

treatment in calves with dyspepsia and abomazoenteritis up to 5 days, which is confirmed by the results of laboratory blood tests.

Literature

1. Belko A.A., Shparkovich M.V., Payterova V.V. Features of the clinical manifestation of abomazoenteritis in calves // Bulletin of Bilotserkivsky sovereign University. - 2008. - No.56. - P.22-26.
2. Belko A.A. [and others]. Endotoxemicosis in abomazoenteritis in calves // Scientific bulletin of veterinary medicine. - 2016. - №1(127). - P.24-31.
3. Belyakov N.A. Enterosorption. - Leningrad, 1991. - 331p.
4. Bondarev E.V., Shtrygol S.Yu., Leaky S.B. The use of enterosorbents in medical practice // Pharmacist. - 2008. - №13. - P.25.
5. Clinical diagnostics (section main syndromes): textbook. Method. manual for students of higher education. Education, students in the specialty "Veterinary medicine" / Y.K. Kovalenok [et al.]. - EI VSAVM, Vitebsk, 2020. - 40p.
6. Shparkovich M.V., Belko A.A. "Ecofiltrum" in the therapy of calves with dyspepsia // Materials of the 3rd Scientific and Practical Conference of the International Association of Parasitocenologists. - VSAVM, 2008. - P.194-196.
7. Shparkovich M.V., Malkov A.A. Enterosorbents in the complex therapy of calves with abomazoenteritis // Ecology and innovations. Materials of the 7th International Scientific and Practical Conference. - VSAVM, 2008. - P.306-307.

УДК 509.113.891.123.201

ЛАЗЕРЫ В ВЕТЕРИНАРНОЙ ХИРУРГИИ

Борисевич М.Н.

УО Витебская ордена «Знак Почета» ГАВМ, г. Витебск, Республика Беларусь

Аннотация. Самым значимым изобретением прошлого века является изобретение лазера. Сейчас он используется почти повсеместно. Сегодня известны три направления ветеринарной медицины, в которых используются лазеры – это хирургия, терапия и диагностика. Важнейшим из них является ветеринарная хирургия. Этому направлению и посвящена данная статья.

Ключевые слова: лазер, хирургия, терапия, диагностика, ветеринарная медицина

LASERS IN VETERINARY SURGERY

Borisevich M.N.

IE Vitebsk Order «Badge of Honor» State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

Annotation. The most significant invention of the last century is the invention of the laser. It is now used almost universally. Today, three branches of veterinary medicine are known, which use lasers - surgery, therapy and diagnosis. The most important of these is veterinary surgery. This article is devoted to this area.

Keywords: laser, surgery, therapy, diagnostics, veterinary medicine.

Результаты исследований и их обсуждение. Самым значимым изобретением прошлого века является изобретение лазера. Сейчас он используется почти повсеместно. Само слово «лазер» образовалось от английского словосочетания «light amplification by stimulated emission of radiation», которое может быть переведено на русский язык, как «усиление света посредством вынужденного излучения» [1].

Врачей ветеринарной медицины интересуют две характеристики лазера. Первая – его длина волны, вторая – энергия воздействия на биологические ткани животных. Сегодня известны три направления ветеринарной медицины, в которых используются лазеры – это хирургия, терапия и диагностика.

Из них важнейшим является ветеринарная хирургия [2]. Для хирургии важным элементом лазера является его способность к разрезанию, вапоризации и коагуляции в тканях животного. В этом случае излучение лазера должно иметь необходимую мощность, позволяющую это сделать. Средняя мощность применяемых лазеров порядка десятков ватт. Такие лазеры способны очень сильно нагревать ткань животного, что приводит к возникновению эффекта резания и испарения ткани. С помощью лазеров в хирургии можно осуществлять эффективную вапоризацию и деструкцию ткани, причем выполнять эти процедуры возможно как при контакте лазера с тканью, так и без контакта. В ряде случаев эта особенность является очень важной. При всех прочих условиях достигается минимальное повреждение тканей, которые окружают область воздействия лазерного излучения. Сама зона, где выполняется операционное вмешательство, сохраняет свойства сухой ткани. При всем этом достигается очень высокая стерильность, которая при других равных условиях не может быть достигнута классическими приемами. Есть и еще одно важное свойство применения лазеров в ветеринарной медицине – это его полная совместимость с эндоскопическими системами, позволяющими доставлять воздействующее излучение в труднодоступные места организма животного. Не менее важным является подключение к лазерным системам классических лапароскопических систем, при этом расширяются их функциональные возможности. И это не весь ряд особенностей применения лазеров в ветеринарной медицине. Сюда можно добавить также купирование лимфатических протоков и эффективный гемо- и аэролиз. Перечисленные особенности очень важны для хирургов, работающих в области урологии, ортопедии, нейрохирургии, гинекологии.

Есть разные мнения по поводу выбора эффективных лазеров для хирурга. Большинство авторов склоняется к гольмиевому лазеру. По своим физическим свойствам он наиболее предпочтителен для хирургического

вмешательства в организм животного. Одно обстоятельство характерно для всех лазеров – лазер должен иметь мощное излучение, чтобы обладать способностью нагревать биологические ткани до 70-80 градусов Цельсия. При такой температуре достигаются три эффекта с тканью животного – происходит ее коагуляция, ткань можно резать, ткань можно испарять. Для этого годятся лазеры с мощностью в десятки, а то и сотни ватт. Интересно отметить, что исходя из отмеченных эффектов, все хирургические лазеры можно разделить также на три группы. Первую группу составляют лазеры, способные осуществлять коагуляцию ткани – мощность лазерного излучения в пределах 1 - 5 ватт. Вторую группу образуют более мощные лазеры, они способны выполнять две процедуры – испарение и резание. Причем, вторая процедура связана с неглубокими размерами ткани животного. Для такого случая пригодны лазеры с мощностью излучения от 5 до 20 ватт. Третья группа лазеров, максимальная по мощности излучения, принадлежащего интервалу от 20 до 100 Вт, способна обеспечивать более глубокое резание.

Следует отдать должное еще одной характеристике лазерного излучения – его длине волны. Важность этого параметра заключается в том, что он в определенной мере характеризует степень поглощения излучения тканью животного, а поглощение в свою очередь характеризует глубину распространения излучения в ткани и, кроме того, температуру ее нагрева. Причем речь идет не только о той ткани, на которую воздействует лазерное излучение, но и ткани рядом лежащей. Важно также отметить, что почти все ткани животного содержат воду, а она способна поглощать излучение не очень сильно (коэффициент поглощения 10 см^{-1}). Отсюда можно получить и ориентировочную глубину проникновения лазерного излучения для хирургического вмешательства – примерно 1 мм. Хирург должен помнить, что испарение ткани осуществляется только после ее интенсивного нагрева. А чтобы процесс разрезания протекал как можно эффективнее, нужно, чтобы испарение происходило как можно быстрее. К тому же рядом лежащие ткани должны нагреваться как можно меньше. Всем этим условиям удовлетворяет импульсный лазер. Но и здесь выбор подходящего лазера ограничен частотой импульсов. Так, например, при малых частотах следования импульсов (меньше 7 Гц), выполнить непрерывный разрез ткани затруднительно, именно непрерывный разрез, поскольку при такой частоте возможен лишь так называемый дырчатый разрез, похожий на перфорированную ленту. Фактически достичь желаемого результата хирургу невозможно. Поэтому хирурги обращаются к лазерам с более высокой частотой следования импульсов, например, более 15 Гц и мощностью 20-65 Вт, что является по оценкам многих ветеринарных экспертов оптимальным вариантом.

Кроме испарения и разрезов есть еще одна особенность лазерного излучения, которая широко используется в ветеринарной медицине – это способность к коагуляции ткани животного, которая имеет высокую степень насыщенности кровью. Осуществляется коагуляция путем интенсивного поглощения лазерного излучения кровью, за счет этого кровь сильно

нагревается, затем переходит в стадию испарения и образования тромбов. Принимают участие в этих процессах по мнению экспертов две составляющие крови – гемоглобин и вода. Поэтому предпочтительным лазером для коагуляции может быть избран лазер на парах меди или КТР-лазер, эти лазеры излучают излучение зеленого цвета и цвета, близкого к оранжевому. Могут быть задействованы также и лазеры с инфракрасной областью спектра. Это такие лазеры как неодимовый, гольмиевый, эрбиевый на стекле, СО₂ - лазер. Однако здесь присутствует одна характерная особенность, которая может помешать использованию таких лазеров, это глубина проникновения порядка 5-12 мкм, так что само излучение может и не дойти до нужного капиллярного канала. Эту особенность следует учитывать хирургам, определяющим свой профессиональный выбор.

Для ветеринарной хирургии требуются мощные лазеры, как непрерывного, так и импульсного действия, способные очень быстро нагревать биологическую ткань животного до высоких температур, что обеспечивает ее разрезание и испарение. Существуют разные типы лазеров, которые могут использоваться в ветеринарной хирургии. Однако наиболее распространенными являются только два – лазер на основе углекислого газа, или по-другому СО₂ – лазер и неодимовый лазер.

Несколько слов о широко применяемом в ветеринарной хирургии лазере на основе углекислого газа. По-другому его называют СО₂ – лазер. Применяется в ветеринарной медицине с начала 1970 года. Излучение этого лазера обладает несколькими интересными особенностями, которые можно напрямую задействовать при лечении животных. Во-первых, излучение этого лазера сильно поглощается водной средой, во-вторых, такую же способность оно имеет и применительно к различного рода органическим соединениям, в – третьих, проникает излучение неглубоко в тело животного, всего на десятые доли миллиметра. Все эти обстоятельства обуславливают его широкую применимость в гинекологии, хирургии и кожных заболеваниях.

Излучение СО₂-лазера может быть отнесено к поверхностному действию, поскольку его глубина проникновения не очень большая, всего десятые доли миллиметра. Само излучение не причиняет большого вреда для кожного покрова, не наносит заметных ожогов.

Есть и еще один недостаток лазера на основе углекислого газа. Он не является импульсным излучателем. Поток световых квантов, испускаемых этим типом лазера является непрерывным во времени и в пространстве. Для ветеринарной хирургии такой режим работы лазера неприемлем, потому что лазерное излучение должно очень быстро нагревать биологическую ткань животного и испарять ее, практически не причиняя вреда соседним тканям. За счет непрерывного воздействия лазерного излучения такое просто недостижимо. В этом случае требуется импульсный лазер, причем такой, чтобы энергетический вес его излучения был как можно больше. Был предложен специальный тип лазера на основе углекислого газа, способного излучать не непрерывно, а импульсами, причем очень короткими, серия таких импульсов

упаковывается в специальные пространственные пакеты, из таких пакетов и состоит пучок лазерного излучения. Этот тип CO_2 -лазера получил специальное название – суперимпульсный, подчеркивая тем самым его не непрерывность, а импульсность. Такой лазер гораздо мощнее классического CO_2 -лазера почти в 3, а то и в 4 раза.

Неодимовый лазер имеет твердотельное рабочее вещество - кристалл алюмоиттриевого граната, активированного ионами неодима. Порождает оптическое излучение в ближнем ИК-диапазоне, рабочая длина волны – 1,06 мкм. Излучение невидимо для глаз хирурга, однако очень опасно для них даже в небольших дозах, появляющихся за счет рассеянного излучения. Способен работать в разных режимах, имеет очень высокий коэффициент полезного действия (почти 45%) и хорошо совместим с оптическим волокном разного вида. Неодимовые лазеры вошли в ветеринарную медицину немногим позже лазеров на основе CO_2 . Область их применения в ветеринарной медицине – объемная и глубокая коагуляция в урологии, гинекологии, онкологических опухолях, внутренних кровотечениях, как в открытых, так и в эндоскопических операциях. Проникает в ткань на глубину до 1 см, это означает, что этот тип излучения способен повреждать ткани, находящиеся внизу облучаемой зоны, либо рядом с ней, что не позволяет иногда достичь терапевтического эффекта - облучаемые раны плохо заживают, иногда наблюдаются нежелательные осложнения, которые, как правило, относятся к классу типичных для ожогов, например, рубцевание. В неодимовом лазере может использоваться и другой тип рабочего кристалла. Его кратко называют КТР – кристалл – на основе калий-титана-фосфата. Особенность этого лазера в том, что частота излучаемого квантового потока возрастает почти в 4 раза по сравнению с кристаллом алюмоиттриевого граната, активированного ионами неодима. Такой лазер излучает кванты в видимой области спектра на зеленой длине волны, составляющей порядка 532 нм. Поэтому и область применимости такого лазера несколько иная – его излучение способно к коагуляции тканей, насыщенных кровеносными сосудами, что и обуславливает его применимость в ветеринарной хирургии, связанной с сосудами и поверхностными тканями.

В последние пять лет появились более совершенные лазеры в ветеринарной хирургии – гольмиевый, эрбиевый и диодный.

Гольмиевый лазер работает на основе кристалла алюмоиттриевого граната, который активирован ионами гольмия – отсюда и его название. Длина волны 2,1 мкм. Этот тип излучения очень хорошо поглощается тканями животного. Проникает в ткань неглубоко – около 0,4 ... 0,5 мм (примерно такое же проникновение и у лазера на основе углекислого газа). Поэтому применение гольмиевого лазера применительно к хирургии сопоставимо с применимостью CO_2 -лазера. Однако у гольмиевого лазера есть и преимущества перед CO_2 -лазером. Оно заключается в том, что излучение в 2,1 мкм гольмиевого лазера неплохо проходит через кварцевое волокно. Для CO_2 -лазера такое невозможно. Именно поэтому гольмиевый лазер может использоваться совместно с кварцевым волокном для прохождения излучения к месту глубокого

хирургического вмешательства. Эта особенность крайне важна для целого ряда малоинвазивных эндоскопических операций в ветеринарной хирургии. Еще одна интересная особенность гольмиевого лазера – способность к коагуляции сосудов, диаметр которых не очень велик, например, около 0,4 ... 0,5 мм – для целого ряда хирургических операций этого вполне достаточно. К тому же длина волны гольмиевого лазера в 2,1 мкм практически не вредит глазам работающего хирурга. По-сути, излучение этого типа безвредно для человеческих глаз. Характеристики лазера: мощность 5 ... 100 Вт, энергия излучения – 6 Дж, импульсная частота – 40 Гц, длительность импульсов – 500 мкс.

Эрбиевый лазер излучает импульсы в среднем ИК-диапазоне, длина волны 2,94 мкм. Излучение проникает на небольшую глубину в ткани, всего на 0,05 мм (приблизительно 50 мкм). Если сравнить его с СО₂-лазером, то оказывается, что у эрбиевого лазера поглощение излучения примерно в 4-11 раз выше, чем у СО₂-лазера. Понятно, что действие эрбиевого лазера исключительно поверхностное. Коагулировать биоткань животного эрбиевый лазер не в состоянии. Тем не менее может применяться в поверхностной обработке кожи (процесс микрошлифовки кожи), для перфорации кожи с целью забора проб крови, может использоваться также и в ветеринарной стоматологии – чтобы испарять твердые ткани зубов.

Семейство диодных лазеров очень обширно. Обширна и область их длин волн – от 0,6 до 3 мкм. У лазеров этого типа есть неоспоримое достоинство – коэффициент полезного действия сравнительно высок – до 60%. Кроме того, лазеры этого типа имеют небольшие размеры и могут быть причислены к классу миниатюрных устройств. По сравнению с другими типами лазеров обладают огромным рабочим ресурсом – до 10 000 часов. Может работать как в непрерывном, так и в импульсном режимах. Для непрерывного излучения мощность как правило невысока – всего 1 Вт, а энергия импульсного режима порядка 5 мДж. Лазеры этого типа чаще всего применяются в гинекологии, хотя есть и другие области их применения.

Завершая статью, хотелось бы отметить, что предложенные в ней рекомендации могут быть полезны практикующим врачам ветеринарной медицины, работающим с лазерными устройствами самого разного типа и направления. Вполне вероятно, что мы не смогли охватить все известные типы лазеров, применяемых в ветеринарной медицине сегодня, однако главные из них и широко применяемые нашли в статье отражение.

Литература

1. Борисевич М.Н. Компьютерные подходы в промышленном животноводстве. - Москва: РУСАЙНС, 2021. - 486с.
2. Борисевич М.Н. Технологии цифровизации ветеринарии. - Москва: РУСАЙНС, 2021. - 592с.