



DOI 10.22363/2312-797X-2025-20-1-61-78

EDN HNEISW

УДК 619:616-001.4:636.1

Научная статья / Research article

Преимущества и недостатки метода локального отрицательного давления при лечении ран у лошадей

А.А. Скворцова¹  , Е.А. Павловская¹ , В.Н. Оболенский^{2,3} ¹Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии —

МВА им. К.И. Скрябина, г. Москва, Российская Федерация

²Филиал № 1 ГБУЗ ГКБ им. В.П. Демихова, г. Москва, Российская Федерация³Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова

Минздрава России, г. Москва, Российская Федерация

 anastasiaeqvet@gmail.com

Аннотация. Подробно описана подготовка раневой поверхности к применению метода локального отрицательного давления (ЛОД). Представлены особенности крепления повязки в зависимости от анатомической локализации раны. Приведены сроки заживления ран в экспериментальной и контрольной (с применением антисептических и антибактериальных препаратов) группах, а также результаты цитоморфологических и бактериальных исследований. Выявлена наиболее благоприятная фаза раневого процесса для применения метода ЛОД. Наблюдалось ускорение формирования грануляционной ткани и эпителизации раневой поверхности. Средняя скорость заживления ран при использовании ЛОД была на 30...40 % выше по сравнению с лечением антисептическими и антибактериальными препаратами. Выявлены преимущества и недостатки в применении ЛОД в клинической практике.

Ключевые слова: вакуум-терапия, раневой процесс, заживление ран, послеоперационные раны, осложненные раны, экссудат, грануляция, повязка.

Вклад авторов: Все авторы внесли равнозначный вклад в разработку концепции исследования, сбор и анализ данных, написание и редактирование текста статьи.

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 6 декабря 2024 г., принята к публикации 11 января 2025 г.

Для цитирования: Скворцова А.А., Павловская Е.А., Оболенский В.Н. Преимущества и недостатки метода локального отрицательного давления при лечении ран у лошадей // Вестник Российского универси-

© Скворцова А.А., Павловская Е.А., Оболенский В.Н., 2025

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

тета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2025. Т. 20. № 1. С. 61—78. doi: 10.22363/2312-797X-2025-20-1-61-78 EDN HNEISW

Advantages and disadvantages of negative pressure wound therapy in equine wound treatment

Anastasiya A. Skvortsova¹  , Ekaterina A. Pavlovskaya¹ ,
Vladimir N. Obolenskiy^{2,3} 

¹Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA named after
K.I. Skryabin, Moscow, Russian Federation

²City Clinical Hospital named after V.P. Demihov, Moscow, Russian Federation

³Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation
 anastasiaeqvet@gmail.com

Abstract. The method of wound surface preparation for application of local negative pressure (LNP) is described in detail. The features of dressing attachment depending on the anatomical localization of the wound are presented. The duration of wound healing in the experimental and control (with application of antiseptic and antibacterial preparations) groups, as well as the results of cytomorphological and bacterial studies are given. The most favorable phase of the wound process for application of the LNP method is revealed. Acceleration of granulation tissue formation and epithelialization of the wound surface is observed. The average rate of wound healing with LNP was 30...40% higher compared to treatment with antiseptic and antibacterial preparations. The advantages and disadvantages of LNP application in clinical practice are revealed.

Keywords: vacuum therapy, local negative pressure, wound process, horses, wound healing, postoperative wounds, chronic wounds

Authors' contribution. All authors made an equal contribution to the development of the study concept, data collection and analysis, writing and editing the text of the article.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Article history: received 6 December 2024; accepted 11 January 2025.

For citation: Skvortsova AA, Pavlovskaya EA, Obolensky VN. Advantages and disadvantages of negative pressure wound therapy in equine wound treatment. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2025;20(1): 00—00. (In Russ.). doi: 10.22363/2312-797X-2025-20-1-000-000 EDN HNEISW

Введение

Лечение ран у лошадей остается одной из ключевых задач ветеринарной медицины, особенно в случаях сложных повреждений, сопровождающихся инфекцией и замедленной регенерацией [1–4].

Традиционные методы, такие как использование антисептиков и перевязочных материалов, часто не обеспечивают необходимой скорости и качества заживления,

особенно в случаях, осложненных инфекцией или при длительно незаживающих ранах [2–5].

Применение физико-химических методов воздействия на раневую поверхность характеризуется обширной исторической ретроспективой, предшествующей развитию антибактериальной терапии. Традиционный терапевтический арсенал включал методы термического воздействия, фототерапии и криоаппликации. В современной хирургической практике лечения гнойно-некротических процессов активно применяются высокотехнологичные физические методы, такие как лазерная терапия, ультразвуковое воздействие, криохирургические методики, гидрохирургический дебридмент и вакуум-терапия [2–4, 6–13]. В связи с этим в последние годы активно развиваются новые технологии и материалы, направленные на оптимизацию регенерации тканей и сокращение времени заживления, а также профилактику вероятных осложнений.

Одним из таких инновационных методов является терапия локальным отрицательным давлением (ЛОД, *negative pressure wound therapy*, NPWT) [6–19]. Этот метод основан на создании контролируемого отрицательного давления в области раны, что способствует удалению экссудата, уменьшению отека и стимуляции кровообращения. Механизм действия ЛОД заключается в улучшении микроциркуляции и активации клеточных процессов, способствующих ускоренному заживлению и снижению риска инфекционных осложнений.

Улучшение микроциркуляции и активация клеточных процессов инициирует ряд сложных биохимических реакций:

1) *регуляцию интерстициального гидростатического давления*. ЛОД способствует снижению интерстициального давления, что приводит к уменьшению отека путем усиления лимфодренажа и активизации процессов в сосудах микроциркуляторного русла. Этот эффект улучшает перфузию тканей, обеспечивая более оперативную доставку кислорода и нутриентов к зоне повреждения;

2) *удаление избыточного экссудата*. Отрицательное давление обеспечивает активное удаление раневого экссудата, содержащего продукты клеточного распада, матриксные металлопротеиназы и провоспалительные цитокины. Это способствует снижению воспалительной реакции и создает оптимальные условия для пролиферации и миграции фибробластов. Вследствие этих процессов снижается вероятность возникновения посттравматических осложнений, таких как серома;

3) *поддержание оптимального уровня влажности*. Герметизация раневой поверхности обеспечивает сохранение влажной среды, критически важной для эффективной эпителизации. Влажная среда способствует активации факторов роста, таких как эпидермальный фактор роста (EGF) и фактор роста фибробластов (FGF), стимулирующих пролиферацию и миграцию кератиноцитов;

4) *стимуляцию ангиогенеза и неоваскуляризации*. ЛОД индуцирует экспрессию проангиогенных факторов, включая фактор роста эндотелия сосудов (VEGF) и ангиопоэтин-2. Это приводит к формированию новых капилляров и улучшению микроциркуляции в зоне повреждения, что особенно важно для обеспечения адек-

ватного снабжения кислородом и питательными веществами регенерирующих тканей;

5) *снижение бактериальной контаминации*. Активное удаление экссудата и улучшение микроциркуляции способствуют снижению бактериальной контаминации за счет своевременного удаления продуктов распада, некротизированных тканей и инородных частиц. Кроме того, ЛОД может стимулировать продукцию антимикробных пептидов, таких как дефензины и кателицидины, усиливая местный иммунный ответ;

6) *механотрансдукцию и ремоделирование внеклеточного матрикса*. Отрицательное давление создает механическое напряжение в тканях, которое через интегрин-опосредованные сигнальные пути стимулирует пролиферацию и дифференцировку фибробластов. Это приводит к усилению синтеза коллагена и других компонентов внеклеточного матрикса, способствуя формированию более прочной и функциональной соединительной ткани.

Зарубежные исследования подтверждают перспективность метода локального отрицательного давления в лечении ран у лошадей, особенно при сложных и инфицированных повреждениях (табл. 1). Отмечается ускорение заживления, снижение бактериальной обсемененности и улучшение качества грануляционной ткани. Однако в публикациях подчеркивается необходимость дальнейших исследований для стандартизации протоколов и оптимизации применения метода в зависимости от анатомических особенностей и типа раны.

Таблица 1

**Литература с указанием продолжительности и частоты смены повязок
во время лечения методом ЛОД**

Источник	Продолжительность лечения	Частота смены повязок
Gemeinhardt K.D. and Molnar J.A. [15]	29 дней	Каждые 3–4 дня
Rijkenhuizen et al. [19]	1-й случай: 19 дней 2-й случай: 18 дней	1-й случай: на 8-, 11- и 14-й дни после операции 2-й случай: через 11 дней
Jordana M. et al. [17]	5 дней	Не меняли повязку
Van Hecke L. et al. [13]	24 часа	Через 6, 12, 18, 24 часа после начала эксперимента ex vivo
Gaus, M. et al. [14]	6 дней	Не меняли повязку
Florczyk A., Rosser J. [10]	14 дней	Каждые 3–4 дня
Rettig M.J., Lischer C.J. [12]	12 дней	Каждые 2 дня
Elce Y. et al. [9]	От 11 до 22 дней	Каждые 3–4 дня
Kamus L. et al. [11]	Экспериментальная рана – 7 дней	Экспериментальное исследование: до 3-4 раз в день из-за нарушения поддержания вакуума
Haspeslagh M. et al. [16]	6 дней – инфицированные раны 9 дней – неинфицированные раны	Данные не представлены
Launois T. et al. [18]	2–36 дней (в среднем 11 дней)	1–7 дней (в среднем 4 дня)
Askey T. et al. [8]	От 4 до 70 дней (в среднем 19 дней)	Каждые 7 дней

Источник: выполнено А.А. Скворцовой, Е.А. Павловской, В.Н. Оболенским.

Table 1

**List of references indicating the duration and frequency
of dressing changes during treatment with the LNP method**

Reference	Duration of treatment	Frequency of dressing changes
Gemeinhardt K.D. and Molnar J.A. [15]	29 days	Every 3–4 days
Rijkenhuizen et al. [19]	Case 1: 19 days Case 2: 18 days	Case 1: on days 8, 11, and 14 after surgery Case 2: after 11 days
Jordana M. et al. [17]	5 days	No dressing change
Van Hecke L. et al. [13]	24 hours	After 6, 12, 18, 24 hours after the start of the ex vivo experiment
Gaus, M. et al. [14]	6 days	No dressing change
Florczyk A., Rosser J. [10]	14 days	Every 3–4 days
Rettig M.J., Lischer C.J. [12]	12 days	Every 2 days
Elce Y. et al. [9]	11 to 22 days	Every 3–4 days
Kamus L. et al. [11]	Experimental wound – 7 days	Experimental study: up to 3-4 times a day due to failure to maintain vacuum
Haspeslagh M. et al. [16]	6 days – infected wounds 9 days – non-infected wounds	Data not presented
Launois T. et al. [18]	2–36 days (average 11 days)	1–7 days (average 4 days)
Askey T. et al. [8]	4 to 70 days (average 19 days)	Every 7 days

Source: completed by A.A. Skvortsova, E.A. Pavlovskaya, V.N. Obolenskiy.

Таким образом, метод ЛОД представляет собой многофакторный подход к оптимизации процесса заживления ран, воздействуя на ключевые молекулярные и клеточные механизмы регенерации тканей. Применение данной технологии открывает новые перспективы в ветеринарной медицине, предлагая эффективные решения для лечения осложненных инфекцией.

Цель исследования — комплексный анализ эффективности, преимуществ и недостатков метода локального отрицательного давления при лечении ран различной этиологии у лошадей.

Материалы и методы исследования

Исследование провели на 4 лошадях различных пород и возрастов с ранами различной этиологии (травматические и послеоперационные), которые разделили на 2 группы (табл. 2):

1) контрольная группа: лечение лошадей с ранами традиционным способом, включавшим использование стандартных антисептических растворов (Хлоргексидин) и местной антибактериальной терапией (Тетрацилин и Сульфеприм);

2) экспериментальная группа: лечение осложненных ран методом локального отрицательного давления (ЛОД-терапия) с применением специально разработанной повязки для создания контролируемого отрицательного давления в области раневой поверхности, предварительно обработанной раствором Бетадина.

Таблица 2

Характеристика ран по локализации и этиологии

Лошадь	Локализация	Этиология
Экспериментальная группа		
1	В области живота	Осложненная инфекцией послеоперационная рана
2	Область предплечья	Рваная травматическая рана
Контрольная группа		
1	В области живота	Осложненная инфекцией послеоперационная рана
2	Вентральная стенка грудной области	Рваная травматическая рана

Источник: выполнено А.А. Скворцовой, Е.А. Павловской, В.Н. Оболенским.

Table 2

Characteristics of wounds by location and etiology

Horse	Localization	Etiology
Experimental group		
1	In the abdominal area	Postoperative wound complicated by infection
2	Forearm area	Avulsive traumatic wound
Control group		
1	In the abdominal area	Postoperative wound complicated by infection
2	Ventral wall of the thoracic area	Avulsive traumatic wound

Source: completed by A.A. Skvortsova, E.A. Pavlovskaya, V.N. Obolenskiy.

В исследовании использовали комплексный методический подход, включающий: сбор анамнестических данных, клинический осмотр животного, исследование зоны патологического процесса, цитоморфологическое и бактериологическое исследования, которые проводились на 1-, 7-, 14- и 30-й дни.

Метод локального отрицательного давления применялся с использованием стандартных вакуумных систем, включающих губчатый материал, герметизирующую пленку и устройство для создания отрицательного давления. Уровень отрицательного давления варьировался от –80 до –125 мм рт. ст. в зависимости от локализации и характера раны.

В нашем исследовании была применена методика терапии ЛОД для лечения осложненных послеоперационных и травматических ран у лошадей. В качестве компонентов современной повязки для ЛОД мы использовали одноразовые стерильные расходные материалы (рис. 1):

1) *пенополиуретановая губка*: использовалась губка с размером пор от 400 до 2000 мкм. Выбор данного диапазона обусловлен оптимальным балансом между эффективным дренированием раневого экссудата и стимуляцией грануляционной ткани. Пористая структура губки способствует равномерному распределению отри-

цательного давления по всей поверхности раны, что улучшает микроциркуляцию и стимулирует ангиогенез;

2) *адгезивное пленочное покрытие Suprasorb (Германия) или Холмекс (Китай)*: данное покрытие применялось для создания герметичной среды вокруг раны. Оно обеспечивает барьер для внешних контаминантов и поддерживает влажную среду, необходимую для оптимального заживления. Выбор Suprasorb обусловлен его высокими адгезивными свойствами и газопроницаемостью;

3) *гибкая дренажная трубка*: использовалась трубка достаточной длины для эффективного отведения экссудата. Необходимую длину трубки определяли в зависимости от локализации раны и места фиксации вакуумного стабилизатора. Гибкость трубки минимизирует дискомфорт животного и снижает риск механического повреждения окружающих тканей;

4) *вакуумный аспиратор ВаСма (НПП МЕДИКА, Москва)*: данное устройство применялось для создания и поддержания субатмосферного давления в диапазоне от –50 до –125 мм рт. ст. Выбор конкретного уровня давления зависел от типа, размера раны и стадии заживления. С динамикой уменьшения площади поверхности раны субатмосферное давление необходимо снижать;

5) *контейнер для сбора экссудата*: использовался градуированный контейнер объемом 500...1000 мл, что позволяло точно оценивать количество и характер экссудата, важные показатели для мониторинга процесса заживления. Также при сборе экссудата в данный контейнер есть возможность параллельного осуществления отбора материала для цитологических и микробиологических исследований;

6) *бандаж или подвесной чехол*: применялся для надежной фиксации оборудования на лошади, обеспечивая стабильность системы, безопасность и комфорт животного во время лечения. В зависимости от локализации необходима разработка различных модификаций бандажей (рис. 2).



Рис. 1. Оборудование и расходные материалы для терапии ЛОД

Источник: выполнено А.А. Скворцовой, Е.А. Павловской, В.Н. Оболенским.

Fig. 1. Equipment and consumables for NPWT

Source: completed by A.A. Skvortsova, E.A. Pavlovskaya, V.N. Obolenskiy.

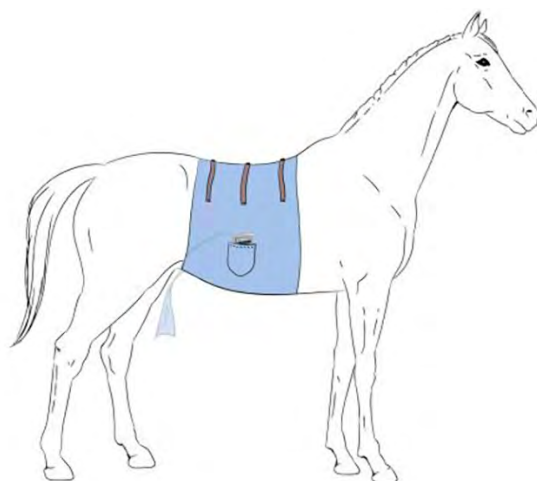


Рис. 2. Особенности бандажа для крепления устройства

Источник: выполнено А.А. Скворцовой, Е.А. Павловской, В.Н. Оболенским.

Fig. 2. Features of the bandage for attaching the device

Source: completed by A.A. Skvortsova, E.A. Pavlovskaya, V.N. Obolenskiy.

Методика применения

Подготовка раневой поверхности к применению метода ЛОД является ключевым этапом, определяющим эффективность последующего лечения. Первоначально проводится тщательная механическая санация раневой поверхности с удалением некротических тканей и инородных тел до появления капиллярного кровотечения. После достижения адекватного гемостаза осуществляется антисептическая обработка раны с использованием современных антисептических растворов, не оказывающих цитотоксического действия на ткани. Особое внимание уделяется подготовке околораневой области, которая включает удаление шерстного покрова и обработку кожи антисептическими растворами. Для улучшения адгезии герметизирующей пленки производится тщательное обезжиривание кожных покровов вокруг раны. Кожа вокруг раны выбривалась в радиусе 5...7 см для улучшения адгезии. Затем область обрабатывалась мыльным раствором (рН 5,5) и антисептиком Бетадин (10 % раствор повидон-йода). После высушивания на кожу наносилась паста Абуцел для выравнивания поверхности и улучшения адгезии пленочного покрытия (рис. 3). Пенополиуретановая губка вырезалась по форме раны с запасом 1–2 см и помещалась непосредственно на раневую поверхность (рис. 4). Затем рана герметично закрывалась адгезивным пленочным покрытием Suprasorb от центра к периферии, выходящим за края раны на 3...5 см. В пленке выполнялось отверстие диаметром 1–2 см для подключения дренажной трубки (рис. 5, 6).

Крепление вакуумной повязки в области живота и на конечностях у лошадей имеет существенные различия, обусловленные анатомическими и функциональными особенностями этих зон. Эти различия влияют на выбор материалов, технику фиксации и общую эффективность метода локального отрицательного давления.

В области живота основной сложностью является высокая подвижность брюшной стенки, связанная с дыхательными движениями и активностью животного. Брюшная стенка постоянно изменяет свою форму, что создает трудности для поддержания герметичности системы. Важно учитывать, что в области живота требуется более тщательная подготовка кожи, включая обезжиривание и удаление шерсти, чтобы обеспечить надежное сцепление пленки с кожей (рис. 3–5).



Рис. 3. Нанесение пасты вокруг раны

Источник: выполнено А.А. Скворцовой, Е.А. Павловской, В.Н. Оболенским.

Fig. 3. Applying paste around the wound

Source: completed by A.A. Skvortsova, E.A. Pavlovskaya, V.N. Obolenskiy.



Рис. 4. Крепление ППУ губки и адгезивного пленочного покрытия к ране

Источник: выполнено А.А. Скворцовой, Е.А. Павловской, В.Н. Оболенским.

Fig. 4. Attaching the urethane-foam sponge and adhesive film to the wound

Source: completed by A.A. Skvortsova, E.A. Pavlovskaya, V.N. Obolenskiy.

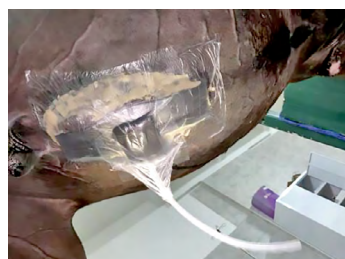


Рис. 5. Вид повязки для метода ЛОД

Источник: выполнено А.А. Скворцовой, Е.А. Павловской, В.Н. Оболенским.

Fig. 5. Type of dressing for the LNP method

Source: completed by A.A. Skvortsova, E.A. Pavlovskaya, V.N. Obolenskiy.

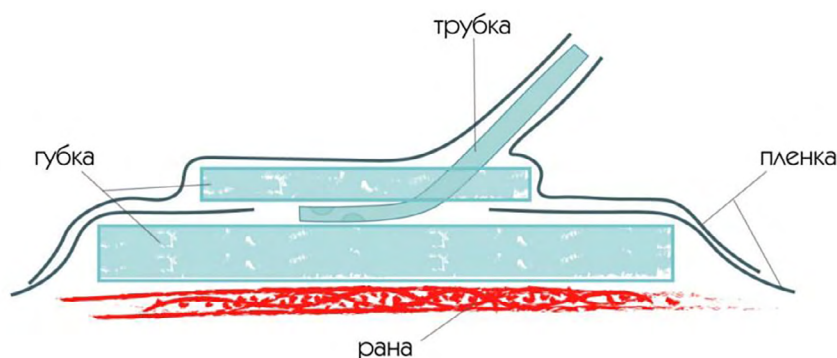


Рис. 6. Конфигурация повязки для метода ЛОД

Источник: выполнено А.А. Скворцовой, Е.А. Павловской, В.Н. Оболенским.

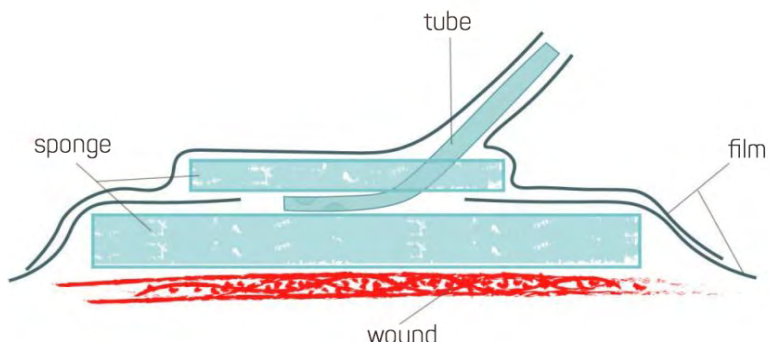


Fig. 6. Configuration of the dressing for the LNP method

Source: completed by A.A. Skvortsova, E.A. Pavlovskaya, V.N. Obolenskiy.

На конечностях сложная анатомическая структура, включающая суставы, сухожилия и костные выступы. Эти особенности создают неровности поверхности, которые могут препятствовать герметичному прилеганию повязки. Кроме того, конечности лошади подвержены значительным механическим нагрузкам и трению, что увеличивает риск смещения повязки (рис. 11).

Важным аспектом является правильный подбор уровня отрицательного давления, который обычно варьируется в пределах от -80 до -125 мм рт. ст., в зависимости от характера раны. Особое значение при проведении вакуум-терапии в области живота имеют контроль состояния повязки и мониторинг общего состояния животного. Необходимо регулярно оценивать целостность герметизирующей пленки, степень наполнения контейнера экссудатом. Периодичность смены повязки определяется индивидуально, основываясь на герметичности повязки, количестве экссудата и динамике раневого процесса. Длительность применения ЛОД определяется индивидуально, основываясь на динамике раневого процесса и общем состоянии животного. Обычно курс лечения составлял от 5 до 14 дней.

Результаты исследования и обсуждение

У исследуемых лошадей, в целях профилактики послеоперационных и посттравматических инфекционных осложнений, проводилась обработка кожных швов раствором хлоргексидина с последующим орошением тетрацицина в форме спрея. Кроме того, аппликационно был использован антибиотик сультеприм. Однако, данные меры не предотвратили возникновение осложнений. При осмотре было зафиксировано расхождение швов с последующим развитием инфекционного процесса. Раневая поверхность имела признаки воспаления: выраженная гиперемия окружающих тканей, отек, экссудация серозно-гнойного характера, и болезненность при пальпации. Отмечалось наличие некротических тканей в области швов. Края раны были неровные, не сопоставлены, а в глубине раневого канала определялся патологический секрет с неприятным запахом (табл. 3).

Таблица 3

Срок заживления ран в экспериментальной и контрольной группах

Экспериментальная группа				
Ло- шадь	Характеристика раны	Частота смены повязки, продолжительность применения	Параметры ЛОД	Срок заживле- ния
1	Гиперемия окружающих тканей, отек, наличие некротизированных участков ткани, экссудация серозно-гнойного характера, и болезненность при пальпации. Фаза воспаления	Повязки менялись еже- дневно, –125 мм.рт.ст. Продолжительность – 14 дней	–125 мм.рт.ст прерывистый	30 дней
2	Гиперемия окружающих тканей, отек, наличие некротизированных участков ткани, экссудация серозно-гнойного ха- рактера, и болезненность при пальпации. Фаза воспаления	Повязка менялась каж- дые 3 дня, –125 мм.рт.ст. Продолжительность – 14 дней	–125 мм.рт.ст прерывистый	70 дней
Контрольная группа				
1	Гиперемия окружающих тканей, отек, наличие некротизированных участков ткани, экссудация серозно-гнойного ха- рактера, и болезненность при пальпации. Фаза воспаления	Ежедневно	—	64 дня
2	Обширный некроз тканей, экссудация серозно-гнойного характера. Фаза воспаления	Ежедневно	—	80 дней

Источник: выполнено А.А. Скворцовой, Е.А. Павловской, В.Н. Оболенским.

Table 3

Wound healing time in the experimental and control groups

Experimental group				
Horse	Wound characteristics	Frequency of dressing change, duration of use	LNP parameters	Healing period
1	Hyperemia of surrounding tissues, edema, presence of necrotic tissue areas, serous-purulent exudation, and tenderness on palpation. Inflammatory phase	Dressings were changed daily, –125 mmHg. Duration – 14 days	–125 mmHg intermittent	30 days
2	Hyperemia of surrounding tissues, edema, presence of necrotic tissue areas, serous-purulent exudation, and tenderness on palpation. Inflammatory phase	Dressing was changed every 3 days, –125 mmHg. Duration – 14 days	–125 mmHg intermittent	70 days
Control group				
1	Hyperemia of surrounding tissues, edema, presence of necrotic tissue areas, serous-purulent exudation, and tenderness on palpation. Inflammatory phase	Daily	—	64 days
2	Extensive tissue necrosis, serous-purulent exudation. Inflammatory phase	Daily	—	80 days

Source: completed by A.A. Skvortsova, E.A. Pavlovskaya, V.N. Obolenskiy.

Результаты цитоморфологического и бактериологического исследований, которые проводились на 1, 7, 14 и 30 дни приведены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты лабораторных исследований					
Ло- шадь	Лаборатор- ные иссле- дования	1 день	7 день	14 день	30 день
Экспериментальная группа					
1	Цитология	Нейтрофильная и лимфоцитарная инфильтрация, обильная кокковая флора +++	Нейтрофильная и лимфоцитарная инфильтрация, умеренная кокковая флора ++	Нейтрофильная инфильтрация + кератиноциты ++	—
	Микробио- логия	Escherichia coli от 10 ⁴ КОЕ до 10 ⁶ КОЕ/тампон; Streptococcus spp. от 10 ² КОЕ до 10 ⁴ КОЕ/тампон, Staphylococcus spp. от 10 ⁴ КОЕ до 10 ⁶ КОЕ/тампон	Staphylococcus aureus от 10 ⁴ КОЕ до 10 ⁶ КОЕ/тампон;	Staphylococcus aureus от 10 ² КОЕ до 10 ⁴ КОЕ/тампон	—
2	Цитология	Нейтрофильная и лимфоцитарная инфильтрация, обильная кокковая флора +++	Нейтрофильная и лимфоцитарная инфильтрация, умеренная кокковая флора ++	Нейтрофильная инфильтрация + Кератиноциты +++	—
	Микробио- логия	Proteus mirabilis от 10 ⁴ КОЕ до 10 ⁶ КОЕ/тампон. Enterobacter aerogenes от 10 ² КОЕ до 10 ⁴ КОЕ/тампон. Staphylococcus epidermidis от 10 ² КОЕ до 10 ⁴ КОЕ/тампон.	Staphylococcus epidermidis от 10 ² КОЕ до 10 ⁴ КОЕ/тампон.	Staphylococcus epidermidis от 10 ² КОЕ до 10 ⁴ КОЕ/тампон.	—
Контрольная группа					
1	Цитология	Нейтрофильная и лимфоцитарная инфильтрация, обильная кокковая флора +++	Нейтрофильная и лимфоцитарная инфильтрация, обильная кокковая флора +++	Нейтрофильная и лимфоцитарная инфильтрация, умеренная кокковая флора ++	Нейтрофильная и лимфоцитар- ная инфильт- рация, умеренная кокковая флора +
	Микробио- логия	Staphylococcus aureus от 10 ⁴ КОЕ до 10 ⁶ КОЕ/тампон. Proteus mirabilis от 10 ² КОЕ до 10 ⁴ КОЕ/тампон. Escherichia coli от 10 ⁴ КОЕ до 10 ⁶ КОЕ/тампон.	Staphylococcus aureus от 10 ⁴ КОЕ до 10 ⁶ КОЕ/тампон. Escherichia coli от 10 ⁴ КОЕ до 10 ⁶ КОЕ/там- пон.	Staphylococcus aureus от 10 ⁴ КОЕ до 10 ⁶ КОЕ/тампон. Proteus mirabilis от 10 ² КОЕ до 10 ⁴ КОЕ/тампон. Escherichia coli от 10 ⁴ КОЕ до 10 ⁶ КОЕ/тампон.	Escherichia coli от 10 ⁴ КОЕ до 10 ⁶ КОЕ/тампон.

Окончание табл. 3

Ло- шадь	Лаборатор- ные иссле- дования	1 день	7 день	14 день	30 день
2	Цитология	Нейтрофильная и лимфоцитарная инфильтрация, обильная кокковая флора +++	Нейтрофильная и лимфоцитарная инфильтрация, обильная кокковая флора +++	Нейтрофильная и лимфоцитарная инфильтрация, умеренная кокковая флора ++	Нейтрофильная и лимфоцитар- ная инфильтра- ция, умеренная кокковая флора + Кератиноциты +
	Микробио- логия	Staphylococcus aureus от 10 ⁴ КОЕ до 10 ⁶ КОЕ/тампон, Proteus mirabilis от 10 ² КОЕ до 10 ⁴ КОЕ/там- пон, Enterobacter aerogenes от 10 ⁴ КОЕ до 10 ⁶ КОЕ/тампон.	Staphylococcus aureus от 10 ⁴ КОЕ до 10 ⁶ КОЕ/тампон, Proteus mirabilis от 10 ² КОЕ до 10 ⁴ КОЕ/тампон, Staphylococcus epidermidis от 10 ² КОЕ до 10 ⁴ КОЕ/тампон.	Staphylococcus aureus от 10 ⁴ КОЕ до 10 ⁶ КОЕ/тампон, Proteus mirabilis от 10 ² КОЕ до 10 ⁴ КОЕ/тампон	Staphylococcus aureus от 10 ⁴ КОЕ до 10 ⁶ КОЕ/тампон

Источник: выполнено А.А. Скворцовой, Е.А. Павловской, В.Н. Оболенским.

Table 4

Laboratory results

Horse	Laboratory research	1 day	7 day	14 day	30 day
Experimental group					
1	Cytology	Neutrophilic and lymphocytic infiltration, abundant coccal flora +++	Neutrophilic and lymphocytic infiltration, moderate coccal flora ++	Neutrophilic infiltration + Keratinocytes ++	—
	Microbiology	Escherichia coli from 10 ⁴ CFU to 10 ⁶ CFU/ swab; Strep-tococcus spp. from 10 ² CFU to 10 ⁴ CFU/swab, Staphylococcus spp. from 10 ⁴ CFU to 10 ⁶ CFU/swab	Staphylococcus aureus from 10 ⁴ CFU to 10 ⁶ CFU/swab;	Staphylococcus aureus from 10 ² CFU to 10 ⁴ CFU/swab	—
2	Cytology	Neutrophilic and lymphocytic infiltration, abundant coccal flora +++	Neutrophilic and lymphocytic infiltration, moderate coccal flora ++	Neutrophilic infiltration + Keratinocytes +++	—
	Microbiology	Proteus mirabilis from 10 ⁴ CFU to 10 ⁶ CFU/tampon. Enterobacter aerogenes from 10 ² CFU to 10 ⁴ CFU/tampon. Staphylococcus epidermidis from 10 ² CFU to 10 ⁴ CFU/tampon.	Staphylococcus epidermidis from 10 ² CFU to 10 ⁴ CFU/swab.	Staphylococcus epidermidis from 10 ² CFU to 10 ⁴ CFU/swab.	—
Control group					
1	Cytology	Neutrophilic and lymphocytic infiltration, abundant coccal flora +++	Neutrophilic and lymphocytic infiltration, abundant coccal flora +++	Neutrophilic and lymphocytic infiltration, moderate coccal flora ++	Neutrophilic and lymphocytic infiltration, moderate coccal flora +

End of tabl. 4

Horse	Laboratory research	1 day	7 day	14 day	30 day
1	Microbiology	Staphylococcus aureus from 10 ⁴ CFU to 10 ⁶ CFU/swab. Proteus mirabilis from 10 ² CFU to 10 ⁴ CFU/swab. Escherichia coli from 10 ⁴ CFU to 10 ⁶ CFU/swab.	Staphylococcus aureus from 10 ⁴ CFU to 10 ⁶ CFU/swab. Escherichia coli from 10 ⁴ CFU to 10 ⁶ CFU/swab.	Staphylococcus aureus from 10 ⁴ CFU to 10 ⁶ CFU/swab. Proteus mirabilis from 10 ² CFU to 10 ⁴ CFU/swab. Escherichia coli from 10 ⁴ CFU to 10 ⁶ CFU/swab.	Escherichia coli from 10 ⁴ CFU to 10 ⁶ CFU/swab.
	Cytology	Neutrophilic and lymphocytic infiltration, abundant coccal flora +++	Neutrophilic and lymphocytic infiltration, abundant coccal flora +++	Neutrophilic and lymphocytic infiltration, moderate coccal flora ++	Neutrophilic and lymphocytic infiltration, moderate coccal flora + Keratinocytes +
2	Microbiology	Staphylococcus aureus from 10 ⁴ CFU to 10 ⁶ CFU/swab, Proteus mirabilis from 10 ² CFU to 10 ⁴ CFU/swab, Enterobacter aerogenes from 10 ⁴ CFU to 10 ⁶ CFU/swab.	Staphylococcus aureus from 10 ⁴ CFU to 10 ⁶ CFU/swab, Proteus mirabilis from 10 ² CFU to 10 ⁴ CFU/swab, Staphylococcus epidermidis from 10 ² CFU to 10 ⁴ CFU/swab.	Staphylococcus aureus from 10 ⁴ CFU to 10 ⁶ CFU/swab, Proteus mirabilis from 10 ² CFU to 10 ⁴ CFU/swab	Staphylococcus aureus from 10 ⁴ CFU to 10 ⁶ CFU/swab

Source: completed by A.A. Skvortsova, E.A. Pavlovskaya, V.N. Obolenskiy.

В ходе исследования были выявлены следующие сложности:

1. *Потеря герметичности*: адгезивное пленочное покрытие теряло свои клеящие свойства в течение первого часа после фиксации. Для решения этой проблемы была применена паста Абуцел, которая улучшала адгезию пленки к коже. Паста наносилась тонким слоем и распределялась равномерно по периметру раны, создавая гладкую поверхность для лучшего прилегания пленки.

2. *Различия в эффективности в зависимости от локализации*: на конечностях повязка сохраняла герметичность до 72 часов, в то время как на области живота — не более 24 часов. Это может быть связано с различиями в подвижности тканей и интенсивности экссудации в разных анатомических областях.

Применение метода ЛОД в лечении ран у лошадей показало перспективные результаты. Наблюдалось ускорение формирования грануляционной ткани и эпителизации раневой поверхности (рис. 7–12). Средняя скорость заживления ран при использовании ЛОД была на 30...40 % выше по сравнению с лечением с применением антисептических и антибактериальных препаратов (рис. 13–15).

Однако исследование выявило ряд технических проблем, требующих дальнейшего изучения и оптимизации:

1. *Длительность герметизации*: необходимость ежедневной перевязки, особенно в области живота, снижает эффективность терапии и увеличивает стресс для животного. Требуется разработка более стойких адгезивных материалов или альтернативных методов фиксации, которые позволят увеличить срок между перевязками.

2. *Особенности топографии*: различия в эффективности метода в зависимости от локализации раны и морфофункциональных особенностей затронутых тканей указывают на необходимость разработки специфических протоколов применения ЛОД для разных областей тела лошади.

3. *Оптимизация параметров терапии*: необходимо провести дополнительные исследования для разработки оптимальных уровней отрицательного давления и режимов его применения (постоянный или переменный) для различных типов ран у лошадей.



Рис. 7. До применения ЛОД
Источник: выполнено
А.А. Скворцовой,
Е.А. Павловской,
В.Н. Оболенским.

Fig. 7. Before using LNP
Source: compiled
by A.A. Skvortsova,
E.A. Pavlovskaya,
V.N. Obolenskiy.



Рис. 8. Через 14 дней после ЛОД
Источник: выполнено
А.А. Скворцовой,
Е.А. Павловской,
В.Н. Оболенским.

Fig. 8. 14 days after LNP
Source: compiled
by A.A. Skvortsova,
E.A. Pavlovskaya,
V.N. Obolenskiy.



Рис. 9. Через 30 дней после ЛОД
Источник: выполнено
А.А. Скворцовой,
Е.А. Павловской,
В.Н. Оболенским.

Fig. 9. 30 days after LNP
Source: compiled
by A.A. Skvortsova,
E.A. Pavlovskaya,
V.N. Obolenskiy.



Рис. 10. Рана на конечности
до применения ЛОД
Источник: выполнено
А.А. Скворцовой,
Е.А. Павловской,
В.Н. Оболенским.

Fig. 10. Wound on a limb
before applying LNP
Source: compiled
by A.A. Skvortsova,
E.A. Pavlovskaya,
V.N. Obolenskiy.



Рис. 11. Повязка для метода ЛОД
Источник: выполнено
А.А. Скворцовой, Е.А. Павлов-
ской, В.Н. Оболенским.

Fig. 11. Bandage for LNP
Source: compiled
by A.A. Skvortsova,
E.A. Pavlovskaya,
V.N. Obolenskiy.



Рис. 12. Состояние раны
через 14 дней после
применения ЛОД, сразу
после снятия повязки

Источник: выполнено
А.А. Скворцовой,
Е.А. Павловской,
В.Н. Оболенским.

Fig. 12. The condition of the
wound 14 days after the use
of LNP, immediately after
removing the dressing
Source: compiled
by A.A. Skvortsova,
E.A. Pavlovskaya,
V.N. Obolenskiy.



Рис. 13. Состояние раны и расхождение швов на 7 день

Источник: выполнено А.А. Скворцовой, Е.А. Павловской, В.Н. Оболенским.

Fig. 13. Condition of wounds and suture dehiscence on day 7

Source: compiled by A.A. Skvortsova, E.A. Pavlovskaya, V.N. Obolenskiy.



Рис. 14. Состояние раны на 14 день

Источник: выполнено А.А. Скворцовой, Е.А. Павловской, В.Н. Оболенским.

Fig. 14. Condition of the wound on day 14

Source: compiled by A.A. Skvortsova, E.A. Pavlovskaya, V.N. Obolenskiy.



Рис. 15. Состояние раны на 30 день

Источник: выполнено А.А. Скворцовой, Е.А. Павловской, В.Н. Оболенским.

Fig. 15. Condition of the wound on day 30

Source: compiled by A.A. Skvortsova, E.A. Pavlovskaya, V.N. Obolenskiy.

Заключение

Метод локального отрицательного давления вызывает значительный интерес в ветеринарной медицине, особенно в контексте лечения ран у лошадей. Однако, для его успешного внедрения в клиническую практику требуется дальнейшее изучение метода и адаптация крепления конструкции к конкретному участку тела. Необходимо сосредоточиться на разработке более эффективных материалов для герметизации ран. Такие материалы должны учитывать анатомические и физиологические особенности различных областей тела лошадей, что позволит обеспечить более надежный и долговременный контакт конструкции с раневой поверхностью, что, в свою очередь, может способствовать ускорению процессов заживления и снижению риска инфекционных осложнений. Также требуется проведение исследований, направленных на определение оптимальных параметров терапии для различных типов ран. Это включает в себя изучение таких факторов, как продолжительность и интенсивность воздействия.

Важно отметить, что метод ЛОД наиболее целесообразно применять в первую фазу раневого процесса для удаления избыточного экссудата, снижения воспалительной реакции и стимуляции возникновения грануляции. Использование данного метода рекомендовано в условиях ветеринарных клиник, где имеется необходимое оборудование и возможность обеспечить надлежащий контроль за процессом лечения. Использование данного метода в условиях конюшни представляется менее возможным из-за сложности поддержания необходимого уровня стерильности, отсутствия специализированного оборудования и затрудненности регулярного мониторинга состояния раны. В клинических условиях

метод может продемонстрировать максимальную эффективность благодаря возможности строгого соблюдения протокола лечения и оперативного реагирования на возможные осложнения.

Применение ЛОД у лошадей с осложненными послеоперационными и пост-травматическими ранами способствует более быстрому купированию воспалительного процесса, стимуляции регенерации тканей и снижению риска развития гнойно-септических осложнений. Данные выводы подтверждены результатами цитологических и микробиологических исследований, что делает ЛОД перспективным методом лечения ран у лошадей в клинической практике.

Таким образом, дальнейшие исследования и разработки в этой области представляют собой важное направление для повышения уровня ветеринарной помощи, особенно в аспекте стационарного лечения лошадей в специализированных клиниках. Внедрение метода ЛОД в клиническую практику может значительно улучшить качество лечения ран у лошадей, обеспечивая более быстрые и надежные результаты при условии соблюдения всех необходимых требований к проведению терапии.

Список литературы / References

1. Skvortsova AA, Pavlovskaya EA, Pozyabin SV. Features of the healing of deep traumatic wounds in horses in moving areas of the body. *Veterinary, Animal Science and Biotechnology*. 2024;(1):60–69. (In Russ.). doi: 10.36871/vet.zoo.bio.202401007 EDN: JXQNBND
Скворцова А.А., Павловская Е.А., Позябин С.В. Особенности заживления глубоких травматических ран у лошадей в подвижных областях тела // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2024. № 1. С. 60—69. doi: 10.36871/vet.zoo.bio.202401007 EDN: JXQNBND
2. Eggleston RB. Wound management: wounds with special challenges. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 2018;34(3):511–538. doi: 10.1016/j.cveq.2018.07.003
3. Hanson RR. Complications of equine wound management and dermatologic surgery. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 2008;24(3):663–696. doi: 10.1016/j.cveq.2008.10.005
4. Maher M, Kuebelbeck L. Nonhealing wounds of the equine limb. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 2018;34(3):539–555. doi: 10.1016/j.cveq.2018.07.007
5. Leise BS. Topical wound medications. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 2018;34(3):485–498. doi: 10.1016/j.cveq.2018.07.006
6. Obolensky VN. Method of local negative pressure in the complex treatment of acute purulent-inflammatory diseases of soft tissues. *Medical Alphabet*. 2015;4(20):24–28. (In Russ.). EDN: WMQDBP
Оболеньский В.Н., Ермолов А.А., Родоман Г.В. Метод локального отрицательного давления в комплексном лечении острых гнойно-воспалительных заболеваний мягких тканей // Медицинский алфавит. 2015. Т. 4. № 20. С. 24–28. EDN: WMQDBP
7. Obolensky VN. Method of local negative pressure in the prevention and treatment of wound infections (literature review). *Medical Alphabet*. 2017;(5):49–52. (In Russ.).
Оболеньский В.Н., Ермолов А.А. Метод локального отрицательного давления в профилактике и лечении раневых инфекций (обзор литературы) // Медицинский алфавит. 2017. Т. 1. № 5 (302). С. 49–52.
8. Askey T, Major D, Arnold C. Negative pressure wound therapy for the management of surgical site infections with zoonotic, drug-resistant pathogens on the upper body of the horse. *Equine Veterinary Education*. 2023;35(8):e531–e536. doi: 10.1111/eve.13789
9. Elce YA, Ruzickova P, Almeida da Silveira E, Lavertyet S. Use of negative pressure wound therapy in three horses with open, infected olecranon bursitis. *Equine Veterinary Education*. 2020;32(1):12–17. doi: 10.1111/eve.12930
10. Florczyk A, Rosser J. Negative-pressure wound therapy as management of a chronic distal limb wound in the horse. *Journal of Equine Veterinary Science*. 2017;55:9–11. doi: 10.1016/j.jevs.2017.01.005
11. Kamus L, Rameau M, Theoret C. Feasibility of a disposable canister-free negative-pressure wound therapy (NPWT) device for treating open wounds in horses. *BMC Veterinary Research*. 2019;15(1):1–10. doi: 10.1186/S12917-019-1829-5

12. Rettig MJ, Lischer CJ. Treatment of chronic septic osteoarthritis of the antebrachioacral joint with a synovial-cutaneous fistula utilizing arthroscopic lavage combined with ultrasonic-assisted wound therapy and vacuum-assisted closure with a novel wound lavage system. *Equine Veterinary Education*. 2017;29(1):27–32. doi: 10.1111/eve.12390
13. Van Hecke LL, Haspelslagh M, Hermans K, Martens AM. Comparison of antibacterial effects among three foams used with negative pressure wound therapy in an ex vivo equine perfused wound model. *American journal of veterinary research*. 2016;77(12):1325–1331. doi: 10.2460/ajvr.77.12.1325
14. Gaus M, Rohn K, Roetting AK. Applicability and effect of a vacuum-assisted wound therapy after median laparotomy in horses. *Pferdeheilkunde — Equine Medicine*. 2017;33(6):9–17. doi: 10.21836/PEM20170604
15. Gemeinhardt KD, Molnar JA. Vacuum-assisted closure for management of a traumatic neck wound in a horse. *Equine Veterinary Education*. 2005;17(1):27–33. doi: 10.1111/j.2042-3292.2005.tb00331.x
16. Haspelslagh M, Van Hecke LL, Hermans K, Chiers K, Pint E, Wilmink JM, Martens AM. Limited added value of negative pressure wound therapy compared with calcium alginate dressings for second-intention healing in a noncontaminated and contaminated equine distal limb wound model. *Equine veterinary journal*. 2022;54(3):592–600. doi: 10.1111/evj.13487
17. Jordana M, Pint E, Martens A. The use of vacuum-assisted wound closure to enhance skin graft acceptance in a horse. *Vlaams Diergeneeskdt Tijdschr*. 2011;80(5):343–350. doi: 10.21825/vdt.87287
18. Launois T, Moor PL, Berthier A, Merlin N, Rieu F, Schlotterer C, Siegel A, Fruit G, Dugdale A, Vandeweerd JM. Use of negative pressure wound therapy in the treatment of limb wounds: a case series of 42 horses. *Journal of Equine Veterinary Science*. 2021;106:103725. doi: 10.1016/j.jevs.2021.103725
19. Rijkenhuizen ABM, van den Boom R, Landman M, Cornelissen BPM. Can vacuum-assisted wound management enhance graft acceptance? *Pferdeheilkunde*. 2005;21(5):413–419. doi: 10.21836/PEM20050503

Об авторах:

Скворцова Анастасия Алексеевна — ассистент кафедры ветеринарной хирургии, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина, Российская Федерация, 109472, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23; e-mail: anastasiaeqvet@gmail.com

ORCID: 0009-0001-8513-9946 SPIN-код: 6454-5819

Павловская Екатерина Андреевна — кандидат биологических наук, доцент кафедры ветеринарной хирургии, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина, Российская Федерация, 109472, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23; e-mail: vetgroomer@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-8768-5086 SPIN-код: 4663-2225

Оболенский Владимир Николаевич — кандидат медицинских наук, врач хирург и травматолог-ортопед, заведующий центром гнойной хирургии, филиал № 1 ГБУЗ ГКБ им. В.П. Демикова ДЗМ; 115280, Российская Федерация, г. Москва, ул. Велозаводская, д. 1/1; доцент кафедры общей хирургии л/ф, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова; Российская Федерация, 117997, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1; e-mail: gkb13@mail.ru

ORCID: 0000-0003-1276-5484 SPIN-код: 5843-2934

About authors:

Skvortsova Anastasia Alekseevna — assistant of the department of veterinary surgery, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA named after K.I. Skryabin, 23 Academician Skryabina st., Moscow, 109472, Russian Federation; e-mail: anastasiaeqvet@gmail.com

ORCID: 0009-0001-8513-9946 SPIN-code: 6454-5819

Pavlovskaya Ekaterina Andreevna — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary Surgery, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA named after K.I. Skryabin, 23 Academician Skryabina st., Moscow, 109472, Russian Federation; e-mail: vetgroomer@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-8768-5086 SPIN-code: 4663-2225

Obolensky Vladimir Nikolaevich — Candidate of Medical Sciences, surgeon and orthopedic traumatologist, head of the Center for Septic Surgery, City Clinical Hospital named after V.P. Demikhova Department No. 1, 1 Velozavodskaya st., bldg. 1, Moscow, 115280, Russian Federation; Associate Professor, Department of General Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University; 1 Ostrovityanova st., Moscow, 17997, Russian Federation; e-mail: gkb13@mail.ru

ORCID: 0000-0003-1276-5484 SPIN-code: 5843-2934