

## **ОЗОНОТЕРАПИЯ В ВЕТЕРИНАРИИ** **Ozone therapy in veterinary medicine.**

**М. Т. Бисерова**, аспирант 1 курса  
Уральский государственный аграрный университет  
(Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42)

*Научный руководитель:* О. Г. Петрова, доктор ветеринарных наук, профессор

*Рецензент:* А. А. Баранова, кандидат биологических наук, доцент

### **Аннотация**

Озон – это реактивная молекула, которая при контакте с биологическими веществами, обладает свойством связываться на уровне двойных и тройных связей. Благодаря своей реактивности и нестабильности, он может инактивировать микроорганизмы, стимулировать кислородный обмен на уровне тканей, может быть эффективен при лечении мышечных и кожных поражений, может оказывать противовоспалительное действие за счет окисления некоторых провоспалительных цитокинов, оказывать анальгетическую эффективность за счет окисления некоторых медиаторов боли и регенеративные свойства за счет высвобождения специфических факторов роста на уровне тромбоцитов.

**Ключевые слова:** озон, ветеринария, регенерация, микроорганизмы.

### **Summary**

Ozone is a reactive molecule that, upon contact with biological inclusions, has the properties to bind at the level of double and triple bonds. Due to its reactivity and sensitivity, it can inactivate microorganisms, stimulate oxygen metabolism at the tissue level, can be effective in reversing muscle and skin damage, can induce anti-inflammatory effects due to the oxidation of certain pro-inflammatory cytokines, analgesic effectiveness due to the oxidation of certain pain mediators and regenerative properties due to the release of specific growth factors at the level of platelets.

**Keywords:** ozone, veterinary medicine, regeneration, microorganisms.

Лечение озоном – это метод терапии, заключающийся в смешивании чистого кислорода и озона в определенных соотношениях (0,05-5% O<sub>3</sub>; 95-99,95% O<sub>2</sub>) и введение этой комбинации пациенту различными путями. Озон оказывает окисляющее действие на организм и активирует антиоксидантные ферментные системы. Он реализует высвобождение цитокинов, таких как интерфероны и интерлейкинов лейкоцитами и стимулирует иммунную систему. Утверждается, что после применения озона в организме происходит 12 различных эффектов. Основные из них: активация клеточного метаболизма, стимуляция метаболизма эритроцитов, увеличение кислородной емкости гемоглобина и, следовательно, количества кислорода в тканях, повышение иммунной системы, укрепление и снижение уровня свободных радикалов.

В ветеринарной медицине озон успешно используется при синдроме боли в спине у лошадей, мышечных и кожных поражениях у всех видов животных. Озон обладает антибактериальным, противовоспалительным и стимулирующим действием, а также влияет на регенерацию тканей. Поражениях суставов, связок и сухожилий (путем инъекций отдельно или в комбинации с другими веществами), при дисковых грыжах у собак, в качестве анальгетика

(путем инсуффляции или инъекции в триггерные точки). В репродукции используется в виде интракавитарных инсуффляций или промываниях при маститах, метритах, эндометритах, задержке плаценты, вагинитах у мелких и крупных жвачных животных.

### ***Механизм действия озона***

Озон является мощным оксидантом, который способствует развитию окислительного стресса, но одновременно может ограничивать некоторые факторы, выделяемые воспалительными клетками, а также активировать эндогенную антиоксидантную систему. Озон может вызывать активацию лимфоцитов и моноцитов для высвобождения нескольких цитокинов, улучшать механизм регенерации тканей и стимулировать процесс грануляции и эпителизации [1].

Растворение зависит от тепла, давления и концентрации. В отличие от кислорода, озон очень быстро реагирует с биомолекулами в биологических жидкостях. Так, озон реагирует с полиненасыщенными жирными кислотами, антиоксидантами и сульфгидрильными тиоловыми соединениями, такими как цистеин. В зависимости от количества озона, углеводы и белки могут быть затронуты этими реакциями на разных уровнях.

Все эти соединения могут быть окислены озоном и ведут себя как доноры электронов. В результате образуются кислородные производные с реактивной структурой, такие как супероксид, перекись водорода и гипохлорит. Наиболее важной из этих реакций является окисление ненасыщенных жирных кислот. В этой реакции вместе с перекисью водорода выделяются два продукта окисления липидов.

Сообщалось, что перекись водорода действует как вторичный посредник, ответственный за многие терапевтические действия озона. Одним из наиболее важных эффектов такого поведения является повышение уровня 2,3-дифосфоглицерата в эритроцитах, что позволяет кривой диссоциации гемоглобина на кислород сдвинуться вправо, способствуя более быстрому и легкому переносу кислорода к тканям [8]. Повышение концентрации перекиси водорода в плазме легко обнаруживается при исследовании диффузных лейкоцитов и эндотелиальных клеток в различных структурах с помощью интерферона, интерлейкина и трансформирующих эффектов, а также пусковых стимулов, увеличивающих фактор роста [2,3]. Период полураспада продуктов окисления липидов может продолжаться в течение долгих часов, поэтому эффекты производных реактивного кислорода, которые имеют очень короткий период жизни при окислении, рассматриваются как отсроченный эффект озона. Из-за длительного периода полураспада продукты окисления липидов могут проявлять различные биологические эффекты во многих тканях [5,6]. Хотя воздействие медицинского озона приводит к повышению функции тромбоцитов дозозависимым образом, он увеличивает высвобождение факторов роста в их структурах, активируя пассивные тромбоциты, и таким образом может положительно влиять на восстановление у пациентов с ишемией и язвами [7].

Наличие свободных радикалов имеет большое значение для возникновения биологических эффектов озона. Свободные радикалы — это реактивные вещества, способствующие инициации разнообразных патологических процессов, которые могут реагировать на промежуточных этапах или возникать в конце патологических процессов. Эти свободные радикалы могут возникать в различных физиологических условиях в организмах, которые вызывают митохондрии и фагоцитоз во время аэробного дыхания. Озон действует через различные механизмы, включая активацию метаболизма эритроцитов и иммунных клеток, а также как дезинфицирующее средство, особенно против анаэробных бактерий [5,9]. Озон проникает через клеточную мембрану микроорганизмов и разрушает вирусы, проникая через белковую оболочку в ядро нуклеиновой кислоты, что приводит к повреждению вирусной нуклеиновой

кислоты. На сегодняшний день сотни исследований объясняют роль окислительного стресса в повреждении клеток, патологических эффектах и увеличении продолжительности заболеваний.

В целом медицинский озон используется для активации биологической функции без какого-либо вредного воздействия. Поэтому доза применяемого медицинского озона должна быть достаточной (не ниже порогового значения) для активации физиологических механизмов, но не должна быть достаточной для полного снижения внутриклеточных антиоксидантных систем и причинения вреда.

### *Использование озона в гуманитарной и ветеринарной медицине*

В области ветеринарии правильное и быстрое заживление ран имеет большое значение из-за условий ухода и естественного поведения животных. Замедленное заживление инфицированных ран или ран с инфицированной потерей тканей вызывает у пациентов системное поражение. В связи с этим для заживления инфицированных ран необходимо применять препараты, не наносящие вреда организму, обладающие сильным дезинфицирующим свойством. В этом контексте использование газа О<sub>3</sub>, одного из природных дезинфицирующих средств, можно считать инновационным подходом. Рана может закрыться спонтанно путем сокращения и эпителизации. В ранах с большой потерей тканей сокращение недостаточно, но, если грануляция хорошая и нет инфекции, рана может быть закрыта в более короткие сроки путем наложения швов.

В некоторых исследованиях, проведенных на пациентах, получавших озонотерапию, было обнаружено, что пациенты, получавшие озонотерапию, имели положительный эффект, и был сделан вывод, что аспектом, положительно влияющим на выздоровление пациентов, было увеличение оксигенации тканей.

Кроме того, было установлено, что озон не имеет сохраненной структуры и не может сильно проявить свой эффект, потому что он не может проникать при нанесении на кожу [4]. Некоторые ученые пришли к выводу, что озонированное масло лучше всего проникает в кожу при озоновых аппликациях и оказывает более положительный эффект на пациентов, которым его применяют. В исследованиях, которые проводились, было установлено, что выздоровление наступало быстрее в случаях применения озонированного масла и озонированной воды.

В одном из исследований рассматривали раны на коже крыс. На эти раны наносили чистое оливковое масло и озонированное масло. Было установлено, что заживление происходило быстрее в тех случаях, когда применялось озонированное масло, а количество фактора роста фибробластов было выше на 7-й день. В сравнении с этими данными было определено, что среди групп, участвовавших в исследовании, озонированное масло ускоряло восстановление на 50%, а озонированная вода – на 40%.

Travagli et al. (2010) изучили эффективность применения озонного газа и озонированного масла при кожных заболеваниях и рассмотрели этапы выздоровления. В ходе исследования они сообщили, что проникновение озонированного масла на кожу лучше, а газ озона не оказывает значительного положительного эффекта на заживление в результате недостаточной проникающей способности. Было замечено, что использование озонированного масла оказывает положительный эффект на выздоровление у животных.

Khadre et al. (2001) оценили антимикробный эффект озона в ходе проведенного ими исследования. В результате этого исследования они пришли к выводу, что газ озон обладает очень сильным противомикробным действием, и его целесообразно использовать в продуктах питания, поскольку он не оставляет после себя никаких следов. В этом исследовании бы-

ло отмечено, что инфекция регрессировала в более короткие сроки по сравнению с другими группами и была взята под контроль, особенно в случаях, когда озонированное масло и озонированная вода наносились на раны кожи с инфицированной потерей ткани.

Vocci et al. (2005) также исследовали метод аутогемотерапии, который они проводили у пациентов с опухолевыми тканями, что подтверждает положительное влияние озона на оксигенацию тканей.

Zamora et al. (2007) в своем исследовании также разделили 192 крысы-самца Вистар с экспериментальным септическим шоком на 16 групп по 12 животных. В результате проведенного исследования оказалось, что использование озона само по себе не оказывает никакого влияния на выздоровление. Однако они отметили, что при использовании озона в качестве дополнительного лечения он положительно влияет на выздоровление.

В исследовании Shinuzka et al. (2008) было установлено, что бактерии, подвергшиеся воздействию озонного газа, значительно сократили выделение токсинов и, таким образом, минимизировали создаваемый им вредный эффект. В этом исследовании было отмечено, что инфекция восстанавливалась быстрее, а регенерация тканей увеличилась в группах, получавших озон.

Kuroda et al. (2015) также исследовали влияние озонированной воды на опухолевые ткани. В результате этого исследования было установлено, что озонированная вода повышает оксигенацию тканей и положительно повлияло на выздоровление.

В результате известно, что озон используется в терапевтических целях очень разными методами. Особенно в области ветеринарной хирургии, литературные сведения о его использовании при кожных ранах с потерей тканей редки. Озонное масло, озонированная вода и техника озонных мешков, которые являются основными местными применениями озонотерапии в лечении кожных ран с потерей тканей, сравнивались с точки зрения их вклада в клиническое заживление. Полученные результаты исследований были сопоставлены с данными медицинской литературы в связи с нехваткой исследований в ветеринарной области. На основании полученных данных было установлено, что озонотерапия способствует заживлению ран. Однако среди этих групп исследований было определено, что наиболее эффективным методом было применение озонного масла, озонированной воды и метода озонных мешков, соответственно. Считается, что в клинических условиях озонное масло удобнее использовать вместе с перевязочным материалом.

Как кратко изложено выше, озон успешно используется при лечении многих заболеваний как в человеческой, так и в ветеринарной медицине, оказывая ряд биохимических эффектов на организм. В условиях нынешнего роста инфекций, устойчивых к антибиотикам, озонотерапия заслуживает большего внимания, поскольку она не вызывает резистентности и является чрезвычайно дешевой. Поскольку озонотерапия, как новый подход, связана с определенными проблемами, включая высокий уровень токсичности тканей в результате окисления и перекисного окисления липидов, приводящего к изменению проницаемости мембран, а также инактивации ферментов, ее следует тщательно оценить перед широким клиническим применением.

В области ветеринарии в нашей стране озонотерапия пока не нашла области применения. Считается, что такая ситуация связана с тем, что предмет недостаточно изучен. Цель данного обзора – поделиться с коллегами лечебными эффектами и простотой применения озона и представить его в качестве новой лечебной процедуры в ветеринарной практике нашей страны.

## Библиографический список

1. *Anderson D.* Wound management in small animal practiced // *In Pract.* 1996. № 18. S. 115-128.
2. *Beanes S. R.* Skin repair and scar formation: the-central role of TGF- $\beta$ / S.R.Beanes // *Expert. Rev. Mol. Med.* 2003. № 5 (21). S. 1-11.
3. *Bette M.* Efficiency of tazobactam/piperacilin in lethal peritonitis is enhanced after preconditioning of rats with O<sub>3</sub>/O<sub>2</sub>- pneumoperitoneum // *Shock.* 2006. № 25. S. 23-29.
4. *Bocci V.* Biological and clinical effects of ozone: has ozone therapy a future in medicine // *British Journal of Biomedical Science.* 2006. № 56. S. 270-279.
5. *Bocci V.* Scientific and medical aspects of ozone therapy. State of the art // *Archives of Medical Research.* 2006. №3 37. S. 425-435.
6. *Bocci V.* Restorationnof normoxia by ozone therapy may control neoplastic growth: a review and a working hypotesi // *The Journal of Alternative and Complementary Medicine.* № 11 (2). S. 257-265.
7. *Криволуцкая Н. П.* Применение озонотерапии в гнойной хирургии // Тезисы докладов 3 Всероссийской научно-практической конференции «Озон в биологии и медицине». Нижний Новгород, 1998. С. 76-77.
8. *Чернеховская Н. Е.* Интратрахеальная лимфотропная озонотерапия при эрозивно-язвенном трахеите // *Вестник хирургии имени И. И. Грекова.* 2001. № 160 (1). С. 86-88.
9. *Щербатюк Т. Г.* Озонотерапия при некоторых злокачественных новообразованиях у собак // *Ветеринария.* 1998. № 7. С. 58-59.
10. *Travagli V.* Ozone and ozonated oils in skin diseases: a revie // *Mediators of inflammation.* 2010.
11. *Zamora Z. B* Ozone therapy on rats submitted to subtotal nephrectomy: role of antioxidant system // *Mediators of inflammation.* 2005. № 4. S. 221-227.