

## Отчёт

о доклинических и клинических испытаниях аппарата «Акватон-01».

Громов М.С., Александров Д.А., Брызгунов А.В., Тарасенко В.С.

(ГОУ ВПО «Саратовский военно-медицинский институт МО РФ»).

Серия экспериментов одобрена Этической комиссией ГОУ ВПО «Саратовский военно-медицинский институт МО РФ». Все манипуляции на животных проводили в строгом соответствии с Приложением 3 к приказу №755 от 10.08.77 МЗ СССР, положениями Хельсинкской декларации (2000 год) и рекомендациями, содержащимися в Директивах Европейского Сообщества (№86/609 ЕС).

### **I. Лечение экспериментальных ожогов.**

Цель эксперимента: оценить эффективность применения аппарата «Акватон-01» в лечении экспериментальных ожогов.

Задачи эксперимента:

- изучить динамику заживления ожоговой раны при предварительном облучении животного дм-волнами (до ожога).
- изучить динамику заживления ожоговой раны при лечебном облучении животного дм-волнами (после ожога).

Материалы и методы: Эксперимент проводился на белых лабораторных крысах линии Wistar весом 120-150 г мужского пола. Все животные содержались в условиях искусственного освещения (12 часовой световой день) и сбалансированного свободного вскармливания. Экспериментальный ожог вызван стандартным клеймом диаметром 9 мм нагретым до 120° С с экспозицией в 1 секунду (площадь ожога 35 мм<sup>2</sup>, Шб ст). Общее равномерное облучение животных выполнялось 1 раз в сутки с экспозицией 15 минут. Расстояние до излучающей антенны – 40 см.

Группы животных:

1. «Протекторная» (16 крыс) – общее равномерное облучение животного проводилось до ожога 1 раз в сутки в течение 5 дней.
2. Лечебная (15 крыс) – общее равномерное облучение животного проводилось после нанесения ожога 1 раз в сутки в течение 5 дней.
3. Контрольная (11 крыс) – ожог без лечения

Ежедневно проводились внешний осмотр раны, макроскопическая оценка и фотосъемка. Эффективность лечения оценивалась по клиническим данным: диаметр раны, характер и количество отделяемого, цвет раны и окружающих тканей, а так же по результатам гистологических исследований. Забор гистологического материала в конечной точке.

Результаты: Полное заживление ожоговой раны в контрольной группе происходило к 13-14 суткам (таб. 1).

В «протекторной» группе животных по сравнению с другими уже на 3-е сутки эксперимента значительно уменьшался отек краев раневого дефекта, снижались гиперемия и инфильтрация тканей, от края раны начинал нарастать эпителий. На 6-е сутки раны заполнялись грануляционной тканью, происходило частичное, а в некоторых случаях и полное отторжение струпа. Полностью раны эпителизировались к 8-9 суткам.

Меньший эффект давало лечебное облучение ожогов дм-волнами – ожоги эпителизировались на 11-12 сутки, что так же достоверно отличалось от сроков контрольной группы.

Таблица 1

**Сроки заживления ожоговой раны в экспериментальных группах**

группы воздействие	контрольная		лечебная		протекторная	
	Ожог		Ожог + облучение		Облучение + Ожог	
	М	m	М	m	М	М
Сроки заживления (сут)	13,8	1,3	11,1	0,95	9,8	0,84
	11		15		16	

**Выводы:**

1. Облучение экспериментальных животных дм-волнами аппарата «Акватон-01» статистически значимо сокращает сроки заживления ожоговой раны.
2. Предварительное облучение дм-волнами аппарата «Акватон-01» имеет достоверные преимущества по сравнению с лечебным по срокам заживления ожога.

**II. Лечение экспериментальных химических абсцессов.**

Цель эксперимента: оценить эффективность применения аппарата «Акватон-01» в лечении экспериментальных абсцессов.

Задачи эксперимента:

- изучить течение химического абсцесса при лечебном облучении животного дм-волнами (после ожога).

Материалы и методы: Эксперимент проводился на белых лабораторных крысах линии Wistar весом 120-150 г мужского пола. Все животные содержались в условиях искусственного освещения (12 часовая световая день) и сбалансированного свободного вскармливания.

Экспериментальный подкожный абсцесс вызывали путём подкожного введения 0.25 мл – 10% раствора хлорида кальция в асептических условиях. Общее равномерное облучение животных выполнялось 1 раз в сутки с экспозицией 15 минут. Расстояние до излучающей антенны – 40 см.

Группы животных:

1. Основная (10 крыс) – общее равномерное облучение животного проводилось после инициации эксперимента 1 раз в сутки в течение 5 дней.
2. Контрольная (10 крыс) – облучение не проводилось.

Ежедневно проводились внешний осмотр раны, макроскопическая оценка и фотосъемка. Эффективность лечения оценивалась по клиническим данным: диаметр инфильтрата (абсцесса), характер и количество содержимого (7 сутки от начала эксперимента), цвет кожи над инфильтратом (абсцессом), а так же по результатам гистологических исследований. Показатели крови контролировались на 7 сутки. Забор гистологического материала в конечной точке.

Результаты: У 8 из 10 облученных животных, после подкожного введения хлористого кальция образовался плотный инфильтрат без нагноения. В контрольной группе у 9 из 10 животных в месте введения сформировался подкожный абсцесс.

Среднее количество лейкоцитов в крови на 7 сутки составило  $17,3 \pm 2,1$  тысяч в  $\text{мм}^3$ , что достоверно меньше ( $p < 0,05$ ), чем у животных контрольной группы –  $26,7 \pm 3,1$  тысяч в  $\text{мм}^3$ . Скорость оседания эритроцитов в крови животных основной группы так же оказалась меньшей по сравнению с животными контрольной группы ( $8,5 \pm 3,1$  vs  $16,1 \pm 4,2$  мм/час,  $p < 0,05$ )

**Выводы:**

1. Облучение дм- волнами аппарата «Акватон-01» после введения под кожу некротизирующего вещества, достоверно сокращает частоту трансформации плотного инфильтрата подкожной клетчатки в абсцесс, уменьшает лейкоцитоз и скорость оседания эритроцитов.

### III. Лечение экспериментальных ран.

**Цель эксперимента:** оценить эффективность применения аппарата «Акватон-01» в лечении экспериментальных ран.

**Задачи эксперимента:**

- изучить динамику заживления резаной раны при лечебном облучении животного дм-волнами.

**Материалы и методы:** Эксперимент проводился на белых лабораторных крысах линии Wistar весом 120-150 г мужского пола. Все животные содержались в условиях искусственного освещения (12 часовой световой день) и сбалансированного свободного вскармливания.

Экспериментальная резаная рана длиной 10 мм наносилась скальпелем на внешнюю поверхность левого бедра на всю глубину кожи и подкожной клетчатки под кратковременным эфирным наркозом после обработки кожи антисептиком.

Общее равномерное облучение животных выполнялось 1 раз в сутки с экспозицией 15 минут. Расстояние до излучающей антенны – 40 см.

**Группы животных:**

1. «Резаная рана» (11 крыс) – общее равномерное облучение животного проводилось 1 раз в сутки в течение 5 дней.
2. Контрольная (10 крыс) – облучения не выполнялось.

Ежедневно проводились внешний осмотр ран, макроскопическая оценка и фотосъемка. Эффективность лечения оценивалась по клиническим данным: размеры раны, характер и количество отделяемого, цвет раны и окружающих тканей. Забор гистологического материала в конечной точке.

**Результаты:** Полное заживление резаной раны в контрольной группе происходило к 10-11 суткам (таб. 2).

Таблица 2

#### Сроки заживления резаной раны в экспериментальных группах

группы	контрольная		облучение	
	М	м	М	м
Сроки заживления (сут)	10,8	1,4	7,4	1,1

В основной группе у 9 из 11 животных заживление произошло без нагноения раны. На 6-е сутки раны заполнялись грануляционной тканью, происходило частичное, а в некоторых случаях и полное отторжение струпа. Полностью раны эпителизовались к 7-

8 суткам. В контрольной нагноение ран наблюдалось у 5 из 10 животных. Эпителизация и отторжение струпа происходили в более поздние сроки.

После заживления ран средняя длина рубца составила: в контрольной группе  $9 \pm 1,4$  мм, в основной  $6 \pm 1,1$  мм.

**Выводы:** Облучение дм- волнами аппарата «Акватон-01» достоверно сокращает частоту гнойных осложнений экспериментальных резаных ран, ускоряет сроки заживления, приводит к формированию меньших по размерам рубцов.

#### **IV. Исследование изменения микроциркуляции при облучении животных аппаратом «Акватон-01».**

**Цель эксперимента:** изучить воздействие излучения аппарата «Акватон-01» на микроциркуляцию в тканях органов брюшной полости животных, подвергнутых травматическому воздействию.

**Материалы и методы:** Исследования выполнены на 3 беспородных собаках в возрасте от 4 до 6 мес из разных помётов, без признаков заболеваний.

Для измерения уровня микроциркуляции использовался контактный световолоконный датчик конструкции и лазерный доплеровский флоуметр, изготовленные на кафедре оптики и медбиофизики Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского и любезно предоставленный нам доктором медицинских наук, профессором Капраловым Сергеем Владимировичем. Внешний вид лазерного доплеровского флоуметра изображен на рис. 1. В качестве источника лазерного излучения использован полупроводниковый лазер с длиной волны 635 нм и максимальной мощностью излучения 15,0 мВт. По данным литературы [Козлов, В.И. Современные тенденции развития лазерной доплеровской флоуметрии в оценке микроциркуляции крови / В.И. Козлов // Применение лазерной доплеровской флоуметрии в медицинской практике: Материалы I Всероссийского симпозиума. – М., 1996. – С. 3-12.;

Jäckle, S. In Vivo Endoscopic Optical Coherence Tomography of the Human Gastrointestinal Tract – Toward Optical Biopsy / S. Jäckle, N. Gladkova, F. Feldchtein // Endoscopy. – 2000. – № 10. – Т. 32. – С. 743-749.] известно, что глубина проникновения лазерного излучения этого спектрального диапазона в живые ткани составляет 0,5-5 мм, что достаточно для измерений.



Рис. 1. Внешний вид лазерного флоуметра.

Для исследования воздействий электромагнитных волн использовался генератор модулированного сигнала СВЧ диапазона «Акватон-01» выпускаемый фирмой ООО «Телемак».

Исследования проводились после введения собак в тиопенталовый внутривенный наркоз, после которого выполнялась лапаротомия и измерение микроциркуляции во внутренних органах. После этого выполнялись травматические воздействия на желудок и тонкую кишку (тракция с воздействием силой 0,6 кг) на поджелудочную железу (размозжение на участке 2х2см в области тела) и на аппендикс (раздавливание стенки зажимами) по окончании которых проводились замеры микроциркуляции в различные сроки

наблюдения. Релапаротомия и повторное измерение микроциркуляции после воздействия «АкваТоном» выполнялись через 1 сутки.

При помощи лазерного доплеровского флоуметра получали следующие данные:

1. Нулевой спектральный момент ( $M_0$ ) – линейно пропорционален концентрации движущихся частиц в объеме ткани.
2. Первый спектральный момент ( $M_1$ ) – линейно пропорционален скорости движения эритроцитов.
3. Нормированный спектральный момент ( $M_n$ ) – отношение первого к нулевому спектральному моменту.

$$M_n = \frac{M_1}{M_0}$$

#### Результаты:

Через сутки после травматического воздействия в случаях, когда наблюдалось значительное увеличение скорости микроциркуляции в повреждённых органах, связанное с развитием воспаления и открытием шунтов в обход поражения, воздействие генератора «Акватон-01» уменьшало скорость микроциркуляции приближая её к исходному дотравматическому значению.

В случаях, когда в результате развития некроза наблюдалось падение скорости микроциркуляции в повреждённых органах, воздействие генератора «Акватон-01» увеличивало скорость микроциркуляции до предтравматических.

Вывод: таким образом, имеются экспериментально показанные возможности применения генератора «Акватон-01» для нормализации уровня микроциркуляции в повреждённых тканях.

Считаем необходимым проведение дальнейших опытов для подтверждения полученных предварительных данных.