

История и современные тенденции экстракорпоральных методов терапии в ревматологии. Часть 1.

Лечение системной красной волчанки

Плетнёв Е.А.¹, Асеева Е.А.¹, Соловьев С.К.¹, Покровский Н.С.², Абдуллин Е.Т.³,
Аверкиев В.Л.⁴, Зоткин Е.Г.¹, Лиля А.М.^{1,5}

¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт ревматологии им. В.А. Насоновой», Москва;

²ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им. акад. Е.И. Чазова» Минздрава России, Москва; ³ФГОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва; ⁴АО Группа компаний «Медси», Москва; ⁵ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва

¹Россия, 115522, Москва, Каширское шоссе, 34А; ²Россия, 121552, Москва, ул. Академика Чазова, 15А;

³Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, 1; ⁴Россия, 123056, Москва, Грузинский переулок, 3А;

⁵Россия, 125993, Москва, ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1

Патогенез аутоиммунных ревматических заболеваний — сложный многофакторный процесс, в основе которого лежит активация различных звеньев иммунной системы. Одним из подходов к лечению данных заболеваний являются технологии экстракорпоральной терапии, которые представляют собой методики, направленные на удаление из крови компонентов, участвующих в патогенезе заболеваний и приводящих к повреждению тканей. В обзоре рассматриваются различные методики терапевтического афереза, которые применяются для лечения системной красной волчанки.

Ключевые слова: системная красная волчанка; экстракорпоральная терапия; терапевтический аферез; плазмаферез; плазмасорбция; цитаферез.

Контакты: Евгений Андреевич Плетнёв; eugenepletnev@mail.ru

Для цитирования: Плетнёв ЕА, Асеева ЕА, Соловьев СК, Покровский НС, Абдуллин ЕТ, Аверкиев ВЛ, Зоткин ЕГ, Лила АМ. История и современные тенденции экстракорпоральных методов терапии в ревматологии. Часть 1. Лечение системной красной волчанки. Современная ревматология. 2026;20(3):67–71. <https://doi.org/10.14412/1996-7012-2026-3-67-71>

History and current trends in extracorporeal methods of therapy in rheumatology. Part 1.

Treatment of systemic lupus erythematosus

Pletnev E.A.¹, Aseeva E.A.¹, Solovyev S.K.¹, Pokrovsky N.S.², Abdullin E.T.³,
Averkiev V.L.⁴, Zotkin E.G.¹, Lila A.M.^{1,5}

¹V.A. Nasonova Research Institute of Rheumatology, Moscow; ²National Medical Research Centre of Cardiology named after Academician E.I. Chazov, Ministry of Health of Russia, Moscow;

³Lomonosov Moscow State University, Moscow; ⁴AO GK MEDSI, Moscow; ⁵Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of Russia, Moscow

¹34A, Kashirskoe Shosse, Moscow 115522, Russia; ²15A, Academician Chazov Street, Moscow 121552, Russia;

³1, Leninskie Gory, Moscow 119991, Russia; ⁴3A, Gruzinsky Lane, Moscow 123056, Russia; ⁵2/1, Barrikadnaya Street, Build. 1, Moscow 125993, Russia

The pathogenesis of autoimmune rheumatic diseases is a complex multifactorial process based on activation of various components of the immune system. One of the approaches to the treatment of these diseases is extracorporeal therapy technologies, which are techniques aimed at removing from the blood the components involved in pathogenesis and leading to tissue damage. This review discusses various therapeutic apheresis techniques used for the treatment of systemic lupus erythematosus.

Keywords: systemic lupus erythematosus; extracorporeal therapy; therapeutic apheresis; plasmapheresis; plasmosorption; cytapheresis.

Contact: Evgeny Andreevich Pletnev; eugenepletnev@mail.ru

For citation: Pletnev EA, Aseeva EA, Solovyev SK, Pokrovsky NS, Abdullin ET, Averkiev VL, Zotkin EG, Lila AM. History and current trends in extracorporeal methods of therapy in rheumatology. Part 1. Treatment of systemic lupus erythematosus. *Sovremennaya Revmatologiya*=Modern Rheumatology Journal. 2026;20(3):67–71 (In Russ.). <https://doi.org/10.14412/1996-7012-2026-3-67-71>

Аутоиммунные ревматические заболевания являются одной из ведущих проблем медицины XXI в. Аутоиммунитет выступает ключевым звеном в развитии множества хронических воспалительных патологий и формируется под влия-

нием универсальных триггерных факторов и генетической предрасположенности, а также характеризуется патогенетическими механизмами, включающими активацию как врожденного, так и приобретенного иммунитета. Аутоиммунитет —

многофакторный процесс, связанный с активацией приобретенного Т-клеточного и В-клеточного звеньев иммунитета с участием цитокинов, хемокинов и других медиаторов иммунного ответа и воспаления [1]. При развитии большинства аутоиммунных заболеваний наблюдаются активация В-клеточного звена и гиперпродукция широкого спектра аутоантител к различным ядерным структурам, цитоплазматическим и мембранным белкам, базальной мембране тканей, а также к внеклеточным антигенам, таким как коллаген и миелин [2]. Механизмы патогенного действия антител различны. Это может быть стимуляция гормональных рецепторов, имитирующая эффекты гормонов; блокирование нейрональной трансмиссии; индукция клеточного лизиса и воспаления. Важный механизм, определяющий патогенетическое значение аутоантител к внутриклеточным аутоантигенам, связан с образованием иммунных комплексов, индуцирующих комплемент-зависимое тканевое воспаление и/или Fc-рецептор-зависимую активацию клеток иммунной системы [1].

Немаловажное значение в развитии аутоиммунных заболеваний имеет клеточный компонент врожденного иммунитета. Так, нейтрофилы обладают способностью к формированию специальных структур, получивших название нейтрофильных ловушек (neutrophil extracellular traps, NETs). NETs содержат ДНК, цитруллинированные белки, которые являются источником аутоантигенов, а также могут индуцировать синтез провоспалительных цитокинов [3]. Классическими аутоиммунными ревматическими заболеваниями, с которыми чаще всего сталкивается ревматолог, являются ревматоидный артрит (РА) и системная красная волчанка (СКВ), для лечения тяжелых рефрактерных форм которых можно использовать методы экстракорпоральной терапии.

Методы экстракорпоральные терапии

Терапевтический аферез — обобщенное название группы методов экстракорпоральной гемокоррекции, в основе которых лежит удаление из крови ее отдельных фракций или компонентов, участвующих в патогенезе заболевания. Существуют различные методы терапевтического афереза, которые широко используются в медицинской практике [4]. Хотя теоретические основы технологии афереза были заложены в начале XX в. в работах В.А. Юревича и Н.К. Розенберга [5], а также J.J. Abel и соавт. [6], в клиническую практику этот метод пришел лишь в 1959 г., когда М.А. Rubenstein и соавт. [7] впервые использовали плазмаферез (ПФ) в лечении тромбоцитопенической пурпуры.

На современном этапе выделяют следующие технологии терапевтического афереза:

- центрифужные, в которых для разделения составляющих элементов крови используется центробежная сила (ПФ/плазмообмен — ПО, лейкоцитоферез);
- фильтрационные (мембранные), в которых применяются специальные мембранные фильтры, представляющие собой пористые структуры с определенным диаметром пор, зависящим от того, какие вещества необходимо удалить (ПФ/ПО, каскадная плазмофильтрация/двойная фильтрация плазмы — ДФП);
- сорбционные, в которых используются сорбенты для удаления конкретных структур (гранулоцитоферез, лейкоцитоферез, гемосорбция — ГС, — плазмасорбция — ПС, — иммуносорбция — ИС) [4, 8].

ПФ (центрифужный или мембранный) является наименее селективным методом, с помощью которого удаляется некоторый объем плазмы с последующим его замещением инфузионными растворами или донорской плазмой. При ПО удаляется более 70% объема циркулирующей плазмы [4].

При проведении каскадной плазмофильтрации или ДФП кровь проходит через систему двух фильтров, при этом на первом фильтре идет разделение форменных элементов крови и плазмы, а на втором — очищение плазмы от макромолекул, в частности иммуноглобулинов и иммунных комплексов; после чего «очищенная» плазма и форменные элементы возвращаются обратно в кровоток [9]. Селективность данной методики существенно выше таковой классического ПФ. Наиболее селективными являются сорбционные методы [10]. Технологически метод ПС схож с ДФП, однако вместо второго фильтра используются различные сорбенты, о которых будет рассказано ниже. Когда через сорбент пропускается цельная кровь, речь идет о методе ГС [4]. Благодаря высокой специфичности и таргетному действию, сорбционные технологии дают уникальную возможность для персонализированного подхода в лечении, минимизируя побочные эффекты и обеспечивая максимальную эффективность терапии.

СКВ

Иммунологические нарушения

СКВ — системное аутоиммунное ревматическое заболевание неизвестной этиологии, характеризующееся гиперпродукцией органоспецифических аутоантител к различным компонентам клеточного ядра и развитием иммуновоспалительного повреждения внутренних органов [11, 12]. Антиядерный фактор (АНФ) является основным иммунологическим маркером СКВ и представляет собой группу антител, включающую как аутоантитела к односпиральной ДНК, двуспиральной ДНК (анти-дсДНК) и гистоновым белкам, так и антитела к экстрагируемым ядерным антигенам — Sm, SSA/Ro, SSB/La [13]. Анти-дсДНК — высокоспецифичны для СКВ, играют важную роль в патогенезе и являются одним из маркеров активности заболевания [14]. Антитела к SSA/Ro можно обнаружить у 50% пациентов с СКВ, тогда как антитела к SSB/La — у 20% [15]. Уровень антител к SSA/Ro коррелирует с концентрацией фактора некроза опухоли α , выраженностью светочувствительности, кожного васкулита, гематологических расстройств [15], повышение концентрации антител к SSA/Ro — с развитием подострой кожной красной волчанки [16].

Немаловажную роль в патогенезе СКВ играют NETs. Они являются источниками аутоантигенов, компоненты NETs способны активировать иммуновоспалительные клетки, систему комплемента, индуцировать синтез интерферона α , активировать систему свертывания крови, вызывать дисфункцию эндотелия и повреждение тканей [17].

Экстракорпоральные методы терапии

Методики терапевтического афереза при СКВ применяются в основном в критических, жизнеугрожающих ситуациях: при быстро прогрессирующем волчаночном нефрите (ВН), резистентном к стандартной терапии глюкокортикоидами (ГК) и цитостатиками, геморрагическом васкулите, тяжелых нейropsychических нарушениях, тромботической

микроангиопатии, катастрофическом антифосфолипидном синдроме (АФС), а также при выраженных иммунологических нарушениях (высоких титрах АНФ, уровне анти-дсДНК ≥ 200 ЕД/мл, наличии антител к SSA/Ro, криоглобулинемии, гипергаммаглобулинемии, при высоком уровне IgG, выраженной гипоккомплементемии) [9, 18, 19].

Экстракорпоральные методы терапии противопоказаны при значительной гемодинамической нестабильности, наличии или высоком риске кровотечения, выраженной печеночной недостаточности, сенсибилизации к материалам или растворам, которые используются при проведении процедуры. Относительными противопоказаниями могут являться: прием ингибиторов ангиотензинпревращающего фермента менее чем за 24 ч до процедуры, гипокальциемия (ограничивает использование цитрата в качестве антикоагулянта), гипоальбуминемия (при применении неселективных методов) [19].

Методы терапевтического афереза относительно безопасны и обычно хорошо переносятся пациентами. Однако осложнения (кровотечение, пневмоторакс) могут возникать на этапе осуществления сосудистого доступа, имеется также риск развития побочных явлений. Наиболее распространенные из них — гипотония, головная боль и симптомы токсичности цитрата (при его использовании в качестве антикоагулянта) [19].

Экстракорпоральная терапия при СКВ впервые применена в 1974 г. у пациентки с острым течением заболевания и неэффективностью стандартного лечения, после чего наблюдалось значительное клиническое улучшение [20]. В последующем десятилетии появилось большое количество публикаций о применении ПФ у больных СКВ с положительным эффектом [21, 22]. В 1984 и 1988 гг. были проведены рандомизированные исследования, показавшие, что длительный курс ПФ у пациентов с ВН III–IV класса и неэффективностью ГК и цитостатиков улучшал клинико-лабораторные показатели по сравнению с контролем [23, 24]. Однако из-за возникновения феномена «рикошета» — повторного повышения уровня аутоантител на фоне активации плазматических клеток — была разработана программная интенсивная терапия, состоявшая из 3–6 сеансов ПФ в течение месяца с синхронным введением высоких доз ГК и циклофосфамида и последующим закреплением достигнутого улучшения посредством проведения по 1 процедуре в месяц в течении 6–12 мес. Такой подход применялся в СССР в 80–90-е годы и показал хорошие результаты [25].

С 90-х годов на смену ПФ пришли сорбционные методы ввиду их большей селективности. Высокая селективность сорбционных методов обеспечивает минимизацию потерь нецелевых компонентов крови, что исключает необходимость применения замещающих средств в данных методиках. Наибольшее распространение получила технология ИС. В зависимости от характеристик используемых лигандов колонки с сорбентами можно разделить на низкоаффинные (работающие за счет физико-химических взаимодействий) и высокоаффинные (работающие за счет иммунологического взаимодействия). Высокоаффинные колонки показали большую эффективность в сравнительном исследовании [26]. Сорбентами в низкоаффинных колонках могут выступать декстран сульфат (Selesorb, Kaneka Corp., Япония), фенилаланин или триптофан (Immusorba, Asahi Kasei Medical Co., Япония).

Одними из наиболее используемых сорбентов в высокоаффинных колонках, применяемых при СКВ, являются:

- поликлональные овечьи IgG, селективно связывающие κ - и α -цепи человеческих иммуноглобулинов, а также тяжелые цепи IgG (Ig-Therasorb, Miltenyi Biotec, Германия);
- протеин А, являющийся белком клеточной стенки стафилококков, который связывает Fc γ -сайт IgG, а также альтернативные сайты IgM и IgA (Immunosorba, Fresenius Medical Care, Германия);
- синтетический пептид Gam 146, который имеет общие с протеином А сайты связывания (Globaffin, Fresenius Medical Care, Германия) [26, 27].

В исследовании 2005 г. у 16 пациентов с тяжелой формой СКВ и почечным поражением при неэффективности или противопоказаниях к циклофосфамиду проводился курс ИС в течение 3 мес: каждые 3 нед — по 2 процедуры с интервалом 24 ч с обработкой 2,5 объемов циркулирующей плазмы. У 14 пациентов наблюдался терапевтический ответ в виде значительного снижения протеинурии ($p < 0,001$), активности заболевания по шкале SLEDAI (Systemic lupus erythematosus disease activity index; $p < 0,0001$) и двукратного снижения уровня анти-дсДНК [28]. У 9 из 11 пациентов при продолжении терапии в течение в среднем 6,4 года достигнут почечный ответ: у 7 (64%) — полный и у 2 (18%) — частичный. В остальных случаях также зафиксированы снижение активности заболевания и нормализация уровня анти-дсДНК [29].

Применение ИС в сравнении с ПФ оказалось более безопасным в отношении риска развития инфекционных осложнений, даже при условии сочетания с циклофосфамидом [30–33].

Имеются данные об использовании при СКВ цитафереза. В 2006 г. проведено неконтролируемое многоцентровое пилотное исследование, включавшее 18 больных СКВ без почечного поражения, у которых индекс SLEDAI составлял ≥ 8 . Применялась система Adacolumn (Japan Immunoresearch Laboratories Co. Ltd, Япония), заполненная обработанными гранулами ацетата целлюлозы. Данная система селективно адсорбирует гранулоциты, моноциты и В-лимфоциты из периферической крови. Пациенты проходили 5 сеансов цитафереза раз в неделю. К 11-й неделе SLEDAI снизился в среднем с 16 до 6 ($p < 0,001$), улучшилось состояние кожи, суставов и уменьшилась алопеция [34].

В 2015 г. было проведено исследование эффективности ДФП у 12 больных с ВН IV класса. В этой группе пациенты получали 3 процедуры ДФП с интервалом в сутки в комбинации с пероральным приемом метилпреднизолона, в контрольной группе — пульс-терапию метилпреднизолоном в течение 3 дней с переходом на пероральный прием метилпреднизолона и микофенолата мофетила. Полная ремиссия регистрировалась при снижении протеинурии $< 0,3$ г/сут, нормализации уровня альбумина крови и функции почек, а также отсутствии анти-дсДНК. Разница в достижении ремиссии между группами была несущественной, но в группе ДФП наблюдалась лучшая динамика протеинурии и уровня С3-компонента комплемента, а у нескольких пациентов при повторной нефробиопсии отмечено улучшение с переходом ВН в более легкий класс [35].

Разрабатываются новые экстракорпоральные методы для лечения СКВ. Недавно была создана плазмасорбционная колонка, сорбентом в которой выступает рекомбинантный гистон H1.3, селективно связывающий ДНК и

NETs. В 2024 г. Е.А. Асеева и соавт. [36] описали применение этой колонки у пациентки с активной СКВ, протекавшей с ВН, высокой позитивностью по АНФ и анти-дсДНК, лейкопенией и синдромом Шегрена. После 3 процедур индекс SLEDAI-2K снизился с 32 до 12, нормализовалось число лейкоцитов, уменьшилась протеинурия и снизился уровень аутоантител.

В заключение хотелось бы подчеркнуть патогенетическую обоснованность применения экстракорпоральных методов в лечении СКВ. Необходимо более широко внедрять новые технологии афереза в реальную клиническую практику ревматологов, отрабатывать схемы их использования и синхронизацию с терапией генно-инженерными биологическими препаратами.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Насонов ЕЛ Современная концепция аутоиммунитета в ревматологии. Научно-практическая ревматология. 2023;61(4):397-420.
2. Nasonov EL Modern concept of autoimmunity in rheumatology. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya*. 2023;61(4):397-420. (In Russ.).
3. Bambaauer R, Latza R, Bambaauer C, Burgard D, Schiel R. Therapeutic apheresis in autoimmune diseases. *Open Access Rheumatol*. 2013 Nov 13;5:93-103. doi: 10.2147/OARRR.S34616.
4. Насонов ЕЛ, Авдеева АС, Решетняк ТМ и др. Роль нетоза в патогенезе иммуноспалительных ревматических заболеваний. Научно-практическая ревматология. 2023;61(5):513-530.
5. Nasonov EL, Avdeeva AS, Reshetnyak TM, et al. The role of NETosis in the pathogenesis of immunoinflammatory rheumatic diseases. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya*. 2023;61(5):513-530. (In Russ.).
6. <https://pocard.ru/wp-content/uploads/2020/08/terminologiya-egk-2019.pdf>
7. Юревич ВА, Розенберг НК. К вопросу о промывании крови вне организма и о жизненной стойкости красных кровяных шариков. Русский врач. 1914;13(18):637-639.
8. Yurevitch VA, Rosenberg NK. To the question concerning washing of Blood outside the body and vitality of Red Blood Cells. *Russkii vrach*. 1914;13(18):637-639. (In Russ.).
9. Abel JJ, Rowntree LG, Turner BB. Plasma removal with return of corpuscles (plasma-phaeresis). The Journal of Pharmacology and experimental therapeutics Vol. V. No. 6, July, 1914. *Transfus Sci*. 1990;11(2):166-77.
10. Rubinstein MA, Kagan BM, Macgillivray MH, et al. Unusual remission in a case of thrombotic thrombocytopenic purpura syndrome following fresh blood exchange transfusions. *Ann Intern Med*. 1959 Dec;51:1409-19. doi: 10.7326/0003-4819-51-6-1409.
11. Bacal CJO, Maina JW, Nandurkar HH, et al. Blood apheresis technologies – a critical review on challenges towards efficient blood separation and treatment. *Mater Adv*. 2021;2:7210. doi:10.1039/D1MA00859E.
12. Соловьев СК, Асеева ЕА. Место плазмафереза в лечении ревматических заболеваний. Научно-практическая ревматология. 2007;45(4):47-54.
13. Solov'ev SK, Aseeva EA. Place of plasma-phaeresis in the treatment of rheumatic diseases. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya*. 2007;45(4):47-54. (In Russ.).
14. Соколов АА, Тишко ВВ, Бельских АН, Есипов АВ. Современные экстракорпоральные технологии: перспективы использования. Госпитальная медицина: наука и практика. 2019;1(1):32-41.
15. Sokolov AA, Tishko VV, Belskikh AN, Esipov AV. Modern extracorporeal technologies: prospects of use. *Gospital'naya meditsina: nauka i praktika*. 2019;1(1):32-41. (In Russ.).
16. Насонов ЕЛ, Соловьев СК, Аршинов АВ. Системная красная волчанка: история и современность. Научно-практическая ревматология. 2022;60(4):397-412.
17. Nasonov EL, Soloviev SK, Arshinov AV. Systemic lupus erythematosus: history and modernity. *Nauchno-Prakticheskaya Revmatologia*. 2022;60(4):397-412. (In Russ.).
18. Aringer M, Costenbader K, Daikh D, et al. 2019 European League Against Rheumatism/American College of Rheumatology classification criteria for systemic lupus erythematosus. *Ann Rheum Dis*. 2019 Sep;78(9):1151-1159. doi: 10.1136/annrheumdis-2018-214819.
19. Kumar Y, Bhatia A. Detection of antinuclear antibodies in SLE. *Methods Mol Biol*. 2014;1134:37-45. doi: 10.1007/978-1-4939-0326-9_3.
20. Pisetsky DS, Lipsky PE. New insights into the role of antinuclear antibodies in systemic lupus erythematosus. *Nat Rev Rheumatol*. 2020 Oct;16(10):565-579. doi: 10.1038/s41584-020-0480-7.
21. Yoshimi R, Ueda A, Ozato K, Ishigatsumo Y. Clinical and pathological roles of Ro/SSA autoantibody system. *Clin Dev Immunol*. 2012;2012:606195. doi: 10.1155/2012/606195.
22. Lee LA, Roberts CM, Frank MB, et al. The autoantibody response to Ro/SSA in cutaneous lupus erythematosus. *Arch Dermatol*. 1994 Oct;130(10):1262-8.
23. Решетняк ТМ, Нурбаева КС, Пташник ИВ и др. Нетоз при волчаночном нефрите. Терапевтический архив. 2024;96(5):453-458.
24. Reshetnyak TM, Nurbaeva KS, Ptashnik IV, et al. NETosis in lupus nephritis. *Terapevticheskii Arkhiv*. 2024;96(5):453-458. (In Russ.).
25. Abe T, Matsuo H, Abe R, et al. The Japanese Society for Apheresis clinical practice guideline for therapeutic apheresis. *Ther Apher Dial*. 2021 Dec;25(6):728-876. doi: 10.1111/1744-9987.13749.
26. Connelly-Smith L, Alquist CR, Aquilino NA, et al. Guidelines on the Use of Therapeutic Apheresis in Clinical Practice – Evidence-Based Approach from the Writing Committee of the American Society for Apheresis: The Ninth Special Issue. *J Clin Apher*. 2023 Apr;38(2):77-278. doi: 10.1002/jca.22043.
27. Jones JV. Plasmapheresis in SLE. *Clin Rheum Dis*. 1982 Apr;8(1):243-60.
28. Schena FP, Pastore A, Manno C, Varvara B. Effects of plasma-exchange on complement-mediated solubilization of circulating immune complexes in patients with systemic lupus erythematosus. *Int J Artif Organs*. 1985 Jul;8 Suppl 2:3-6.
29. Abdou NI, Lindsley HB, Pollock A, et al. Plasmapheresis in active systemic lupus erythematosus: effects on clinical, serum, and cellular abnormalities. Case report. *Clin Immunol Immunopathol*. 1981 Apr;19(1):44-54. doi: 10.1016/0090-1229(81)90046-5.
30. Clarke WF, Balfe JW, Cattran DC, et al. Long-term plasma exchange in patients with systemic lupus erythematosus and diffuse proliferative glomerulonephritis. *Plasma Ther Transfus Technol*. 1984;5(3):353-60.
31. Wallace DJ, Goldfinger D, Savage G, et al. Predictive value of clinical, laboratory, pathologic, and treatment variables in steroid/immunosuppressive resistant lupus nephritis. *J Clin Apher*. 1988;4(1):30-4. doi:10.1002/jca.2920040107.
32. <https://www.lvrach.ru/2002/03/4529244>
33. Gaubitz M, Seidel M, Kummer S, et al. Prospective randomized trial of two different immunoadsorbents in severe systemic lupus erythematosus. *J Autoimmun*. 1998 Oct;11(5):495-501. doi: 10.1006/jaut.1998.0229.
34. Biesenbach P, Schmaldienst S, Smolen JS, et al. Immunoadsorption in SLE: three different high affinity columns are adequately effective in removing autoantibodies and controlling disease activity. *Atheroscler Suppl*. 2009 Dec 29;10(5):114-21. doi: 10.1016/S1567-5688(09)71824-0.
35. Stummvoll GH, Aringer M, Smolen JS, et al. IgG immunoadsorption reduces systemic lupus erythematosus activity and proteinuria: a long term observational study. *Ann Rheum Dis*. 2005 Jul;64(7):1015-21. doi: 10.1136/ard.2004.029660.
36. Stummvoll GH, Schmaldienst S, Smolen JS, et al. Lupus nephritis: prolonged immunoadsorption (IAS) reduces proteinuria and stabilizes global disease activity. *Nephrol Dial Transplant*. 2012 Feb;27(2):618-26.

doi: 10.1093/ndt/gfr239.

30. Stummvoll GH, Aringer M, Jansen M, et al. Immunoadsorption (IAS) as a rescue therapy in SLE: considerations on safety and efficacy. *Wien Klin Wochenschr.* 2004 Nov 30; 116(21-22):716-24. doi: 10.1007/s00508-004-0232-8.

31. Dittrich E, Schmaldienst S, Langer M, et al. Immunoadsorption and plasma exchange in pregnancy. *Kidney Blood Press Res.* 2002;25(4):232-9. doi: 10.1159/000066343.

32. Schmaldienst S, Jansen M, Hollenstein U, et al. Treatment of systemic lupus erythematosus by immunoadsorption in a patient suffering from tuberculosis. *Am J Kidney Dis.* 2002 Feb;

39(2):415-8. doi: 10.1053/ajkd.2002.30564.

33. Hauser AC, Hauser L, Pabinger-Fasching I, et al. The course of anticardiolipin antibody levels under immunoadsorption therapy. *Am J Kidney Dis.* 2005 Sep;46(3):446-54. doi: 10.1053/j.ajkd.2005.05.023.

34. Soerensen H, Schneidewind-Mueller JM, Lange D, et al. Pilot clinical study of Adacolumn cytapheeresis in patients with systemic lupus erythematosus. *Rheumatol Int.* 2006 Mar; 26(5):409-15. doi: 10.1007/s00296-005-0031-1.

35. Li M, Wang Y, Qiu Q, et al. Therapeutic effect of double-filtration plasmapheresis combined with methylprednisolone to treat diffuse proliferative lupus nephritis. *J Clin Apher.* 2016

Aug;31(4):375-80. doi: 10.1002/jca.21408.

36. Асеева ЕА, Покровский НС, Соловьев СК и др. Первый клинический опыт применения селективной плазмасорбции ДНК с использованием сорбционной колонки «НуклеоКор®» при лечении системной красной волчанки. *Современная ревматология.* 2024;18(2):75-80.

Aseeva EA, Pokrovsky NS, Soloviev SK, et al. The first clinical experience with selective DNA plasmadsorption using the NucleoCapture Device in the treatment of systemic lupus erythematosus. *Modern Rheumatology Journal.* 2024;18(2):75-80. (In Russ.). doi:10.14412/1996-7012-2024-2-75-80.

Поступила/отрецензирована/принята к печати

Received/Reviewed/Accepted

08.08.2025/17.11.2025/24.11.2025

Заявление о конфликте интересов / Conflict of Interest Statement

Статья подготовлена в рамках государственного задания № РК 125020501434-1 «Изучение иммунопатологии и подходы к терапии при системных ревматических заболеваниях».

Исследование не имело спонсорской поддержки. Конфликт интересов отсутствует. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать. Все авторы принимали участие в разработке концепции статьи и написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами.

The article was prepared within the framework of the state assignment № RK 125020501434-1 “Study of immunopathology and approaches to therapy in systemic rheumatic diseases”.

The investigation has not been sponsored. There are no conflicts of interest. The authors are solely responsible for submitting the final version of the manuscript for publication. All the authors have participated in developing the concept of the article and in writing the manuscript. The final version of the manuscript has been approved by all the authors.

Плетнёв Е.А. <https://orcid.org/0009-0005-1269-5799>

Асеева Е.А. <https://orcid.org/0000-0002-1663-7810>

Соловьев С.К. <https://orcid.org/0000-0002-5206-1732>

Покровский Н.С. <https://orcid.org/0000-0001-5105-0313>

Абдуллин Е.Т. <https://orcid.org/0009-0006-8106-8091>

Аверкиев В.Л. <https://orcid.org/0009-0002-9646-6763>

Зоткин Е.Г. <https://orcid.org/0000-0002-4579-2836>

Лиля А.М. <https://orcid.org/0000-0002-6068-3080>