

УДК: 619:616.5-001.17-085.373-07:619:616.15-07:636.7

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-31-40

**Т.Н. Шнякина<sup>1</sup>**

**П.Н. Щербаков<sup>1</sup>**

**М.Б. Ребезов<sup>2,3</sup>**

**К.В. Степанова<sup>1</sup>** ✉

<sup>1</sup>Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия

<sup>2</sup>Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия

<sup>3</sup>Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉ [deratizator@bk.ru](mailto:deratizator@bk.ru)

Поступила в редакцию: 02.03.2025

Одобрена после рецензирования: 08.04.2025

Принята к публикации: 22.04.2025

© Шнякина Т.Н., Щербаков П.Н., Ребезов М.Б., Степанова К.В.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-31-40

**Tatyana N. Shnyakina<sup>1</sup>**

**Pavel N. Shcherbakov<sup>1</sup>**

**Maksim B. Rebezov<sup>2,3</sup>**

**Ksenia V. Stepanova<sup>1</sup>** ✉

<sup>1</sup>South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia

<sup>2</sup>Gorbatov Federal Scientific Center for Food Systems, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

✉ [deratizator@bk.ru](mailto:deratizator@bk.ru)

Received by the editorial office: 02.03.2025

Accepted in revised: 08.04.2025

Accepted for publication: 22.04.2025

© Shnyakina T.N., Shcherbakov P.N., Rebezov M.B., Stepanova K.V.

## Изучение показателей клинико-иммунологического статуса животных при иммунокоррекции термической травмы у животных в эксперименте

### РЕЗЮМЕ

В настоящих исследованиях главными целями были совершенствование методов диагностики токсемии при ожогах у животных и разработка методов иммунологического преодоления ожоговой аутоинтоксикации, что может быть патогенетическим обоснованием для разработки способов лечения животных при ожогах. В результате проведенных экспериментов на 5 собаках, у которых контактным способом моделировали термические ожоги, было установлено, что формирование и развитие ожоговой болезни отразились негативным образом на физикальных показателях. Так, показатели дыхания были выше в 1-е сутки на 27,8% от нормы, к 5-м суткам показатели выросли еще на 3,9% в сравнении с первичными показателями, к 10-м суткам показатели дыхания снизились на 8%, к 20-м — еще на 5% в сравнении с первичными данными, а к 30-м суткам уже составляли физиологическую норму. После применения аутоыворотки данные иммунобиохимических показателей выровнялись сравнительно быстро — к 20-м суткам эксперимента, что говорило о высоком терапевтическом эффекте применяемого метода лечения. При исследовании заживления смоделированных ран наблюдали ускорение восстановления раневых областей на конечностях у собак в среднем к 7–10-м суткам.

**Ключевые слова:** термическая травма, собаки, эксперимент, иммунокоррекция, лимфоциты, иммунокомпетентные клетки

**Для цитирования:** Шнякина Т.Н., Щербаков П.Н., Ребезов М.Б., Степанова К.В. Изучение показателей клинико-иммунологического статуса животных при иммунокоррекции термической травмы у животных в эксперименте. *Аграрная наука*. 2025; 394(05): 31–40. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-31-40>

## Study of the clinical and immunological status of animals during immunocorrection of thermal injury in animals in an experiment

### ABSTRACT

In these studies, the main goals were to improve methods for diagnosing toxemia in burns in animals and to develop methods for immunologically overcoming burn autointoxication, which may be a pathogenetic justification for the development of methods for treating animals with burns. As a result of experiments conducted on 5 dogs in which thermal burns were simulated by contact, it was found that the formation and development of burn disease had a negative effect on physical parameters. Thus, respiration rates were higher on day 1 by 27.8% of the norm, by day 5 the indicators increased by another 3.9% compared to the primary indicators, by day 10 the respiratory rates decreased by 8%, by the 20th — by another 5% compared to the primary data, and by the 30th day they were already making up the physiological norm. After the application of autoserum, the data of immunobiochemical parameters leveled off relatively quickly — by the 20th day of the experiment, which indicated a high therapeutic effect of the applied treatment method. When studying the healing of simulated wounds, accelerated recovery of wound areas on the extremities in dogs was observed by an average of 7–10 days.

**Key words:** thermal injury, dogs, experiment, immunocorrection, lymphocytes, immunocompetent cells

**For citation:** Shnyakina T.N., Shcherbakov P.N., Rebezov M.B., Stepanova K.V. Study of indicators of clinical and immunological status of animals during immunocorrection of thermal injury in animals in an experiment. *Agrarian science*. 2025; 394(05): 31–40 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-394-05-31-40>

## Введение/Introduction

Ожоги — это повреждение покровов и глуболежащих тканей, возникающее в результате термического, химического, электрического или радиационного воздействия<sup>1</sup> [1].

Проблема ожоговой травмы заслуживает большого внимания у хирургов в медицинской и ветеринарной практике [2–5]. В медицинской практике ожоги достаточно часто встречаются в быту и производственной деятельности (при несоблюдении техники безопасности), а также при различных катастрофах, терактах и конфликтных ситуациях<sup>2</sup> [6, 7]. Термические ожоги у животных и птицы могут возникать в результате воздействия пламени во время пожаров, кипятка или других горячих жидкостей, пара, горячего воздуха или раскаленных предметов<sup>3</sup> [8].

Вполне понятно, что успешное разрешение ее многочисленных аспектов может быть осуществлено лишь в комплексе с такими кардинальными вопросами хирургии, как борьба с шоком, токсемией и раневой инфекцией, изыскание путей ускорения процессов регенерации тканей [9–13]. Тем не менее ожоговая травма имеет специфические особенности, требующие самостоятельного экспериментального и клинического разрешения [14–19].

*Цели исследований* — совершенствование методов диагностики токсемии при ожогах у животных и разработка методов иммунологического преодоления ожоговой аутоинтоксикации, что может быть патогенетическим обоснованием для разработки способов лечения животных при ожогах.

## Материалы и методы исследования / Materials and methods

Эксперимент выполняли в 2020–2024 гг. на базе вивария и кафедры инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет» (г. Троицк, Россия).

Для реализации задач научного эксперимента первым этапом были определение объекта исследований и формирование двух групп опытных животных. Животных отбирали по принципу аналогичных параллелей: основными условиями, соответствующими друг другу, являлись вес, возраст и клинический статус — здоровые животные.

Объектом исследований служили клинически здоровые беспородные собаки обоего пола — по 5 животных в каждой группе, среди них молодых особей — 6 голов (от 1,5 до 3 лет), из них 5 сук и 1 кобель, а также 4 возрастных животных (старше 8 лет), из них 2 кобеля и 2 суки, которые содержались в одинаковых условиях вивария Института ветеринарной медицины.

Кормление животных осуществляли два раза в день (утром и вечером) в одно и то же время: каши зерновые с мясо-костными продуктами и небольшой долей овощей, подсушенный пшеничный хлеб. Поение вволю.

Животные в соответствии с ветеринарными правилами и инструкцией к биологическим препаратам иммунизированы против бешенства, до этого проводилась профилактическая дегельминтизация.

На первом этапе исследований был изучен клинико-иммунологический статус здоровых животных и хирургических больных животных с термической травмой, определены наиболее информативные тесты с целью изучения источников интоксикации при ожогах у животных по схеме опытов первого этапа.

На втором этапе разработаны методы тестирования и способы профилактики ожоговой токсемии, иммунокомплексных и аутоиммунных реакций путем получения от больных антител в период развития аллергической реакции и иммунизации или с целью подавления этой реакции. В качестве исследуемых показателей выступали основные физикальные параметры организма, отражающие непосредственно клинический статус, а именно температура, пульс и дыхание.

Исследования физикальных характеристик проводили в соответствии с общепринятыми в клинической диагностике правилами.

Основным методом был осмотр животных (состояние слизистых оболочек, шерстного и кожного покрова, габитус и положение тела в пространстве, а также реакция на раздражители). Температуру у животных измеряли бесконтактным ветеринарным термометром (Customer, model: KDW-04 (Animal forehead infrared Thermometer), Китай), пульс — методом поверхностной пальпации внутренней вены бедра, дыхание — методом аускультации с применением ветеринарного стетоскопа Раппопорта (VitaVet PRO, Китай).

Кровь у собак отбирали утром (до кормления) из вены сафена в вакуум-пробирки общепринятыми в ветеринарной гематологии методами.

Гематологические (гемоглобин, уровень эритроцитов) и биохимические (уровень общего белка, иммуноглобулины G и M) показатели исследовали на гематологическом анализаторе DH36 Vet (Dymind, Китай), а общее количество лейкоцитов крови, лейкоформула крови (нейтрофилы, лимфоциты) определяли на специальном гематологическом анализаторе 5DIFF (Konsung, Китай).

Скорость оседания эритроцитов исследовали методом Панченкова<sup>4</sup> с применением капиллярной крови и СОЭ-метра.

<sup>1</sup> Вереме́й Э.И., Стекольников А.А., Семенов Б.С. Общая хирургия ветеринарной медицины: учебник. СПб.: Квадро. 2012; 600.

<sup>2</sup> Хажалиев В.А., Ферзаули А.Н., Байсаев А.С. Современное состояние диагностики и лечебной тактики при термическом ожоговом шоке по материалам ожогового отделения ГБУ КБ № 4. Вестник Чеченского государственного университета. 2016; 1: 7–60.

<sup>3</sup> Сидельская У.Ю., Чернигова С.В. Ожоговая болезнь у животных: этиология, патогенез и методы лечения (обзор литературы). Сборник научных статей по итогам Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург. 2015; 10–12.

<sup>4</sup> <https://corway.ru/materialy/metody-opredeleniya-soe/>

Уровень циркулирующих иммунных комплексов исследовали методом преципитации с полиэтиленгликолем (ПЭГ-преципитация) с применением фотометрического определения плотности преципитата при стандартной длине волны 450 нм. Для этого применялся спектрофотометр ПЭ-5400УФ с диапазоном 190–1000 нм («Экротех», Россия).

Лизоцим определяли иммуноферментным методом с применением набора для проведения ИФА (Elisa Kit for Lysozyme (LZM), Китай).

Титры аутоантител исследовали постановкой РНГА с антигеном, приготовленным из соединительной ткани клинически здоровых животных<sup>5</sup>.

По правилам проведения эксперимента первую группу считали контрольной, а вторую — опытной, у данных животных формировали ожоговую поверхность на тазовых конечностях.

Предварительная подготовка конечностей к повреждению заключалась в удалении шерсти, обезжиривании кожи и выполнении проводниковой анестезии тазового сплетения или низкой сакральной проводниковой анестезии. Далее к подготовленному месту на теле опытного животного прикладывали раскаленную до красна (температура примерно 600 °С) металлическую пластинку 4 × 5 см на 6–8 сек.

Все цифровые данные были представлены в виде среднего значения ± стандартная ошибка среднего значения. Статистические данные были получены с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2010 (США). Значения вероятности  $p < 0,05$  считались статистически значимыми.

Эксперименты проведены с соблюдением требований, изложенных в Директиве Европейского парламента и Совета Европейского союза от 22 сентября 2010 года № 2010/63/ЕС о защите животных, использующихся для научных целей<sup>6</sup>, и принципов обращения с животными согласно статье 4 ФЗ РФ № 498-ФЗ<sup>7</sup>.

### Результаты и обсуждение / Results and discussion

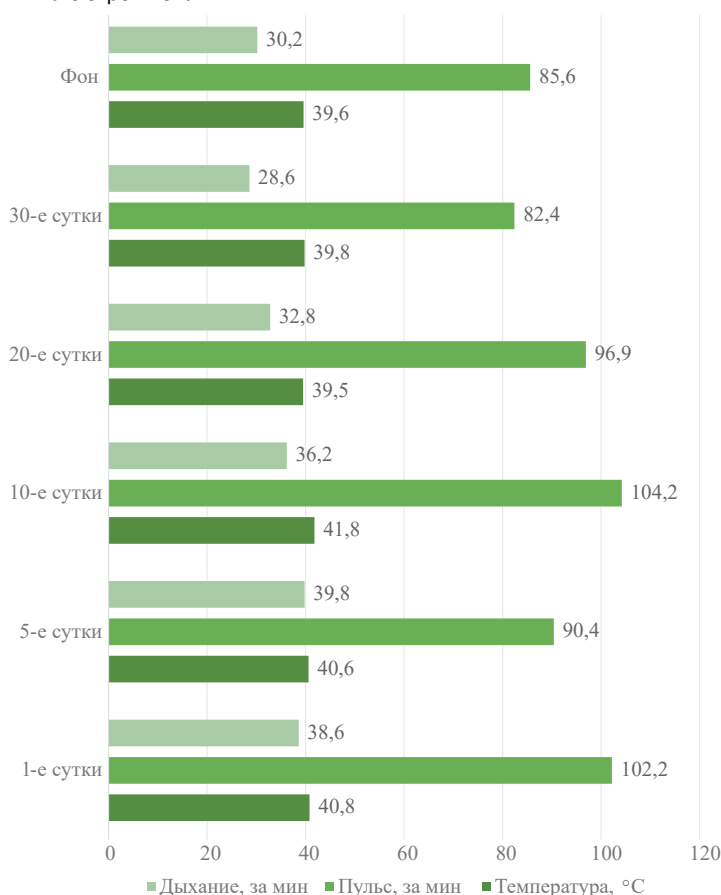
В результате проведенных экспериментов на 5 собаках, у которых контактным способом моделировали термические ожоги 2–3-й степени с латеральной поверхности бедра, было установлено, что при вялом угнетенном состоянии развивалась повышенная температура (гипертермия), сопровождающаяся тахикардией и учащенным дыханием, что сказалось на ответных реакциях со стороны центральной нервной системы и тяги к пище (рис. 1).

При исследовании результатов анализа крови наблюдали высокое количество специфических клеток «белой» крови до уровня  $12,2 \pm 0,86 \times 10^9/\text{л}$ , однако при таком высоком уровне белых клеток было снижено количество лимфоцитов как иммунокомпетентных клеток. Достоверно не изменялся уровень скорости оседания эритроцитов и основного транспортного пигмента крови — гемоглобина. Данную ситуацию можно объяснить тем, что в организме животного с повреждением такого рода происходят различные стрессовые реакции, протекающие по особым механизмам, и, соответственно, это нормальная реакция на ожоговую травму, отражающая общебиологическую закономерность.

При клиническом исследовании больных животных из опытной группы отмечали такие явления: конечности с латеральной поверхности, где накладывали травмирующую пластину для формирования ожогового поля, при прикосновении болезненны и отечны, кожа резко гиперемизирована и по ощущениям (тактильно) температура местно повышена. Сама рана от сформированного ожога ограничена, без шерсти, наблюдается некоторая экссудация.

**Рис. 1.** Физикальные показатели организма биологических объектов в эксперименте

**Fig. 1.** Physical parameters of the organism of biological objects in the experiment



<sup>5</sup> Ширяева С.Б., Николаева О.Н. Методы серологических реакций в диагностике вирусных болезней. Материалы IX Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». — URL: <https://scienceforum.ru/2017/article/2017036070>

<sup>6</sup> [https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive\\_201063\\_rus.pdf](https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive_201063_rus.pdf)

<sup>7</sup> Федеральный закон от 27.12.2018 № 498-ФЗ (ред. от 24.07.2023) «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

При анализе отделяемого отмечено, что лимфа от прозрачного до серо-молочного цвета, содержала большое количество иммунных клеток. Отделение лимфы происходило в течение первых 2–4 суток. В последующие дни ожоговая поверхность лишалась эпидермиса, увеличивалась площадь ожогового дефекта кожи, с поверхности пораженных тканей выделялся кровянисто-гнойный экссудат с ихорозным запахом, появлялись очаги некроза тканей, что свидетельствовало о переходе процесса в стадию инфекционных осложнений.

Исследуемые показатели дыхания у собак с ожогами были выше в 1-е сутки — на 27,8% от нормы, к 5-м суткам показатели выросли еще на 3,9% по сравнению с первичными показателями. К 10-м суткам показатели дыхания несколько уравнились, снизились на 8%, а к 20-м суткам — еще на 5% по сравнению с первичными данными, к 30-м суткам данные дыхательных движений в минуту уже составляли физиологическую норму.

Логично изменялись показатели пульса и температуры, что свидетельствовало о ранних реактивных механизмах иммунной системы. Так, показатели пульса были выше в 1-е сутки — на 19,3% от нормы, к 5-м суткам снизились на 13,7% в сравнении с первичными показателями, к 10-м суткам показатели пульса повысились на 2,4% в сравнении с 1-ми сутками исследований, к 20-м суткам снизились на 6,1% в сравнении с первичными данными, а к 30-м суткам уже составляли физиологическую норму.

Показатели температуры были выше физиологической нормы в среднем по группе на 3–5% и к 30-м суткам вернулись к физиологической норме. Данная тенденция показывает, что наивысший пик физиологической реакции на ожоговую травму развивался у собак к 10-м суткам исследования, что подтверждалось в том числе и гематологическими показателями, и иммунобиохимическими показателями сыворотки крови.

Содержание клеток «белой» крови до введения аутосыворотки было повышено в 1-е сутки эксперимента на 1,6% от верхней границы нормы для взрослых собак ( $12,0 \times 10^9$  г/л), к 5-м суткам уровень лейкоцитов повысился на 21,3%, на 10-е сутки повышение лейкоцитов составляло 124,1% от нормы для здоровых взрослых собак, к 20-м суткам наблюдалось снижение уровня лейкоцитов — 105% от нормы, к 30-м суткам уровень лейкоцитов достиг физиологической нормы (рис. 2).

Отношение уровня лимфоцитов и нейтрофилов имело неодинаковую динамику. Отмечалось повышение уровня лимфоцитов в среднем за эксперимент на 14,8% в первые 5 суток эксперимента, на 16,6% — к 10-м суткам, на

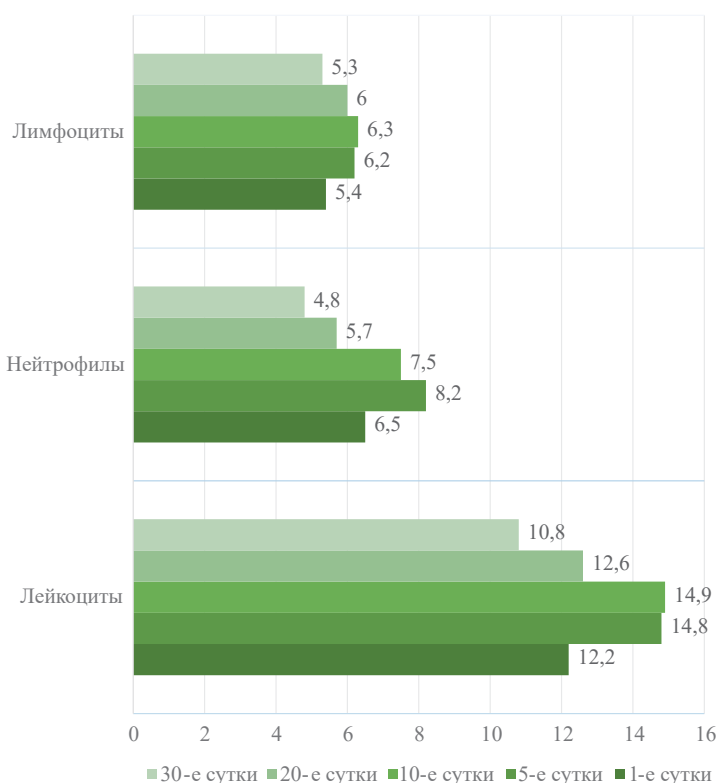
11,1% — к 20-м суткам эксперимента по отношению к первоначальным данным, а уже к 30-м суткам уровень лимфоцитов снизился на 1,9% в сравнении с первоначальными значениями.

Уровень нейтрофилов коррелировал к уровню лимфоцитов. Нейтрофилез со сдвигом влево наблюдался на всем протяжении эксперимента и указывал главным образом на активные гиперреактивные механизмы иммунной системы, которые в свою очередь в дальнейшем активизировали выделение в кровеносное русло цитокинов и медиаторов воспаления, а также Т-В-лимфоциты в большом количестве. Так, к 5-м суткам эксперимента количество нейтрофилов в крови собак было повышено на 26,1% от первоначальных данных, к 10-м и 20-м суткам уровень нейтрофилов снизился, соответственно, на 8,6% и 30,4% от самых высоких данных за эксперимент (5-е сутки). Уровень нейтрофилов к 30-м суткам эксперимента составлял физиологическую норму, что свидетельствовало о снижении провоспалительных реакций, уравнивании клеточного и гуморального звена иммунитета.

Показатели красной крови изменялись в течение эксперимента неодинаково (рис. 3).

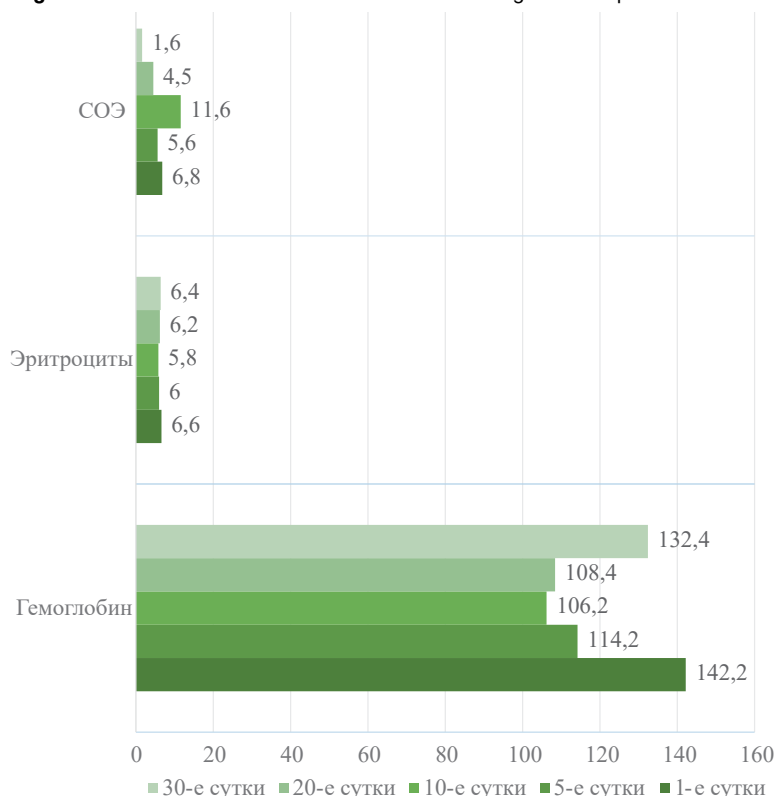
Скорость оседания эритроцитов, повышающаяся с 1-х суток до 10-х, была физиологична, так как при экспериментальных ожогах наблюдался распад поврежденных тканей и, соответственно, выделялись в кровь тканевые продукты распада, имеющие в большом количестве белки острой фазы воспаления (фибриноген и С-реактивный белок), которые «прилипают» к «красным» клеткам

**Рис. 2.** Соотношение клеток «белой» крови в эксперименте  
**Fig. 2.** The ratio of “white” blood cells in the experiment





**Рис. 3.** Соотношение клеток «красной» крови в крови собак в эксперименте  
**Fig. 3.** The ratio of "red" blood cells in the blood of dogs in the experiment



крови, вызывая их повышенную агрегацию, что и наблюдалось в данном эксперименте у собак.

СОЭ в начале эксперимента было увеличено на 13% от верхней границы нормы, к 5-му дню СОЭ снизилась на 17,6% от первоначальных цифр, а к 10-му дню снова повысилась в 1,7 раза. К 20-му дню СОЭ снизилась до 4,5 мм/ч, что составляло верхнюю границу нормы, и к 30-му дню являла собой нормальные показатели для клинически здоровых взрослых собак. Это показывало тенденцию к стиханию воспалительных явлений, снижению «агрессивности» провоспалительных факторов иммунитета. Уровень красных кровяных клеток и гемоглобина не показывал резких изменений в течение эксперимента. Эти показатели в целом составляли верхние границы нормальных значений для клинически здоровых взрослых собак.

Вскоре после травмы отмечались весьма обширные и обусловленные иммунной стресс-реакцией изменения. Получившиеся результаты свидетельствовали о достоверном уменьшении в кровяном русле Т-лимфоцитов на 53,6%, В-лимфоцитов на 45,7% при увеличении основных популяций лимфоцитов, обеспечивающих клеточно-опосредованный иммунитет более чем в три раза.

Данная тенденция показывает, что организм животных с термической травмой мобилизует иммунные силы в ответ на

негативное воздействие чужеродного агента посредством активизации и синтеза лимфоцитов разного порядка.

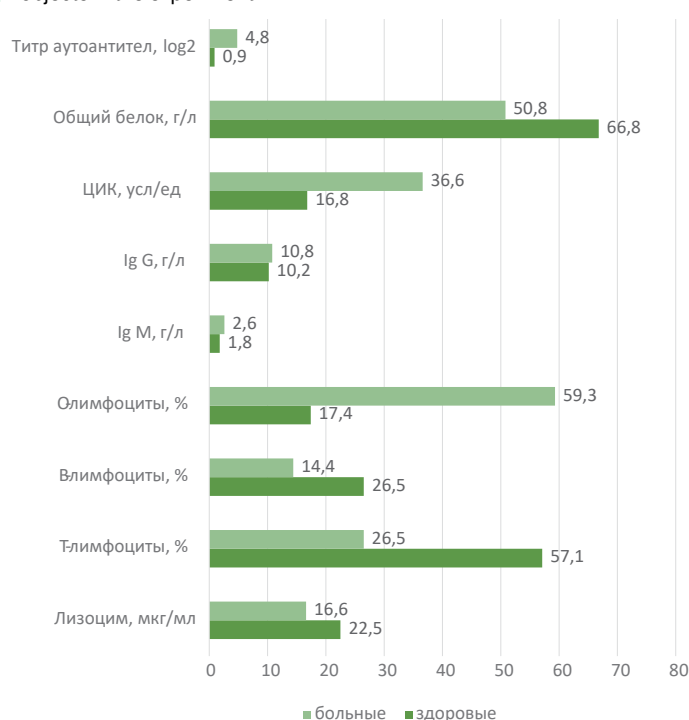
Анализируя реакцию иммунных клеток и чужеродного повреждающего агента, отмечали активность иммуноглобулинов класса М, которые характеризуют активность антител начала иммунной реакции до  $2,6 \pm 0,08$  г/л в опытной группе собак, в отличие от цифр в контрольной группе —  $1,8 \pm 0,06$  г/л ( $p < 0,001$ ). Иммуноглобулины класса G достоверно не менялись, что свидетельствовало о кратковременном стрессе, который на высоком уровне «держал» иммунокомпетентные клетки, а значит, и всю иммунную систему в напряжении (рис. 4).

После активного воспаления и дальнейшего распада пораженных клеток и тканей в сыворотке крови наблюдалось снижение общего белка до  $50,8 \pm 0,84$  г/л. Такая ситуация показывает корреляцию между сниженным количеством гемоглобина в крови и, соответственно, нарушением синтеза белков в плазме.

На фоне гипопроотеинемии создаются благоприятные условия для развития возбудителей раневой инфекции и перехода процесса в стадию инфекционных осложнений, что неизбежно сказывается на активности регенеративных процессов.

**Рис. 4.** Иммунобиохимические показатели организма биологических объектов в эксперименте

**Fig. 4.** Immunobiochemical parameters of the organism of biological objects in the experiment



Данные исследования подтверждены тем, что активная циркуляция и негативное воздействие антигенов, возникших в результате моделирования ожоговой травмы у собак, приводили прежде всего к самоповреждению тканей и клеток иммунными комплексами, а также к развитию резких патологических состояний со стороны иммунной системы, проявившимися в высоких цифрах циркулирующих иммунных комплексов.

Сравнение проводили с группой здоровых животных и получили значительные цифры — до  $36,6 \pm 1,44$  у. е., практически в два раза в сравнении с данными у здоровых собак, так как норма ЦИК у здоровых животных не поднимается выше 20 у. е. Данные представлены на рисунке 5.

Вышеперечисленные изменения в иммунной системе организма собак свидетельствуют о развитии иммунодефицитного состояния и аутоиммунной патологии, механизмы возникновения которой, по мнению авторов, связаны главным образом с аутоинтоксикацией и изменением антигенных свойств структурных белков поврежденных тканей под воздействием высоких температур.

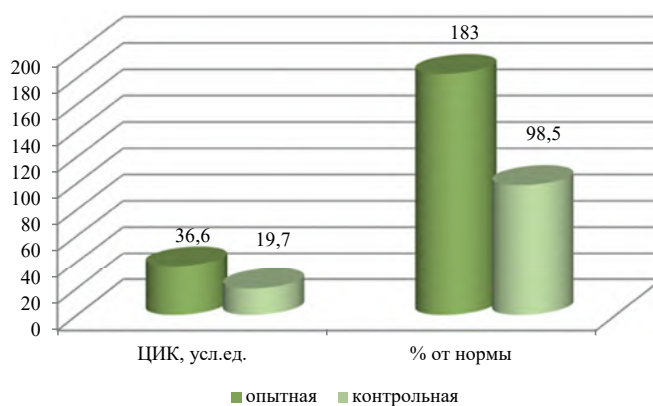
Проводя анализ данных, можно сказать, что результаты постановки РНГА с антигеном, приготовленным из соединительной ткани клинически здоровых животных, подтверждаются цифрами, полученными при анализе разности антител. Уже к 5-м суткам после нанесения травмы титр аутоантител к соединительной ткани у этих собак в 5,5 раз ( $p < 0,001$ ) превышал показатель клинически здоровых животных. Данная тенденция говорит об активном развитии патологических состояний и их влиянии на иммунитет, общую сенсibilизацию организма и повреждение собственных клеток и тканей под воздействием патологически измененных иммунных клеток.

Сенсибилизация в организме собак в эксперименте подтверждалась достоверным снижением уровня лизоцима в сыворотке крови на 26,3%.

По мере заполнения ожоговой поверхности фибринозно-тканевой массой и ее уплотнения признаки нагноения ран у некоторых животных сохранялись до 8–10-х суток наблюдения. Окружающие мягкие ткани у них оставались покрасневшими, слегка отечными и болезненными, общая температура повышенной. Под струпом обнаруживались гидремичные легкокровоточащие грануляции, покрытые гнойным экссудатом. К 10-м суткам наблюдения в периферической крови сохранялся лейкоцитоз — до  $14,9 \pm 0,22 \times 10^9/\text{л}$  при незначительном увеличении абсолютного количества лимфоцитов до  $6,3 \pm 0,08 \times 10^9/\text{л}$ , спектр иммунологической недостаточности несколько уменьшался. Это проявлялось незначительным ростом показателей клеточного и гуморального иммунитета. За счет рубцового стягивания незначительно уменьшилась площадь ожогов.

**Рис. 5.** Сравнительные данные уровня циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) у собак в эксперименте

**Fig. 5.** Comparative data on the level of circulating Immune complexes in dogs in the experiment



К 20-м суткам наблюдения, когда явления альтерации тканей уменьшались и преобладали регенеративные процессы соединительной ткани, клинико-гематологические показатели принимали величины, близкие к таковым у клинически здоровых животных. Однако несмотря на улучшение клинического состояния животных, показатели клеточного и гуморального иммунитета у них полностью не восстанавливались. Так, количество общего белка, лизоцима и гистамина сыворотки крови, Т- и В-лимфоцитов находились на субнормальном уровне, концентрация ЦИК, Jg M и G, а также титр аутоантител к соединительной ткани превышали величины клинически здоровых животных. Это в некотором смысле резко негативная реакция организма в том плане, что в данном случае организм больного животного «настраивается» на развитие реинфекции, что может привести к нежелательным негативным последствиям.

Таким образом, исследуя биохимический и гематологический статус животных в эксперименте, отмечали негативные последствия при воздействии термической травмы у животных на общий иммунный статус, синтез иммунокомпетентных клеток, развитие патологических состояний в кровяном русле, что не могло не отразиться и на клиническом статусе животных.

Научные изыскания по иммунотерапии ожоговой болезни показали, что плазма и кровь человека, перенесшего ожоговую болезнь, оказывают лечебный эффект при использовании их у пострадавших в остром периоде ожоговой болезни. Указанное объясняется содержанием в этих препаратах «противоожоговых» антител. Однако до настоящего времени заготовка иммунных препаратов связана с определенными сложностями, затрудняющими их получение в достаточном количестве для широкого клинического применения.

Учитывая результаты проведенных исследований по изучению состояния иммунного статуса, динамики развития иммунокомплексных и аутоиммунных реакций при термической травме у животных, была изучена возможность использования

целевой малообъемной сероперфузии в область регионарных лимфоузлов. Сущность этого метода заключается в получении от больных животных с ожогами антител в период развития аллергических реакций и «иммунизации» ими с целью подавления этой реакции. Этот метод целевой малообъемной аутосеротерапии при аутоиммунной патологии показан при невозможности специфической гипосенсибилизации.

Аутосыворотку готовили из крови животных с ожогами 2–3-й степени, взятой стерильно в количестве 5–7 мл на высоте аллергической реакции, установленной авторами в РПГА с антигеном, приготовленным из соединительной ткани клинически здоровых животных. Вводили ее после ликвидации острого периода внутривенно по 0,1 мл в 4 точки возле регионарных лимфоузлов через день по 5 инъекций на курс.

Токсические свойства сыворотки при ожоговой травме у собак носят двухфазный характер — на 1-е и 7–10-е сутки после травмы, а, по данным, первый пик максимальной токсичности наблюдается через 6 часов после травмы, второй — через 9–11 суток. Аутосыворотку получали на 3–4-е сутки.

В этот период развития ожоговой болезни отмечается повышение стимулирующего влияния сывороток на гемокультуры. В то же время у больных животных отмечают высокие титры аутоантител к соединительной ткани и концентрация ЦИК. В опытах, проведенных на 10 собаках с термическими ожогами 2–3-й степени, выявлена достаточно высокая терапевтическая эффективность применения целевой малообъемной сероперфузии в область регионарных лимфоузлов. В результате клинко-иммунологических исследований было установлено, что вскоре после введения сыворотки крови общее состояние животных заметно улучшилось: снизилась лихорадка, нормализовались частота пульса и дыхания, восстановился аппетит.

На фоне применения целевой малообъемной сероперфузии в область регионарных лимфоузлов при термической травме у собак параметры периферической крови изменялись в меньшей степени, чем у контрольных животных. Так, количество лейкоцитов уже к 5-м суткам наблюдения составляло  $13,1 \pm 0,81 \times 10^9/\text{л}$  ( $p < 0,05$ ).

Подобная закономерность отмечалась в изменениях и других гематологических показателей: количества лимфоцитов, нейтрофилов, эритроцитов, скорости их оседания, а также содержания гемоглобина в них.

Мягкие ткани вблизи дефекта были слегка отечными и малоболезненными. Ожоговая поверхность была покрыта фиброзно-тканевым струпом, из-под которого в нижних участках выделялся гнойный экссудат в значительном количестве, причем в сравнении с контрольной группой животных он был более густой, доброкачественный.

У животных опытной группы полное очищение ожоговых поверхностей от некротизированных тканей и гнойного экссудата заканчивалось к 7–10-м суткам, а вслед за этим (после второй инъекции аутосывороток) отмечался активный рост мелкозернистых розовых грануляций, которые обнаруживались под сухой равномерно покрытой фиброзно-тканевой массой.

Признаков нагноения ожоговых поверхностей и воспаления окружающих мягких тканей не наблюдалось. Многие гематологические показатели приближались к нормальным величинам, а площадь ожоговых поверхностей достоверно уменьшалась. Адекватно клиническому течению болезни к исходу недели изменялись многие иммунобиохимические показатели.

Иммунотропные свойства аутосывороток проявлялись повышением клеточных и гуморальных факторов иммунитета, что выражалось достоверным повышением относительного количества Т- и В-лимфоцитов до  $37,5 \pm 1,39\%$  и  $28,7 \pm 1,22\%$  против  $31,5 \pm 0,96\%$  и  $22,5 \pm 1,20\%$  у контрольных животных при одновременном (почти двукратном) снижении О-популяций лимфоцитов с момента начала лечения.

### Выводы/Conclusions

При постановке целей и задач эксперимента большое внимание уделялось изучению общебиологических и патологических состояний у собак с термической травмой в сравнении со здоровыми собаками. Следует сделать вывод о достоверных патологических изменениях в иммунной картине крови и собственно в развитии аутоиммунных состояний. Применение аутосыворотки у собак способствовало изменению реактивности иммунной системы, которые проявились активным синтезом иммунокомпетентных клеток, что имело положительные последствия для организма опытных собак.

Исследуемые показатели дыхания у собак с ожогами были выше в 1-е сутки на 27,8% от нормы, к 5-м суткам показатели выросли еще на 3,9% в сравнении с первичными показателями, к 10-м суткам показатели дыхания снизились на 8%, к 20-м суткам — еще на 5% в сравнении с первичными данными, а к 30-м суткам уже составляли физиологическую норму.

Изменялись и показатели пульса и температуры, что свидетельствовало о ранних реактивных механизмах иммунной системы. Так, показатели пульса были выше в 1-е сутки на 19,3% от нормы, к 5-м суткам — снизились на 13,7% в сравнении с первичными показателями, к 10-м суткам показатели пульса повысились на 2,4% в сравнении с 1-ми сутками исследований, к 20-м суткам показатели пульса снизились на 6,1% в сравнении с первичными данными, а к 30-м суткам уже составляли физиологическую норму.

Показатели температуры были выше физиологической нормы в среднем по группе на 3–5%

и к 30-м суткам вернулись к физиологической норме. Данная тенденция показывает, что наивысший пик физиологической реакции на ожоговую травму развивался у собак к 10-м суткам исследования, что подтверждалось в том числе гематологическими и иммунобиохимическими показателями сыворотки крови.

Скорость оседания эритроцитов в начале эксперимента была увеличена на 13% от верхней границы нормы, к 5-му дню скорость оседания эритроцитов снизилась на 17,6% от первоначальных цифр, а к 10-му — снова повысилась (в 1,7 раза). К 20-му дню скорость оседания эритроцитов снизилась до 4,5 мм/ч, что составляло верхнюю границу нормы, к 30-му дню скорость оседания эритроцитов являла собой нормальные показатели для клинически здоровых взрослых собак.

Содержание клеток «белой» крови до введения аутосыворотки было повышено в 1-е сутки эксперимента на 1,6% от верхней границы нормы для взрослых собак, к 5-м суткам уровень лейкоцитов повысился на 21,3%, на 10-е сутки повышение лейкоцитов составляло 124,1% от норм, к 20-м суткам наблюдалось снижение уровня лейкоцитов — 105% от нормы, к 30-м суткам уровень лейкоцитов достиг физиологической нормы.

Отмечалось повышение уровня лимфоцитов в среднем на 14,8% в первые 5 суток эксперимента, на 16,6% — к 10-м суткам, на 11,1% — к 20-м суткам эксперимента по отношению к первоначальным данным, а уже к 30-м суткам уровень лимфоцитов снизился на 1,9% в сравнении с первоначальными значениями.

Количество нейтрофилов в крови собак было повышено на 26,1% от первоначальных данных, к

10-м и 20-м суткам уровень нейтрофилов снизился, соответственно, на 8,6% и 30,4% от самых высоких данных за эксперимент (5-е сутки). Уровень нейтрофилов к 30-м суткам эксперимента составлял физиологическую норму.

Иммунобиохимические показатели отличались от нормальных, соответствующих здоровому животному, особенно было отмечено снижение Т-лимфоцитов (на 53,6%), В-лимфоцитов (на 45,7%) и О-лимфоцитов (на 200–300% от нормы). Более того, наблюдались изменения в уровне иммуноглобулинов М практически в два раза, в отличие от показателей у здоровых собак. Уровень общего белка, наоборот, был снижен на 23% от нормы, при этом ЦИК в крови был резко повышен — на 180–200% от нормальных значений у здоровых животных.

После применения аутосыворотки данные иммунобиохимических показателей выровнялись сравнительно быстро — к 20-м суткам эксперимента, что говорило о высоком терапевтическом эффекте применяемого метода лечения.

Разработанная схема с применением различных дозировок сыворотки привела к активной профилактике аутоиммунных и иммунодефицитных состояний у животных при термической травме. При исследовании заживления смоделированных ран наблюдали ускорение восстановления раневых областей на конечностях у собак в среднем к 7–10-м суткам.

В качестве рекомендаций для ветеринарных специалистов можно применять у животных с различной степенью ожоговой болезни аутосыворотки с различными дозировками, находя индивидуальный подход в каждом конкретном случае ожоговой болезни.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Zhenikhova N.I., Korch M.A., Shakirov V.E., Eroshenko E.S., Popkov E.I. Pathomorphogenesis of Thermal Injury in Animals. *BIO Web of Conferences*. 2024; 108: 03005. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410803005>
2. Безин А.Н., Шнякина Т.Н., Степанова К.В. Влияние малообъемной аутосероперфузии на течение ожогов при термокаутеризации роговых зачатков у телят. *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2024; 61(2): 72–78. [https://doi.org/10.54258/20701047\\_2024\\_61\\_2\\_72](https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_2_72)
3. Бердова Е.Д., Медведева Л.В. Бактериологическая характеристика заживления кожных ран после применения биоклея «Сульфакрилат». *Аграрная наука — сельскому хозяйству. Сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции*. Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет. 2024; 2: 128–129. <https://elibrary.ru/bnmpit>
4. Золотухина В.А., Безрук Е.Л. Патолого-анатомическая картина при ожоговой токсемии у крыс в эксперименте. *Ветеринарная хирургия: от истока к современности. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения профессора, доктора ветеринарных наук Г.С. Мاستыко*. Витебск: Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины. 2022; 56–59. <https://elibrary.ru/piljsb>

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

## REFERENCES

1. Zhenikhova N.I., Korch M.A., Shakirov V.E., Eroshenko E.S., Popkov E.I. Pathomorphogenesis of Thermal Injury in Animals. *BIO Web of Conferences*. 2024; 108: 03005. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410803005>
2. Bezin A.N., Shnyakina T.N., Stepanova K.V. The influence of low-volume autosuloperfusion on the course of burns during thermocauterization of horny rudiments in calves. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2024; 61(2): 72–78 (in Russian). [https://doi.org/10.54258/20701047\\_2024\\_61\\_2\\_72](https://doi.org/10.54258/20701047_2024_61_2_72)
3. Berdova E.D., Medvedeva L.V. Bacteriological characteristics of healing skin wounds after the application of biological glue “Sulfacrylate”. *Agricultural science for agriculture. Proceedings of the XIX International Scientific and Practical Conference*. Barnaul: Altai State Agrarian University. 2024; 2: 128–129 (in Russian). <https://elibrary.ru/bnmpit>
4. Zolotukhina V.A., Bezruk E.L. Pathological picture of burn toxemia in rats in an experiment. *Veterinary surgery: from the origin to the present. Proceedings of the International scientific and practical conference dedicated to the 110th anniversary of the birth of Professor, Doctor of Veterinary sciences G.S. Mastyko*. Vitebsk: Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine. 2022; 56–59 (in Russian). <https://elibrary.ru/piljsb>



5. Золотухина В.А., Безрук Е.Л. Характеристика эндотоксемии при разных способах лечения экспериментальных ожогов у крыс. *Международный вестник ветеринарии*. 2022; (4): 440–444. <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2022.4.440>
6. Алексеев А.А., Малютин Н.Б., Бобровников А.Э., Филимонов К.А. Организация и оказание специализированной медицинской помощи пострадавшим с ожогами в Российской Федерации. *Медицина катастроф*. 2023; (1): 29–35. <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2023-1-29-35>
7. Коньков С.В., Илюкевич Г.В. Эпидемиология и диагностика гнойно-септических осложнений у пациентов с тяжелой ожоговой болезнью. *Хирургия. Восточная Европа*. 2024; 13(1): 115–125. <https://doi.org/10.34883/PI.2024.13.1.025>
8. Загуменнова М.В., Фирсов А.Г., Чечетина Т.А. Анализ гибели сельскохозяйственных животных от пожаров в России за 2016–2020 год. *Экономика сельского хозяйства России*. 2021; (4): 27–32. <https://doi.org/10.32651/214-27>
9. Шнякина Т.Н., Шчербаков Н.П., Брюханчикова Н.М., Медведева Л.В., Безин А.Н. Опыт лечения термических ожогов у собак. *От импортозамещения к экспортному потенциалу: научно-инновационное обеспечение и актуальные проблемы ветеринарной медицины. Сборник материалов Международной научно-практической конференции*. Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет. 2021; 149–152. <https://elibrary.ru/ukxjck>
10. Богданов С.Б., Каракулев А.В., Афанасов И.М., Муханов М.Л., Зайцева С.Л., Дутов В.С. Особенности раннего хирургического лечения пациентов с глубокими ожогами с применением биологических раневых покрытий. *Инновационная медицина Кубани*. 2024; 9(3): 54–60. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2024-9-3-54-60>
11. Чернигова С.В., Зубкова Н.В., Чернигов Ю.В., Горбатенко А.В. Применение планиметрического анализа при изучении эффективности заживления ожоговых ран у животных с использованием раневого покрытия из бактериальной целлюлозы. *Вестник КрасГАУ*. 2019; (7): 123–130. <https://elibrary.ru/gikbph>
12. Ревякин И.В., Медведева Л.В., Петренко В.А. Клинико-морфологическая оценка эффективности применения новых методов лечения кожных ран у животных в сравнительном аспекте. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2017; (9): 165–170. <https://elibrary.ru/zgbvqp>
13. Чернигова С.В., Сидельская У.Ю., Чернигов Ю.В. Динамика метаболизма коллагена при термических ожогах. *Актуальные вопросы ветеринарной хирургии. Международная научно-практическая конференция, посвященная Дню российской науки*. Омск: ЛИТЕРА. 2016; 191–196. <https://elibrary.ru/wasglh>
14. Чернигова С.В., Чернигов Ю.В. Роль провоспалительных медиаторов в развитии септических осложнений у животных. *Ветеринарная патология*. 2011; (1–2): 92–96. <https://elibrary.ru/nzausd>
15. Евдокимов В.И., Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Ветошкин А.А. Способ прогнозирования поражений областей тела у пожарных при производственном травматизме. *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2023; (4): 5–17. <https://elibrary.ru/aseihk>
16. Shnyakina T.N., Shcherbakov N.P., Bryukhanchikova N.M., Medvedeva L.V., Bezin A.N. Experience in treatment of thermal burns in dogs. *E3S E3S Web of Conferences*. 2021; 282: 03021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128203021>
17. Shnyakina T.N. et al. Morphological studies in the treatment of experimental burn injuries of the second and third degrees in dogs. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences and Technologies*. 2020; 11(14): 11A14H. <https://doi.org/10.14456/ITJEMAST.2020.275>
18. Saroyan S., Goncharova A., Shtaufen A. Differential diagnostic criteria for chemical corneal burn in dogs and cats and methods of their treatment. *E3S Web of Conferences*. 2024; 510: 01035. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451001035>
19. Chernigova S.V. et al. Special aspects of systemic inflammation course in animals. *Veterinary World*. 2019; 12(7): 932–937. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.932-937>
5. Zolotukhina V.A., Bezruk E.L. Characteristics of endotoxemia in different ways of treatment of experimental burn in rats. *International Journal of Veterinary Medicine*. 2022; (4): 440–444 (in Russian). <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2022.4.440>
6. Alekseev A.A., Malyutina N.B., Bobrovnikov A.E., Filimonov K.A. Organization and Provision of Specialized Medical Treatment for Victims with Burns in the Russian Federation. *Disaster Medicine*. 2023; (1): 29–35 (in Russian). <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2023-1-29-35>
7. Konkov S.V., Ilukevich G.V. Epidemiology and Diagnosis of Purulent-Septic Complications in Patients with Severe Burn Disease. *Surgery. Eastern Europe*. 2024; 13(1): 115–125 (in Russian). <https://doi.org/10.34883/PI.2024.13.1.025>
8. Zagumennova M.V., Firsov A.G., Chechetina T.A. Analysis of farm animals death from fires in Russia for 2016–2020. *Economics of Agriculture of Russia*. 2021; (4): 27–32 (in Russian). <https://doi.org/10.32651/214-27>
9. Shnyakina T.N., Shcherbakov N.P., Bryukhanchikova N.M., Medvedeva L.V., Bezin A.N. Experience in treating thermal burns in dogs. *From import substitution to export potential: scientific and innovative support and current problems of veterinary medicine. Collection of materials of the International Scientific and Practical Conference*. Yekaterinburg: Ural State Agrarian University. 2021; 149–152 (in Russian). <https://elibrary.ru/ukxjck>
10. Bogdanov S.B., Karakulev A.V., Afanasov I.M., Mukhanov M.L., Zaitseva S.L., Dutov V.S. Peculiarities of Early Surgical Treatment of Patients With Deep Burns Using Biological Dressings. *Innovative Medicine of Kuban*. 2024; 9(3): 54–60 (in Russian). <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2024-9-3-54-60>
11. Chernigova S.V., Zubkova N.V., Chernigov Yu.V., Gorbatenko A.V. The application of planimetric analysis at studying the efficiency of healing of burn wounds in the animals under using bacterial cellulose wound covering. *Bulletin of KrasGAU*. 2019; (7): 123–130 (in Russian). <https://elibrary.ru/gikbph>
12. Revyakin I.V., Medvedeva L.V., Petrenko V.A. Comparative clinical and morphological evaluation of the efficiency of using new treatment methods for skin wounds in animals. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2017; (9): 165–170 (in Russian). <https://elibrary.ru/zgbvqp>
13. Chernigova S.V., Sidelskaya U.Yu., Chernigov Yu.V. Dynamics metabolism of collagen in thermal burns. *Actual issues of veterinary surgery. International scientific and practical conference dedicated to the Day of Russian Science*. Omsk: LITERA. 2016; 191–196 (in Russian). <https://elibrary.ru/wasglh>
14. Chernigova S.V., Chernigov Yu.V. The role of proinflammatory mediators in the development of septic complications in animals. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2011; (1–2): 92–96 (in Russian). <https://elibrary.ru/nzausd>
15. Evdokimov V.I., Bobrinev E.V., Kondashov A.A., Vetoshkin A.A. The method to predict damage of body areas due to occupational injury among firefighters. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2023; (4): 5–17 (in Russian). <https://elibrary.ru/aseihk>
16. Shnyakina T.N., Shcherbakov N.P., Bryukhanchikova N.M., Medvedeva L.V., Bezin A.N. Experience in treatment of thermal burns in dogs. *E3S E3S Web of Conferences*. 2021; 282: 03021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128203021>
17. Shnyakina T.N. et al. Morphological studies in the treatment of experimental burn injuries of the second and third degrees in dogs. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences and Technologies*. 2020; 11(14): 11A14H. <https://doi.org/10.14456/ITJEMAST.2020.275>
18. Saroyan S., Goncharova A., Shtaufen A. Differential diagnostic criteria for chemical corneal burn in dogs and cats and methods of their treatment. *E3S Web of Conferences*. 2024; 510: 01035. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451001035>
19. Chernigova S.V. et al. Special aspects of systemic inflammation course in animals. *Veterinary World*. 2019; 12(7): 932–937. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.932-937>

## ОБ АВТОРАХ

**Татьяна Николаевна Шнякина<sup>1</sup>**

доктор ветеринарных наук, доцент,  
профессор кафедры инфекционных болезней  
и ветеринарно-санитарной экспертизы  
shnyakina-t@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0000-8685-4645>

**Павел Николаевич Щербаков<sup>1</sup>**

доктор ветеринарных наук, доцент, профессор кафедры  
инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной  
экспертизы  
scherbakov\_pavel@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-8685-4645>

**Максим Борисович Ребезов<sup>2,3</sup>**

- главный научный сотрудник, доктор  
сельскохозяйственных наук, кандидат ветеринарных  
наук, профессор<sup>2</sup>;
- профессор кафедры биотехнологии и пищевых  
продуктов, доктор сельскохозяйственных наук, кандидат  
ветеринарных наук<sup>3</sup>  
rebezov@ya.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

**Ксения Вадимовна Степанова<sup>1</sup>**

кандидат биологических наук, доцент кафедры  
инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной  
экспертизы  
deratizator@bk.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-3916-004X>

<sup>1</sup>Южно-Уральский государственный аграрный  
университет,  
ул. им. Ю.А. Гагарина, 13, Троицк, 457100, Россия

<sup>2</sup>Федеральный научный центр пищевых систем  
им. В.М. Горбатова Российской академии наук,  
ул. им. Талалихина, 26, Москва, 109316, Россия

<sup>3</sup>Уральский государственный аграрный университет,  
ул. им. Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, 620075, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

**Tatyana Nikolaevna Shnyakina<sup>1</sup>**

Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Professor  
of the Department of Infectious Diseases  
and Veterinary and Sanitary Expertise  
shnyakina-t@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0000-8685-4645>

**Pavel Nikolaevich Shcherbakov<sup>1</sup>**

Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Professor  
of the Department of Infectious Diseases and Veterinary and  
Sanitary Expertise  
scherbakov\_pavel@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-8685-4645>

**Maksim Borisovich Rebezov<sup>2,3</sup>**

- Chief Researcher, Doctor of Agricultural Sciences,  
Candidate of Veterinary Sciences, Professor<sup>2</sup>;
- Professor of the Department of Biotechnology and Food  
Products, Doctor of Agricultural Sciences, Candidate  
of Veterinary Sciences<sup>3</sup>  
rebezov@ya.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0857-5143>

**Ksenia Vadimovna Stepanova<sup>1</sup>**

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor  
of the Department of Infectious Diseases and Veterinary and  
Sanitary Expertise  
deratizator@bk.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-3916-004X>

<sup>1</sup>South Ural State Agrarian University,  
13 Gagarin Str., Troitsk, 457100, Russia

<sup>2</sup>Gorbatov Federal Scientific Center for Food Systems,  
26 Talalikhin Str., Moscow, 109316, Russia

<sup>3</sup>Ural State Agrarian University,  
42 Karl Liebknecht Str., Yekaterinburg, 620075, Russia



### Подпишитесь на Telegram канал ИД «Аграрная наука»



Ежедневно вы будете получать  
свежие новости АПК  
и сельского хозяйства,  
анонсы отраслевых событий,  
знакомиться с результатами  
научных исследований,  
репортажами и интервью.



### Оформите подписку на информационные e-mail рассылки



Дважды в неделю на ваш e-mail ящик  
будут приходить уведомления  
о топовых событиях АПК,  
аналитика, прогнозы,  
приглашения на выставки  
и конференции.

Через наши рассылки вы можете познакомиться  
со своими товарами и услугами  
потенциальных клиентов.

Связаться с редакцией:  
Тел. +7 (495) 777 67 67  
(доб. 1453)  
[agrovetpress@inbox.ru](mailto:agrovetpress@inbox.ru)