya T.R., Khmyrova S.E. Application of plasma flows in soft tissue infection. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2017; 1: 65—69 (In Russ.). [eLibrary ID: 28868239](#)