



ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СМЕСИ БЛАГОРОДНЫХ ГАЗОВ И КИСЛОРОДА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЖИВОТНЫХ С ПРИЗНАКАМИ ГИПОКСИИ В КЛИНИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Михаил Владимирович Иванов¹, Александр Михайлович Лунегов^{2✉}, Ярослав Васильевич Куданов³, Николай Александрович Моргунов⁴

¹Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Российская Федерация

²Научно-исследовательский институт Геропротекторных технологий (НИИ ГЕРОПРО), Российская Федерация

¹соискатель кафедры фармакологии и токсикологии, [orcid.org/ 0009-0009-9674-2167](https://orcid.org/0009-0009-9674-2167)

²канд.ветеринар.наук, доц., заведующий кафедрой фармакологии и токсикологии, e-mail: a.m.lunegov@mail.ru, [orcid.org/ 0000-0003-4480-9488](https://orcid.org/0000-0003-4480-9488)

³начальник отдела контроля качества, [orcid.org/ 0009-0001-2164-9808](https://orcid.org/0009-0001-2164-9808)

⁴начальник научно-исследовательского отдела, orcid.org/0009-0001-7193-5263

РЕФЕРАТ

На выборке животных (кошки и собаки разной половой принадлежности, разного возраста с разными заболеваниями общим количеством 30 особей) в состоянии гипоксии было проведено исследование коррекции данного состояния лекарственным препаратом для ветеринарного применения «Ароксен-вет» (Aroxhen®-vet), представляющего собой смесь газов кислород, аргон, ксенон и азот. Время экспозиции пациента в боксе в среднем составляла 6 часов перед хирургическим лечением по поводу основного заболевания. Во время проведения исследования контролировались различные параметры дыхательной и сердечно-сосудистой системы, температура тела, уровень лактата, сатурация артериальной крови. Измерения проводились до и после терапии газом «Ароксен-вет» (Aroxhen®-vet). Основываясь на полученных данных, можно сделать вывод, что применение смесей газов с высоким содержанием инертных газов (аргона, ксенона) и кислорода способствует стабилизации показателей функционального состояния животного, замедлению прогрессирования основного заболевания и, в некоторых случаях, улучшению оцениваемых показателей (лактат, ЧДД). Таким образом применение «Ароксен-вет» (Aroxhen®-vet) в течение 6 часов у животных в состоянии гипоксии положительно сказывается на состоянии организма в предоперационный период, что позволяет снизить анестезиологические риски в операционный и послеоперационный периоды. Использование данного лекарственного препарата для ветеринарного применения является перспективным направлением в респираторной поддержке животных с тяжелым состоянием, повышающим эффективность патогенетической терапии.

Ключевые слова: собаки, гипоксия, газы крови, аргон, кислород, ароксен.

Для цитирования: Иванов М.В., Лунегов А.М., Куданов Я.В., Моргунов Н.А. Оценка эффективности смеси благородных газов и кислорода при лечении животных с признаками гипоксии в клинических условиях. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2025;3:67-70. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2025.3.67>

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF A MIXTURE OF NOBLE GASES AND OXYGEN IN THE TREATMENT OF ANIMALS WITH SIGNS OF HYPOXIA IN A CLINICAL SETTING

Mikhail V.I. Ivanov¹, Aleksandr M. Lunegov^{2✉}, Yaroslav V. Kudanov³, Nikolay A.I. Morgunov⁴

¹Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russian Federation

²Research Institute of Geroprotective Technologies (NII GEROPRO), Russian Federation

¹Candidate Of Veterinary Sciences, Department of Pharmacology and Toxicology, orcid.org/0009-0009-9674-2167

²Candidate Of Veterinary Sciences, Assoc. Prof., Head of the Department of Pharmacology and Toxicology, e-mail: a.m.lunegov@mail.ru, orcid.org/0000-0003-4480-9488

³Head of Quality Control Department, orcid.org/0009-0001-2164-9808

⁴Head of Research Department, orcid.org/0009-0001-7193-5263

ABSTRACT

On a sample of animals (cats and dogs of different genders, of different ages with different diseases, a total of 30 individuals) in a state of hypoxia, a study was conducted on the correction of this condition with a medicinal product for veterinary use "Aroxhen-vet" (Aroxhen® -vet), which is a mixture of oxygen, argon, xenon and nitrogen gases. The patient's exposure time in the box averaged 6 hours before surgical treatment for the underlying disease. During the study, various parameters of the respiratory and cardiovascular systems, body temperature, lactate levels, and arterial blood saturation were monitored. Measurements were performed before and after therapy with Aroxhen-vet gas. Based on the data obtained, it can be concluded that the use of mixtures of gases with a high content of inert gases (argon, xenon) and oxygen helps to stabilize the indicators

of the functional state of the animal, slow down the progression of the underlying disease and, in some cases, improve the estimated indicators (lactate, BDD). Thus, the use of "Aroxxen-vet" (Aroxxen® -vet) for 6 hours in animals in a state of hypoxia has a positive effect on the condition of the body in the preoperative period, which reduces anesthetic risks in the operational and postoperative periods. The use of this drug for veterinary use is a promising direction in the respiratory support of animals with a serious condition, increasing the effectiveness of pathogenetic therapy.

Key words: dogs, hypoxia, blood gases, argon, oxygen, aroxxen.

For citation: Ivanov M.V., Lunegov A.M., Kudanov Ya.V., Morgunov N.A. Evaluation of the effectiveness of a mixture of noble gases and oxygen in the treatment of animals with signs of hypoxia in clinical conditions. Legal regulation in veterinary medicine. 2025;3:67-70.(in Russ) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2025.3.67>

ВВЕДЕНИЕ

Кислород – жизненно важный элемент, недостаток которого в организме может привести к летальному исходу. Коррекция гипоксических состояний является актуальной проблемой современной ветеринарии, существуют различные методики по коррекции и поддержанию организма в условиях развивающейся кислородной недостаточности.

Кислородная недостаточность служит основой для патологических процессов при различных заболеваниях и критических состояниях, часто встречающихся в практической работе ветеринарного врача. В частности, дефицит кислорода влияет на тяжесть течения ишемического повреждения головного мозга, инфекционных и неинфекционных процессов, формирование полиорганной недостаточности и стрессовых ситуаций, а также является одной из основных причин развития энергодифицита. Таким образом, развивающаяся гипоксия в предоперационный период, способна запустить патологические процессы, которые со временем могут стать причиной летального исхода.

Важность проведения предоперационной коррекции гипоксических состояний организма животного носит основополагающее значение для положительного исхода операции. Многие средства, которые используются для проведения общей анестезии у животных, оказывают депрессивное воздействие на дыхательный аппарат и сердечно-сосудистую систему организма. Данная особенность анестетиков способна усугубить состояние животного, что приведет к нежелательным последствиям, как в течение оперативного вмешательства, так и после него [3; 4; 10].

Применение инертных газов для проведения коррекции гипоксических состояний в современной ветеринарии практически не изучено. В основе предложенной нами методики лежит синергетический эффект биологического действия инертных (благородных) газов аргона и ксенона, входящих в состав препарата, обеспечивающего стабилизацию механизмов клеточного дыхания и жизни клетки в условиях дефицита кислорода [1; 2; 8; 9].

Исследуемый лекарственный препарат для ветеринарного применения прошел доклинические исследования фармакологической и токсикологической безопасности при однократном и многократном применении в соответствии с правилами GLP [5] и доклинические исследования эффективности при моделировании патологического состояния (кровопотеря, ишемический инсульт)

на разных видах лабораторных животных [6; 7].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В эксперименте по исследованию схемы применения газовой смеси, состоящей из ксенона, аргона, азота и кислорода при коррекции гипоксических состояний участвовало 30 животных. Все животные помещались в камеру газовую экспериментальную лабораторную (КГЭЛ-1, производство ООО «НИИ ГЕРОПРО»), которая представлена в виде герметичной камеры, заполняемой лекарственным препаратом «Ароксен-вет» (Aroxxen®-vet), рисунок 1. Контроль компонентов газовой среды осуществлялся газоанализаторами «ГКМ-03-ИНСОВТ» (зав. № 788, свидетельство о поверке № С-СП/08-06-2021/71439059) и «ДИСК-ТК» (зав. № 1976, свидетельство о поверке № С-В/07-06-2021/69347959).

В таблице 1 представлено процентное содержание используемой газовой смеси, при помощи которой производилась коррекция гипоксических состояний пациентов перед проведением хирургических вмешательств.

Время экспозиции пациента в боксе в среднем составляла 6 часов перед проведением общей анестезии. Во время проведения исследования регистрировались различные параметры дыхательного аппарата, сердечно-сосудистой системы, температуру тела, лактат и сатурацию артериальной крови. Первым признаком дыхательной недостаточности любого генеза, кроме случаев повреждения дыхательного центра, является частота дыхательных движений и характер дыхательных движений. Именно поэтому проводился контроль за количеством дыхательных движений, сатурацией артериальной крови, лактат до и после терапии газом «Ароксен-вет» (Aroxxen®-vet), также исследовались показатели сердечно-сосудистой системы (ЧСС, артериальное давление).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Для определения общего состояния подопытных животных в состоянии гипоксии проводили исследование основных показателей, которые позволяли судить о состоянии организма животного на момент исследования. Результаты исследования приведены в таблице 2.

При анализе полученных данных обращает на себя внимание стабилизация функционального состояния животных и отсутствие дальнейшего прогрессирования патологического процесса.

ЧДД в 20 случаях (67%) снизилась, в 2 случаях - не изменилась, в 8 случаях наблюдалось повышение ЧДД. Несмотря на это, наблюдается



Рисунок 1. Камера газовая экспериментальная лабораторная (КГЭЛ-1).
Figure 1. Experimental laboratory gas chamber (KGEL-1).

Таблица 1. Состав газовой смеси «Арокксен-вет» (Aroxxen®-vet).
Table 1. Composition of the gas mixture "Aroxxen-vet" (Aroxxen®-vet).

№	Наименование компонента смеси	Процентное содержание компонента, примеси (объемная доля), %
1	Аргон (Ar)	33 ± 2
2	Кислород (O ₂)	38 ± 2
3	Ксенон (Xe)	0,2 ± 0,1
4	Азот (N ₂)	остальное
5	Примеси суммарно, ФС (Σ _{пр})	< 0,05

Таблица 2. Оцениваемые показатели функционального состояния животных (n=30) до и после получения «Арокксен-вет» (Aroxxen®-vet), Me (Q25; Q75).

Table 2. Evaluated indices of the functional state of animals (n=30) before and after receiving Aroxxen®-vet, Me (Q25; Q75).

	До	После	Уровень значимости различий (критерий Вилкоксона)
ЧДД, н/мин	29 (25; 39)	28 (20; 38)	p=0,073
ЧСС, н/мин	148 (133; 167)	152 (135; 160)	p=0,819
САД, мм.рт.ст.	138 (124; 156)	144,5(134;159)	p=0,217
ДАД, мм.рт.ст.	88 (72; 98)	91 (78; 97)	p=0,673
t, C°	37,4 (36,7; 38,6)	38,1(37,5;38,4)	p=0,3
lac, ммоль/л	2,75 (2,03; 3,1)	2,2 (1,69; 2,5)*	p=0,003
SpO₂, %	98 (83; 99)	98 (90; 99)	p=0,102

статистически достоверная тенденция к снижению частоты дыхательных движений.

Как следует из полученных результатов, в 27 из 30 случаев наблюдения (90%) было отмечено снижение концентрации лактата в сыворотке крови в результате проведенного лечения.

Измерение ректальной температуры тела свидетельствует о том, то у 83,3 % от общего числа случаев температура тела имела тенденцию к увеличению.

При анализе других показателей кислородтранспортной системы организма животных (САД, ДАД, ЧСС, SpO₂) достоверных изменений зарегистрировать не удалось. По нашему мнению, данный факт можно расценивать как проявление относительной стабилизации состояния животных, несмотря на их тяжелое общее состояние: около 40% животных (12 из 30 особей) имели сатурацию артериальной крови ниже 70%.

После изъятия животных из экспериментальной установки отмечалось улучшение общего состояния животных. В дальнейшем животным проводилось хирургическое лечение согласно первоначальному диагнозу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании полученных данными, можно

сделать вывод, что несмотря на тяжелое состояние и развивающийся на этом фоне ацидоз функциональное состояние животных имело тенденцию к стабилизации и замедлению прогрессирования состояния, что подтверждалось отсутствием негативной динамики в показателях кислородтранспортной системы организма: САД, ДАД, ЧСС. При этом анализ данных об уровне лактата и частоты дыхательных движений, а также сатурации артериальной крови может свидетельствовать о более эффективном использовании кислорода клетками при дыхании.

Таким образом применение газовой смеси «Арокксен-вет» (Aroxxen®-vet) в течение 6 часов у животных в состоянии гипоксии положительно сказывается на состоянии организма в предоперационный период, что позволяет снизить анестезиологические риски в операционный и послеоперационный периоды.

Использование данного лекарственного препарата являются перспективным, однако необходимо провести более точечные исследования с фокусом на респираторную поддержку при тяжелых (терминальных) стадиях заболевания в однородной выборке животных.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ананьев В.Н. Влияние инертных газов на поглощение кислорода в замкнутом пространстве при нормобарии. Материалы IX Всеарм. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Баротерапия в комплексном лечении раненых, больных и пораженных». СПб.; 2015: с 80.
2. Довгуша В.В., Ачкасов Е.Е., Довгуша Л.В., Рощин И.Н. Биомедицинские свойства ксенона и других неполярных газов. Морской медицинский журнал. 2016;2-3:16-25.
3. Нечаев А.Ю. К возможности коррекции нарушений дыхания у животных при использовании общих анестетиков и седативных препаратов. Материалы 54-й научной конференции молодых ученых и студентов: СПбГАВМ. СПб; 2000:65–66.
4. Бетшарт-Вольфенсбергер Р., Стекольников А.А., Племяшов К.В., Нечаев А.Ю. Общая анестезия и эвтаназия в ветеринарии: учеб. Пособие. СПб.: Проспект науки; 2017:376 с.
5. Отчёт о НИР «Изучение токсических свойств, местнораздражающего действия и фармакологической безопасности искусственной газовой смеси ИГС №1 (O₂+Ar+Xe) на хорьках при многократном применении с периодом отсроченного наблюдения», УДК 615.076.9: 615.458, код исследования:2.58/20, АО «НПО «Дом Фармации».
6. Отчёт о НИР «Исследование протективной эффективности нормобарической дыхательной смеси газов с повышенным содержанием инертных газов на модели ишемического инсульта у кроликов», на базе ФГБУ «НИИ гриппа им. А.А. Смородинцева» Минздрава России, уч. № НИР-ЛХТ-СА-009/2021.
7. Отчёт о НИР «Оценка лечебной эффективности искусственных газовых смесей ИГС №1 (O₂+Ar+Xe) и ИГС №2к (O₂+N₂) на модели ишемического повреждения головного мозга у крыс», УДК 615.076.9: 615.458, код исследования: 4.28/20, АО «НПО «Дом Фармации».
8. Павлов Б.Н., Солдатов П.Э., Дьяченко А.И. Выживаемость лабораторных животных в аргонсодержащих гипоксических средах. Авиационная и экологическая медицина. 1998;32(4):33-37.
9. Павлов Б.Н., Солдатов П.Э., Дьяченко А.И. Выживаемость лабораторных животных в аргонсодержащих гипоксических средах. Авиационная и экологическая медицина. 1998;32(4):33-37.
10. Shelby A.M., McKune C.M. Small animal anesthesia techniques. Wiley Blackwell;2022:435 p.

REFERENCES

1. Ananyev V.N. Effect of inert gases on oxygen absorption in a confined space under normobaric conditions. Proc. of the IX All-Arm. scientific-practical. conf. with international participation "Barotherapy in the complex treatment of the wounded, sick, and affected". SPb.; 2015: p. 80. (in Russ)
2. Dovgusha V.V., Achkasov E.E., Dovgusha L.V., Roshchin I.N. Biomedical properties of xenon and other non-polar gases. Marine Medical Journal. 2016; 2-3: 16-25. (in Russ)
3. Nechaev A.Yu. On the possibility of correcting respiratory disorders in animals using general anesthetics and sedatives. Proc. of the 54th scientific conference of young scientists and students: SPbGAVM. SPb; 2000: 65–66. (in Russ)
4. Betschart-Wolfensberger R., Stekolnikov A.A., Plemyashov K.V., Nechaev A.Yu. General anesthesia and euthanasia in veterinary medicine: textbook. Manual. SPb.: Prospect nauki; 2017:376 p. (in Russ)
5. Report on the research work "Study of the toxic properties, local irritant effect and pharmacological safety of the artificial gas mixture IGS No. 1 (O₂ + Ar + Xe) on ferrets with repeated use with a delayed observation period", UDC 615.076.9: 615.458, study code: 2.58/20, JSC NPO Dom Pharmatsii. (in Russ)
6. Report on the research work "Study of the protective efficacy of a normobaric breathing gas mixture with an increased content of inert gases in a model of ischemic stroke in rabbits", based on the Federal State Budgetary Institution "Research Institute of Influenza named after A.A. Smorodintsev Research Institute of the Ministry of Health of the Russian Federation, study no. NIR-LHT-SA-009/2021. (in Russ)
7. Report on the research work "Evaluation of the therapeutic efficacy of artificial gas mixtures IGS No. 1 (O₂ + Ar + Xe) and IGS No. 2k (O₂ + N₂) in a model of ischemic brain injury in rats", UDC 615.076.9: 615.458, study code: 4.28/20, JSC NPO Dom Pharmatsii. (in Russ)
8. Pavlov B.N., Soldatov P.E., Dyachenko A.I. Survival of laboratory animals in argon-containing hypoxic environments. Aviation and environmental medicine. 1998; 32(4):33-37. (in Russ)
9. Pavlov B.N., Soldatov P.E., Dyachenko A.I. Survival of laboratory animals in argon-containing hypoxic environments. Aviation and Environmental Medicine. 1998; 32(4):33–37. (in Russ)
10. Shelby A.M., McCune C.M. Small animal anesthesia techniques. Wiley Blackwell; 2022:435 p. (in Russ)

Поступила в редакцию / Received: 15.09.2025

Поступила после рецензирования / Revised: 29.09.2025

Принята к публикации / Accepted: 30.09.2025