



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

G09B 23/28 (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2023120558, 07.08.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
07.08.2023

Дата регистрации:
21.11.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 07.08.2023

(45) Опубликовано: 21.11.2023 Бюл. № 33

Адрес для переписки:

450077, г. УФА, УЛ. ЛЕНИНА, 3,
БАШГОСМЕДУНИВЕРСИТЕТ,
ПАТЕНТНЫЙ ОТДЕЛ, Ахатов Искандер
Шаукатович

(72) Автор(ы):

Ланичева Альбина Хамитовна (RU),
Семченко Валерий Васильевич (RU),
Мурзабаев Хасан Хамзович (RU),
Имаева Альфия Камилевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "БАШКИРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"
Министерства здравоохранения Российской
Федерации (RU)

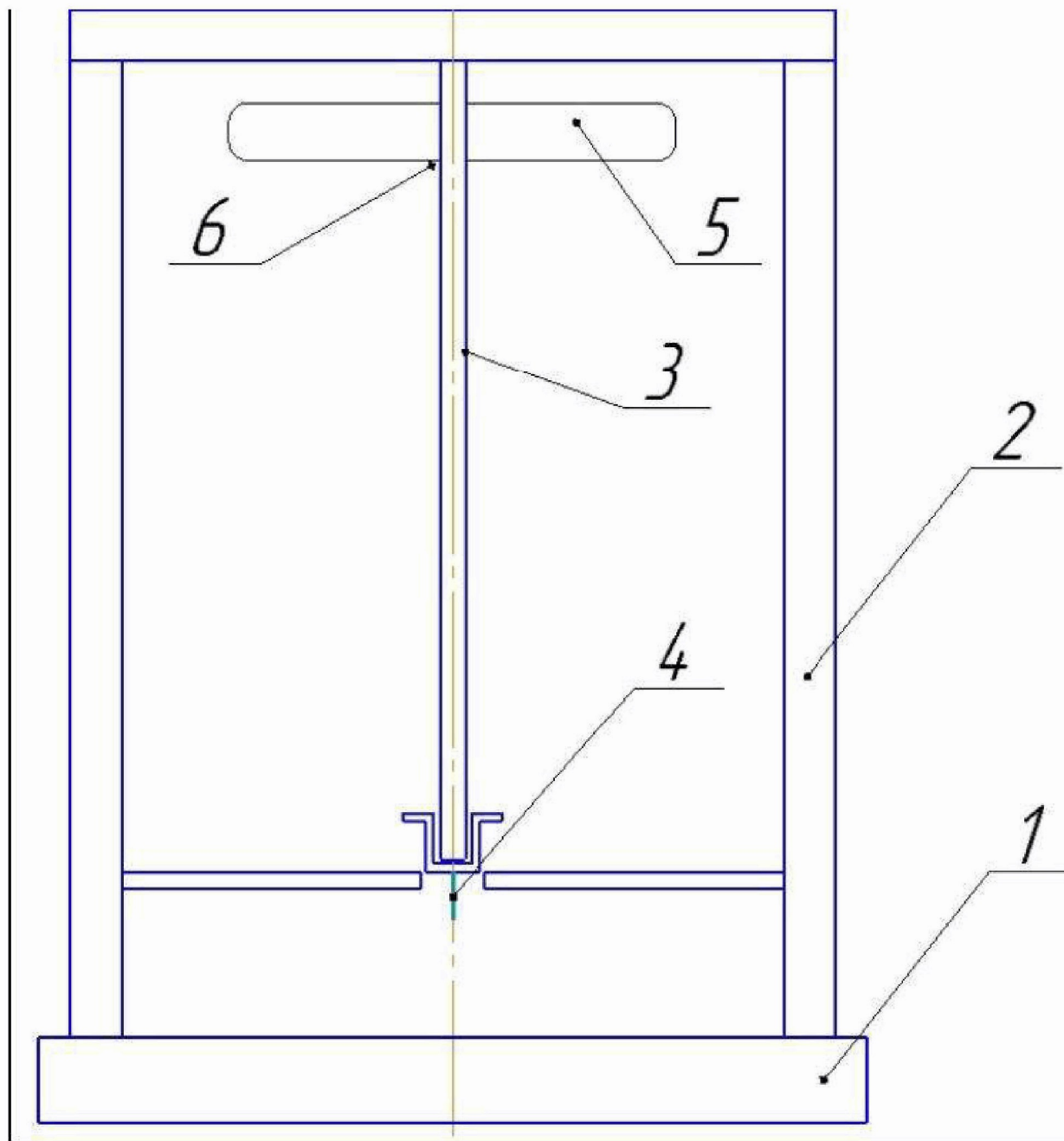
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2788904 C1, 25.01.2023. CN
210378047 U, 21.04.2020. Мурзабаев Х.Х.,
Кашапов И.Г. Способ дозированной передачи
кинетической энергии снаряда повреждаемым
тканям. Морфология 2001; 120(6): 83-84.
Холодный Р.Д. МОДЕЛИРОВАНИЕ
ПОВРЕЖДЕНИЙ СКЕЛЕТНОЙ
МУСКУЛАТУРЫ У КРЫС.
Международный вестник ветеринарии. 2022;
(3):253-257. (см. прод.)

(54) Устройство для моделирования механической травмы половозрелых лабораторных крыс, соразмерной огнестрельному ранению пули калибра 5,6 мм

(57) Реферат:

Изобретение относится к медицине. Устройство для моделирования механической травмы бедра или голени половозрелых лабораторных крыс, соразмерной огнестрельному ранению пули калибра 5,6 мм, содержащее железное основание, на котором размещена металлическая рама, посередине которой прикреплена металлическая направляющая, снабженная удерживающей скобой, на которой установлен груз, а рабочий конец металлической направляющей выполнен в виде ударника с

бойком, отличается тем, что металлическая направляющая выполнена из стали длиной 430 мм, а ударник длиной 30 мм, диаметром 2,7 мм, наконечник бойка выполнен круглым, диаметром 3 мм, при этом груз массой 10 кг установлен на высоте 430 мм. Техническим результатом является расширение технических возможностей за счет возможности использования в тканях бедра и голени и упрощение устройства. 1 з.п. ф-лы, 4 ил., 2 табл., 2 пр.



Фиг. 1

(56) (продолжение):

<https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2022.3.253>. Чернова О.Н., Корсаков И.Н., Самчук Д.П., Пулин А.А., Мавликеев М.О., Деев Р.В., Еремин И.И. Экспериментальные модели для изучения регенерации поперечно-полосатой скелетной мышечной ткани // Гены и клетки. 2015.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G09B 23/28 (2023.08)

(21)(22) Application: **2023120558, 07.08.2023**

(24) Effective date for property rights:
07.08.2023

Registration date:
21.11.2023

Priority:

(22) Date of filing: **07.08.2023**

(45) Date of publication: **21.11.2023 Bull. № 33**

Mail address:

**450077, g. UFA, UL. LENINA, 3,
BASHGOSMEDUNIVERSITET, PATENTNYJ
OTDEL, Akhatov Iskander Shaukatovich**

(72) Inventor(s):

**Lanicheva Albina Khamitovna (RU),
Semchenko Valerii Vasilevich (RU),
Murzabaev Khasan Khamzovich (RU),
Imaeva Alfiia Kamilevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «BASHKIRSKII
GOSUDARSTVENNYI MEDITSINSKII
UNIVERSITET» Ministerstva
zdravookhraneniia Rossiiskoi Federatsii (RU)**

(54) **DEVICE FOR SIMULATING MECHANICAL TRAUMA IN SEXUALLY MATURE LABORATORY RATS, COMMENSURATE WITH GUNSHOT WOUND OF 5.6 mm BULLET**

(57) Abstract:

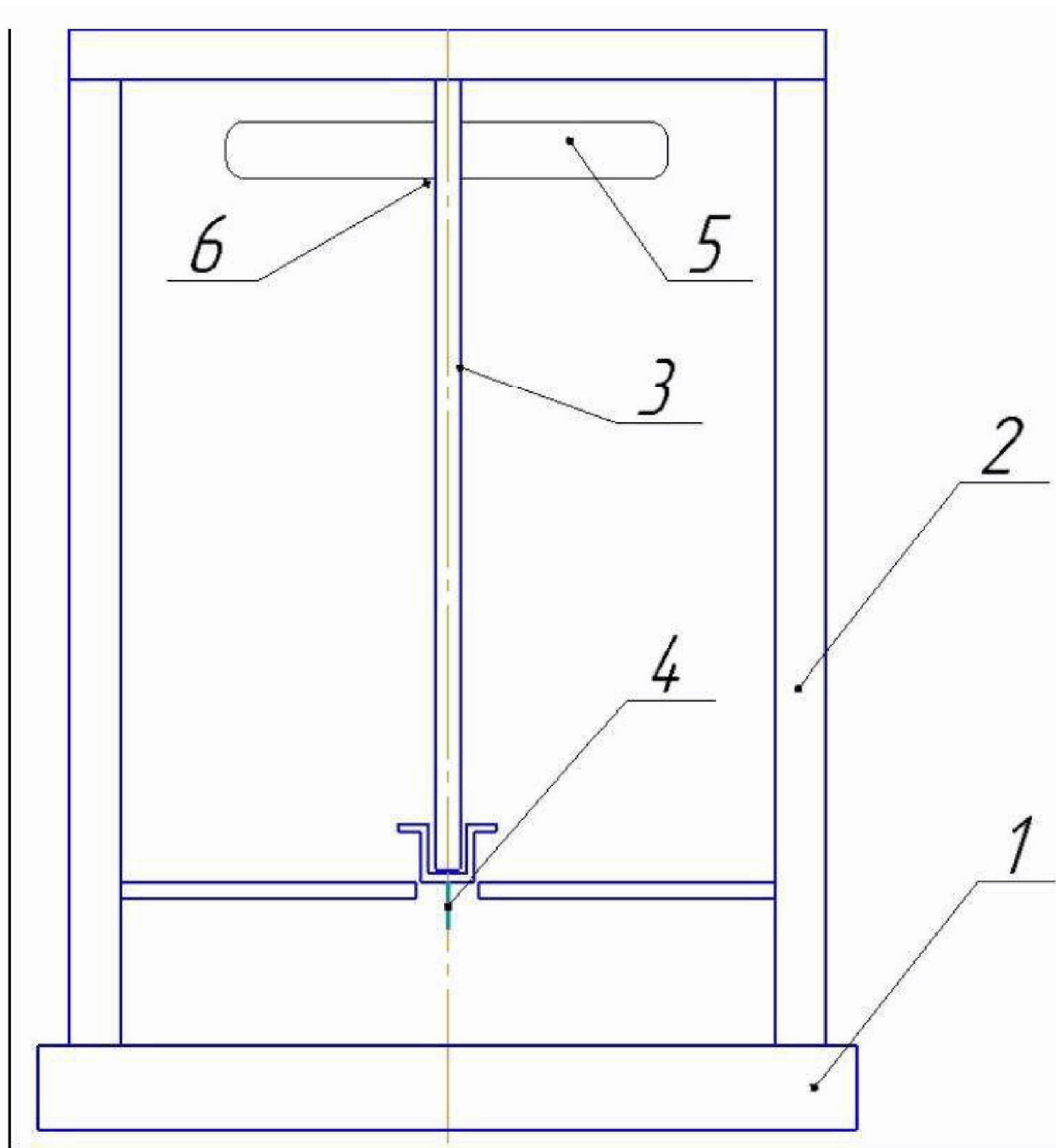
FIELD: medicine.

SUBSTANCE: device for simulating a mechanical injury to the thigh or lower leg of sexually mature laboratory rats, commensurate with a gunshot wound of a 5.6 mm caliber bullet, the said device contains an iron base on which a metal frame is placed, in the middle of which a metal guide is attached, equipped with a retaining bracket on which a load is mounted, and the working end the metal guide is made in the form of a striker with a striker and is characterized by the

metal guide made of steel with a length of 430 mm, and the striker 30 mm long, with a diameter of 2.7 mm, the tip of the striker made round, with a diameter of 3 mm, while a load weighing 10 kg is installed at a height of 430 mm.

EFFECT: expansion of technical capabilities due to the possibility of use in the tissues of the thigh and lower leg and simplification of the device.

2 cl, 4 dwg, 2 tbl, 1 ex



Фиг. 1

Изобретение относится к медицине, может быть использовано в патологической анатомии и физиологии, касается устройств для проведения экспериментальных исследований на лабораторных животных, а именно может быть использовано при моделировании механической травмы, соразмерной огнестрельному ранению пули калибра 5,6 мм у лабораторных крыс.

Известна установка на основе пневматической винтовки для создания экспериментальной модели огнестрельной открытой травмы глаза [Здоровцов Д.Р., Чурашов С.В., Куликов А.Н, Кольбин А.А. Моделирование механической травмы. Актуальность. История вопроса Том 40, №1 2021, С. 91-96] Мультимедийная пневматическая установка для стрельбы создана на базе пневматического ружья Crossman 2100. Скорость каждого выстрела регулируется изменением давления воздуха в рабочем цилиндре, создаваемого накачиванием встроеным поршневым насосом. Максимальное давление в цилиндре составляет 200 атмосфер. Рычаг насоса для повышения эргономики устройства развернут на оси ствола на 90 градусов. Для контроля создаваемого давления в рабочий цилиндр установлен манометр. Для максимально точного прицеливания в установке использовался лазерный целеуказатель. Ствол установки диаметром 4,5 мм имеет 12 нарезов. Устройство размещено на станине лестничного типа, оборудованной винтовым устройством вертикальной наводки и ножками с возможностью регулировки станины по горизонту. Скорость каждого выстрела регулируется изменением давления воздуха в рабочем цилиндре, создаваемого накачиванием встроеным поршневым насосом. С целью измерения скорости пули применялся оптический баллистический хронограф, помещаемый между обрезом ствола установки и целью максимально близко к последней, погрешность измерения скорости по данным производителя, не более 0,5%.

Данное устройство имеет трудно устранимые недостатки, связанные с ограничением возможности их использования в эксперименте, так как работает исключительно с использованием манометра для измерения давления, лазерного целеуказателя для точного прицеливания, стальных шариков или свинцовых пуль определенного диаметра

Наиболее близким аналогом изобретения является устройство для моделирования механической травмы, соразмерной по кинетической энергии огнестрельному ранению пули калибра 5,6 мм [Способ дозированной передачи кинетической энергии снаряда повреждаемым тканям. Х.Х. Мурзабаев., И.Г. Кашапов, Морфология, 2001, том 6, С 83-84]. Устройство содержит основание, раму, вертикальный направляющий шток, груз, ударник, поперечный ограничитель ударника, арретир. Объект исследования (крыса) фиксируется на деревянной подложке, а к месту удара (средняя треть бедра) прикладывают боек. После чего груз приподнимают на высоту 0,5 м, а далее отпускают. Груз, падая с расчетной высоты бьет по ударнику, который воздействует на верхнюю треть бедра с заданной силой ($42,12 \text{ н/м}^2$). Недостатками данного устройства являются сложность расчета точной массы груза 8,596 кг для соразмерности механической травмы огнестрельному ранению пули калибра 5,6 мм и заданной силы ($42,12 \text{ н/м}^2$) и возможность использования только в тканях бедра.

Задачей предлагаемого изобретения является разработка устройства для моделирования механической травмы, соразмерной огнестрельному ранению пули калибра 5,6 мм, обеспечивающего оптимальные условия для постановки эксперимента.

Технический результат при использовании изобретения - расширение технических возможностей за счет возможности использования в тканях бедра и голени и упрощение устройства.

Изобретение иллюстрируется следующими фигурами: на фиг. 1 - схематически

изображено предлагаемое устройство, общий вид; на фиг. 2 - поперечный срез эпидермиса кожи голени белой крысы, на 7 сутки после травмы, где: МСТ - молодая соединительная ткань, Э - гипертрофированный эпидермис, * - крупные кистозные образования. Окраска гематоксилин-эозином. Об. х40.; на фиг. 3 - поперечный срез 5 кожи бедра белой крысы, на 7 сутки после травмы. Гипертрофия эпидермиса, где: Д_т - дерма, Э - эпидермис, стрелка - эпителиальные клетки волосяных влагалищ. Иммуногистохимический метод верификации белка СК-14, докрашивание гематоксилином Майера. Об.х100.; на фиг. 4 - количество первичных и вторичных лимфоидных фолликулов в селезенке у контрольных крыс и в восстановительный 10 период у экспериментальных групп.

Устройство для моделирования механической травмы бедра или голени, соразмерной огнестрельному ранению пули калибра 5,6 мм, содержит основание 1 из железа размером 500×120 мм, на основании размещена металлическая (из стали) рама 2 размером 15 464×590×590 мм, посередине которой прикреплена металлическая (из стали) направляющая 3 длиной 430 мм, на конце которой располагается металлический (из стали) ударник 4 длиной 30 мм диаметром 2,7 мм с бойком, имеющим круглый наконечник диаметром 3 мм. Также устройство содержит груз 5 массой 10 кг, который установлен на удерживающей скобе 6 на высоте 430 мм (фигура 1). Устройство рассчитано и адаптировано для крыс, и безопасно для человека.

В качестве объекта были использованы белые крысы, которым под эфирным наркозом наносили повреждение задней конечности. Для расчета кинетической энергии ранящего снаряда были использованы следующие параметры пули малокалиберной винтовки (5,6 мм): диаметр ведущей части пули 5,75 мм, масса пули - 2,6 г, начальная 25 скорость пули - 336 м/с, дульная энергия пули - 15 кгс м, форма пули - цилиндр высотой 7,5 мм, на конце которого находится эллипс с размерами малой оси 2,85 мм и большой оси 5 мм. Кинетическая энергия пули может быть найдена по формуле:

$$W_k = m \cdot v^2 / 2 = 146,7643 \text{ Нм (1)}$$

где W_k - кинетическая энергия; m - масса пули; v - скорость полета пули. Указанная 30 энергия пули при встрече с препятствием взаимодействует с контактной поверхностью и создает на ней определенное давление. В связи с тем, что наконечник пули имеет форму эллипса, пуля оказывает на ткани разрывное действие и, раздвигая ткани, проникает в орган.

Площадь проекции пули равна:

$$S = \pi \cdot r^2 \text{ (2)}$$

где S - площадь проекции, r - радиус пули

Для заданных исходных величин эта площадь равна - 2,463×10⁻⁵ м². Следовательно, 40 давление на указанную площадь равно:

$$P = W_k / S = 5958761,069 \text{ Па (3)}$$

Теоретическое распределение энергии на контактной поверхности пули без учета ее деформации не одинаково. На конце пули давление большее, а на краях - наименьшее.

Для моделирования механической травмы, соразмерной кинетической энергии 45 огнестрельному повреждению пули калибра 5,6 мм лабораторных животных необходимо учитывать размеры ранящего снаряда повреждаемого органа. В связи с тем, что поперечный размер задней конечности крысы соизмерим с калибром пули, необходимо уменьшить размер снаряда, так как при ранении пули калибром 5,6 мм может произойти

отсечение конечности. Поэтому диаметр пули не должен превышать 3 мм.

Для создания механического ударного воздействия на конечность крысы с параметрами воздействия пули на поверхность ударника должно создаваться аналогичное давление. При диаметре ударника 3 мм площадь его проекции (S_u) равна:

$$S_u = 3,14 \cdot 1,522^2 = 7,068 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \quad (4)$$

Для создания давления величиной, определяемой формулой (3), необходимо создать ударное воздействие с энергией:

$$W_{k2} = P \cdot S_u = 5958761,069 \cdot 7,068 \cdot 10^{-6} = 42,12 \text{ Нм}^2 \quad (5)$$

Для создания ударного воздействия с данной энергией можно использовать потенциальную энергию груза определенной массы, поднятой на высоту 0,5 м. При этом масса груза определяется по формуле:

$$m_c = W_{p2} / g \cdot h = 42,12 / 9,8 \cdot 0,43 = 10 \text{ кг} \quad (6)$$

Для сопоставимости распределения давления на контактной поверхности ударного механизма и давления на поверхности наконечнику бойка придана круглая форма диаметром 3 мм.

Предлагаемое устройство используется следующим образом:

Животное, находящееся под эфирным наркозом, фиксируется (располагается) на основании устройства в положении лежа на спине, пинцетом оттягивается задняя конечность крысы. Боек ударника круглой формы проецируется в точку, соответствующей середине бедренной кости или голени. После чего груз снимается со скобы и опускается. Груз массой 10, падая с высоты 0,43 м, бьет по ударнику, который воздействует на бедро или голень крысы с расчетной энергией (42,12 н/м). Механическую травму образует вес груза. Животное выводится из эксперимента после нанесения травмы.

Выполнение ударника длиной 30 мм диаметром 2,7 мм с бойком, имеющим круглый наконечник диаметром 3 мм, размещение груза массой 10 кг на высоте 430 мм обеспечивают возможность использования для моделирования механической травмы, соразмерной по кинетической энергии огнестрельному ранению пули калибра 5,6 мм, бедра и голени.

Исследование проведено на половозрелых самцах крыс линии Wistar. Для моделирования механической травмы животных помещали под устройство под эфирным наркозом. Всех подопытных крыс случайным образом разделили на 3 группы по 8 крыс в каждой. Крысы без нанесения механической травмы составили контрольную группу, вторая группа - животные постравматического периода через 1 сутки, через 3, через 7, через 14 суток после нанесения механической травмы голени, третья группа - животные постравматического периода через 1 сутки, через 3, через 7, через 14 суток после нанесения механической травмы бедра. Всех животных содержали в одинаковых условиях вивария на стандартном сбалансированном рационе, при свободном доступе к воде и пище, в соответствии с правилами, принятыми Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и иных научных целей. Длительность эксперимента составила 14 дней. Через 6 часов, 1 сутки, 3, 7 и 14 суток крыс опытных групп крыс наркотизировали и умерщвляли путем декапитации с соблюдением основных требований к эвтаназии, изложенных в Приложении №4 к «Правилам проведения работ с использованием экспериментальных животных». Для морфологического исследования брали участок кожи размером 0,5×1,5 см через 6 часов,

1 сутки, 3, 7 и 14 суток после механической травмы. Для этого на соответствующих участках тела скальпелем делали надрезы кожи в виде прямоугольника, повторно углубляя их до подкожного слоя мышц, ориентируя так, чтобы длинная сторона прямоугольника кожи проходила параллельно продольной оси тела, совпадая с направлением роста волос, а рана была ориентирована в середине этого
 5 прямоугольника. Затем кусочки кожи расправляли на картоне дермой кверху и по краям скрепляли булавками. Для световой микроскопии образцы кожи фиксировали в 10% растворе формалина на фосфатном буфере фирмы ООО «Бiovитрум», Санкт-Петербург. Материал заливали в парафин по общепринятой методике (Семченко В.В.
 10 и соавт., 2003).

С парафиновых блоков готовили фронтальные срезы толщиной 4-5 мкм. Для проведения морфометрического исследования срезы толщиной 4-5 мкм делали на ротационном микротоме LaboCut 4055 (фирма Slee, Германия) с помощью одноразовых микротомных лезвий A3 5 (фирма Feather, Япония), срезы размещали на стандартных
 15 по толщине предметных стеклах фирмы Menzel - Glaster (Германия) и окрашивали гематоксилином и эозином, азуром и методом Ван-Гизон.

Окраску всех образцов проводили одномоментно. Депарафинированные срезы после окраски заключали в канадский бальзам и покрывали стандартными покровными стеклами. В препаратах, окрашенных гематоксилином и эозином оценивали
 20 гистотопографию раны. При окраске азуром выявляли показатели функциональной активности клеток и соотношение клеток гематогенного происхождения в ходе регенерационного гистогенеза. В перинекротической области раны подсчитывали количество гранулоцитов, мононуклеарных клеток, тучных клеток, суммарное количество клеток негематогенного происхождения, фибробластов, фиброцитов, а
 25 также клеток стенки сосудов. Методом Ван-Гизон окрашивали соединительную ткань и коллагеновые волокна. В дальнейшем проводили микрофотосъемку гистологических препаратов на микроскопе Axio Scope 40 (Carl Zeiss) и Axio Star (Carl Zeiss) со встроенным TV-адаптером и цифровой видеокамерой Carl Zeiss Imager, A 1, окуляр W-PI 10x / 23, объективы: Achroplan 20x / 0,45, Achroplan 40x / 0,60, Achroplan 63x / 0,80, Achroplan 100x
 30 /1,25 oil.

Для морфологического исследования брали кусочки селезенки в средней трети органа размером 0,5×0,5×1,5 см через 1 сутки, 3, 7 и 14 суток после травмы. Образцы фиксировали в 10% нейтральном растворе формалина на фосфатном буфере фирмы ООО «Бiovитрум» (Санкт-Петербург), заливали в парафин и готовили срезы толщиной
 35 4-5 мкм по общепринятой методике, которые окрашивали гематоксилином и эозином. Морфометрически оценивали площадь белой и красной пульпы, подсчитывали численную плотность первичных и вторичных лимфоидных фолликулов, площадь герминативного центра в фолликулах (на площадь поперечного среза органа) с использованием программы ImageJ. Иммуногистохимически выявляли Т-лимфоциты
 40 (CD3+) и В-лимфоциты (CD 19+), согласно рекомендациям фирмы-производителя. Визуализацию результатов проводили с использованием системы детекции Ultra Vision ONE Detection System HRP Polymer. Инкубировали с хромогеном - DAV Plus Substrate System. Срезы докрашивали гематоксилином Майера и заключали в БиоМаунт-среду. Для оценки качества реакции использовали стекла с позитивным контролем для каждого
 45 из антигенов (фирма Labvision, США). Микроскопирование осуществляли с помощью сканирующего микроскопа 3DHISTECH PANNORAMIC 250 Flash (3DHISTECH Ltd, Hungary) программой анализа изображений 3DHISTECH. Количество иммунопозитивных клеток посчитывали на 100 мкм²

Системный статистический анализ проводили при помощи программ Statistica for Windows (Версия 6.0, StatSoft, Inc.) (Боровиков В., 2001; Реброва О.Ю., 2002).

Сначала определяли основные статистические характеристики изучаемых параметров (средняя, медиана, квартили, дисперсия, стандартное отклонение, стандартная ошибка, асимметрия и эксцесс). Затем проводили тест на нормальность распределения признака (критерии Колмогорова-Смирнова, Шапиро-Уилкса W).

В случае (1) нормального или близкого к нормальному распределения признака, (2) при условии равенства дисперсий распределения признака в сравниваемых группах, использовали методы параметрической статистики (t-критерия для зависимых и независимых выборок, дисперсионный анализ ANOVA). Условия 1 и 2 соблюдались только по некоторым параметрам и срокам. Поэтому предпочтение было отдано менее чувствительной, но и менее ограниченной условиями применения непараметрической ранговой статистике. Различия между независимыми выборками определяли с помощью двухвыборочного критерия Манна-Уитни и Колмогорова-Смирнова. Использовали также ранговый дисперсионный анализ ANOVA Краскела-Уоллиса. Для категориальных переменных применяли Хи-квадрат; точный критерий Фишера. Степень связи между двумя переменными устанавливали с помощью корреляции Спирмена.

Материал был представлен как среднее $\pm$ стандартное отклонение средней ($M \pm s$) или как медиана, Q1 - верхний квартиль, Q2 - нижний квартиль (Me , Q1, - Q2). Нулевая гипотеза отвергалась, а альтернативная принималась при степени значимости соответствующей $p < 0,05$, мощность статистического исследования была в пределах 0,70-0,90.

Динамика изменений показателей, характеризующих анатомо-физиологическое состояние перинекротической зоны кожи, и парный сравнительный анализ с контролем и между сроками исследования показаны в таблице 1. Найденные изменения объемной плотности через 6 часов, 1 и 3 сутки после травмы преимущественно связаны с проявлениями отека перинекротической зоны, а в более отдаленном периоде (7, 14 сутки) свой вклад в изменение пространственных отношений вносит активация процессов репаративной регенерации. Происходит гиперплазия и гипертрофия клеток эпидермиса, волосяных влагалищ, клеток фибробластического дифферона, макрофагов и эндотелиальных клеток. Все это в совокупности приводит к найденным анатомическим изменениям кожи в зоне повреждения.

Через 7 суток после травмы голени прилежащий краям раны эпителий гипертрофирован. Толщина эпидермиса в среднем составляла $63,7 \pm 5,6$ мкм (910 и более слоев клеток). На границе с раной край эпителиального пласта узким клином входил на раневую поверхность. К этому сроку эпителий продвинулся на раневую поверхность на расстояние 0,4-0,5 мм. Под ним выявлялась молодая соединительная ткань. В гипертрофированном и гиперплазированном эпителии выявляются слоистые образования похожие на роговой слой и кистозные образования (фигура 2). Через 7 суток после травмы бедра в пласте эпидермиса клетки распределялись очень плотно друг к другу, неравномерно - гексагонально и в виде иной композиции, ядра занимали 13,3%, а цитоплазма клеток и практически не выраженное межклеточное пространство вместе - 86,7%. Встречались мелкие кистообразные образования на месте гидропической деструкции части клеток. Эти мелкие очаги деструкции, вероятно, сливались в более крупные кисты (фигура 3). Площадь белой и красной пульпы в селезенке составляет $27,1 \pm 1,27$ и $66,8 \pm 1,67\%$ соответственно. Лимфоидные фолликулы включают В-зону, периартериальные лимфоидные муфты (ПАЛМ, Т-зона), окружающие эксцентрично расположенные пульпарные артерии, мантийную и маргинальную зону. Вокруг

герминативного центра ($0,41 \pm 0,006$) располагается плотный, визуально более темный, лимфоцитарный ободок (мантийная зона). Маргинальная зона белой пульпы образована крупными лимфоцитами и макрофагами и отделена маргинальным синусом. Красная пульпа представлена ретикулярными клетками, форменными элементами крови, определяются синусоидные капилляры.

Общее количество первичных фолликулов в селезенке возрастает к 3-м суткам и снижается к 14-м суткам наблюдения, тогда как количество вторичных фолликулов уменьшается к 3-м суткам и повышается к 14-м суткам (фигура 4).

Таблица 1
Морфометрические показатели перинекротической зоны кожи бедра белых крыс контрольной и экспериментальных групп

Показатель	Контроль	Посттравматический период, экспериментальные группы				
		6ч	1 сут	3 сут	7 сут	14 сут
Толщина эпидермиса, мкм	14,6 $\pm$ 1,6	16,6 $\pm$ 3,5	25,3 $\pm$ 6,2*	35,8 $\pm$ 2,5** ^а	63,7 $\pm$ 5,6** ^а ^л	31,7 $\pm$ 4,4** ^а ^л
Численную плотность клеток в эпидермисе (тангенциальный срез), на 1 мм ²	18519 $\pm$ 2520	17723 $\pm$ 3700	17990 $\pm$ 3950	20955 $\pm$ 2250** ^а	21565 $\pm$ 1930*	17115 $\pm$ 2220 ^а
Индекс пролиферации клеток базального слоя эпидермиса, %, ДИ	13,5-19,6	28,4-34,8*	32,5-42,4*	43,2-48,5** ^а	88,5-98,8** ^а	50,4-56,8** ^а
Толщина дермы, мкм	585 $\pm$ 125	678 $\pm$ 107*	699 $\pm$ 114*	686 $\pm$ 212*	614 $\pm$ 105*	597 $\pm$ 125 ^а
Толщина гиподермы, мкм	265 $\pm$ 86	272 $\pm$ 75	258 $\pm$ 71	268 $\pm$ 101	289 $\pm$ 82	245 $\pm$ 67
Объемная плотность коллагена, %	65,5 $\pm$ 7,0	46,2 $\pm$ 4,8*	42,7 $\pm$ 6,2*	48,8 $\pm$ 9,4*	78,8 $\pm$ 7,0** ^а	74,4 $\pm$ 5,8*
Объемная плотность эластических волокон, %	3,1 $\pm$ 1,5	2,2 $\pm$ 0,6*	2,5 $\pm$ 0,8*	3,3 $\pm$ 1,2	3,6 $\pm$ 0,9	3,0 $\pm$ 1,7
Объемная плотность саленных желез, %	8,9 $\pm$ 2,8	7,3 $\pm$ 1,2*	7,1 $\pm$ 0,9*	6,9 $\pm$ 0,8*	7,2 $\pm$ 0,7*	6,9 $\pm$ 1,3*
Объемная плотность эпителия волосяных влагалищ, %	22,6 $\pm$ 7,6	21,8 $\pm$ 4,4	16,4 $\pm$ 1,7** ^а	21,5 $\pm$ 4,2** ^а	35,4 $\pm$ 4,8** ^а ^л	28,8 $\pm$ 6,2** ^а
Объемная плотность гемососудов в дерме, %	1,5 $\pm$ 0,5	0,6 $\pm$ 0,2*	0,5 $\pm$ 0,4*	2,8 $\pm$ 0,4** ^а	3,4 $\pm$ 0,4** ^а	1,8 $\pm$ 0,6 ^л
Объемная плотность гемососудов в гиподерме, % ^а	5,84 $\pm$ 1,2##	7,98 $\pm$ 1,3*	9,32 $\pm$ 1,8** ^а	7,18 $\pm$ 2,1** ^а	5,14 $\pm$ 1,1 ^а	5,96 $\pm$ 2,5
Численную плотность фибробластов, на 1 мм ²	420 $\pm$ 60	370 $\pm$ 72*	330 $\pm$ 50*	385 $\pm$ 75 ^а	655 $\pm$ 78** ^а ^л	510 $\pm$ 72** ^а
Угол наклона волос, градусы, ДИ	60-68	72-83*	74-86*	76-88*	50-110** ^а	30-120*
Расстояние между волосками, мкм	163 $\pm$ 22	172 $\pm$ 29	208 $\pm$ 28** ^а	365 $\pm$ 38** ^а ^л	314 $\pm$ 22** ^а	263 $\pm$ 29** ^а
Характер распределения волос	Г, С	Г, С	Г, С	Г, А	Г, А	Г, А
Численная плотность волос, на 1 мм ²	66,7 $\pm$ 7,8	62,5 $\pm$ 6,3	54,2 $\pm$ 7,1** ^а	45,2 $\pm$ 6,8** ^а	52,5 $\pm$ 8,9** ^а	51,5 $\pm$ 9,2*

Примечание. * - различия статистически значимы в сравнении с контролем при $p < 0,05$, ** - при $p < 0,01$ и *** - при $p < 0,001$; ^л - различия статистически значимы в сравнении с предыдущим сроком при $p < 0,05$, ^а - при $p < 0,01$ и ^л - при $p < 0,001$. ## - различия статистически значимы в сравнении с дермой при $p < 0,01$ (критерий Колмогорова-Смирнова и Манна-Уитни для парных сравнений независимых выборок. Г - гексагональное, С - симметричное, А - асимметричное, ДИ - доверительный интервал.

В ПАЛМ через 3-е суток наблюдается снижение, а через 14 суток восстановительного периода отмечается увеличение количества CD3- иммунопозитивных клеток. В герминативном центре содержание CD3+ лимфоцитов снижается. В мантийной и маргинальной зонах определяется увеличение числа CD3+ лимфоцитов через 14 суток восстановительного периода (таблица 2).

Относительное содержание CD3-, CD19-иммунопозитивных клеток в различных зонах лимфоидных фолликулов селезенки у крыс контрольной группы и в восстановительный период после механической травмы ($M \pm m$)

Зона в лимфоидном фолликуле	Тип лимфоцита	Контроль	Восстановительный период	
			3 сутки	14 сутки
Периартериальные лимфоидные муфты	CD3+	19,2 $\pm 0,64$	18,24 $\pm 0,88$	21,29 $\pm 0,98^* \square$
	CD19+	0,26 $\pm 0,15$	1,8 $\pm 0,32^*$	1,64 $\pm 0,34^*$
Герминативный центр	CD3+	3,2 $\pm 0,45$	1,56 $\pm 0,76$	0,01* $\pm 0,001$
	CD19+	0,01 $\pm 0,001$	2,37 $\pm 1,14^*$	0,08 $\pm 0,05^* \square$
Мантйная зона	CD3+	0,86 $\pm 0,25$	11,8 $\pm 0,67$	4,12* $\pm 0,2 \square$
	CD19+	0,93 $\pm 0,24$	1,04 $\pm 0,15$	1,92 $\pm 0,3^* \square$
Маргинальная зона	CD3+	2,46 $\pm 0,47$	4,8* $\pm 0,48$	3,2* $\pm 0,38 \square$
	CD19+	2,3 $\pm 0,18$	0,91 $\pm 0,21^*$	1,68 $\pm 0,27^* \square$

*-статистически значимые различия по сравнению с контролем (при $p < 0,05$)

$\square$ - статистически значимые различия по сравнению с 3 сутками (при $p < 0,05$)

Сущность изобретения поясняется следующими примерами.

Пример 1.

Половозрелую белую крысу-самца массой 193 г, находящуюся под эфирным наркозом, фиксировали (располагали) на основании устройства в положении лежа на спине, пинцетом оттягивали заднюю конечность крысы. Боек ударника круглой формы проецировали в точку, соответствующей середине голени. После чего груз снимали со скобы и опускали. Груз массой 10 кг, падая с высоты 0,43 м, бил по ударнику, который воздействовал на голень крысы с расчетной энергией (42,12 н/м). Формировали механическую травму весом груза. Животное выводили из эксперимента после нанесения травмы - животное не погибает после нанесения травмы. Затем через 3 суток после травмы крысу наркотизировали, декапитировали и производили забор материала - кожи с места травмы и селезенки. Селезенка не травмировалась. Забор селезенки брали для оценки иммунного статуса после механической травмы голени. После высококинетического механического повреждения кожи голени белой крысы в перинекротической зоне через 3 суток происходит значительная реактивная и компенсаторно-восстановительная реорганизация анатомических образований кожи. Изменяется соотношение толщины слоев кожи голени, объемных долей коллагена, эпителиальных клеток волосяных влагалищ, микрососудов, межклеточного пространства. Кроме того, изменяется численная плотность волос и их пространственное распределение в коже голени, появляются структуры, вообще не свойственные коже

интактных животных, - кисты, слоистые образования из ороговевших клеток внутри эпидермиса. Динамика вышеназванных изменений кожи определяется, вероятно, степенью отека ее тканей и неравномерной активацией механизмов пролиферации клеток ведущих дифферонов в различных участках перинекротической зоны.

- 5 По данным морфометрического анализа, площадь белой пульпы селезенки через 3 суток существенно увеличивается, по сравнению с показателями в контроле и составляет $70,2 \pm 1,07$. Количество первичных фолликулов в селезенке возрастает через 3 суток, количество вторичных фолликулов уменьшается.

Пример 2.

- 10 Половозрелую белую крысу-самца массой 185 г, находящуюся под эфирным наркозом, фиксировали (располагали) на основании устройства в положении лежа на спине, пинцетом оттягивали заднюю конечность крысы. Боек ударника круглой формы проецировался в точку, соответствующей середине бедра. После чего груз снимали со скобы и опускали. Груз массой 10 кг, падая с высоты 0,43 м, бьет по ударнику, который
15 воздействовал на бедро крысы с расчетной энергией (42,12 н/м). Механическую травму образовывал вес груза. Животное выводили из эксперимента после нанесения травмы. Животное не погибает после нанесения травмы. Затем через 3 суток после травмы крысу наркотизировали, декапитировали и производили забор материала - кожи с места травмы и селезенки. Селезенка не травмируется. Забор селезенки берется для
20 исследования иммунного статуса организма в ответ на механическую травму бедра. Через 3 суток объемная плотность сосудов дермы кожи бедра увеличивается на 146,7% по сравнению с предыдущим сроком и на 86,7% превышает контрольное значение. При этом объемная плотность сосудов гиподермы несколько уменьшается и превышает контрольный уровень только на 22,9%. Следовательно, в этот период происходит
25 подготовка архитектоники сосудистого русла перинекротической зоны к интенсивному кровоснабжению регенерата.

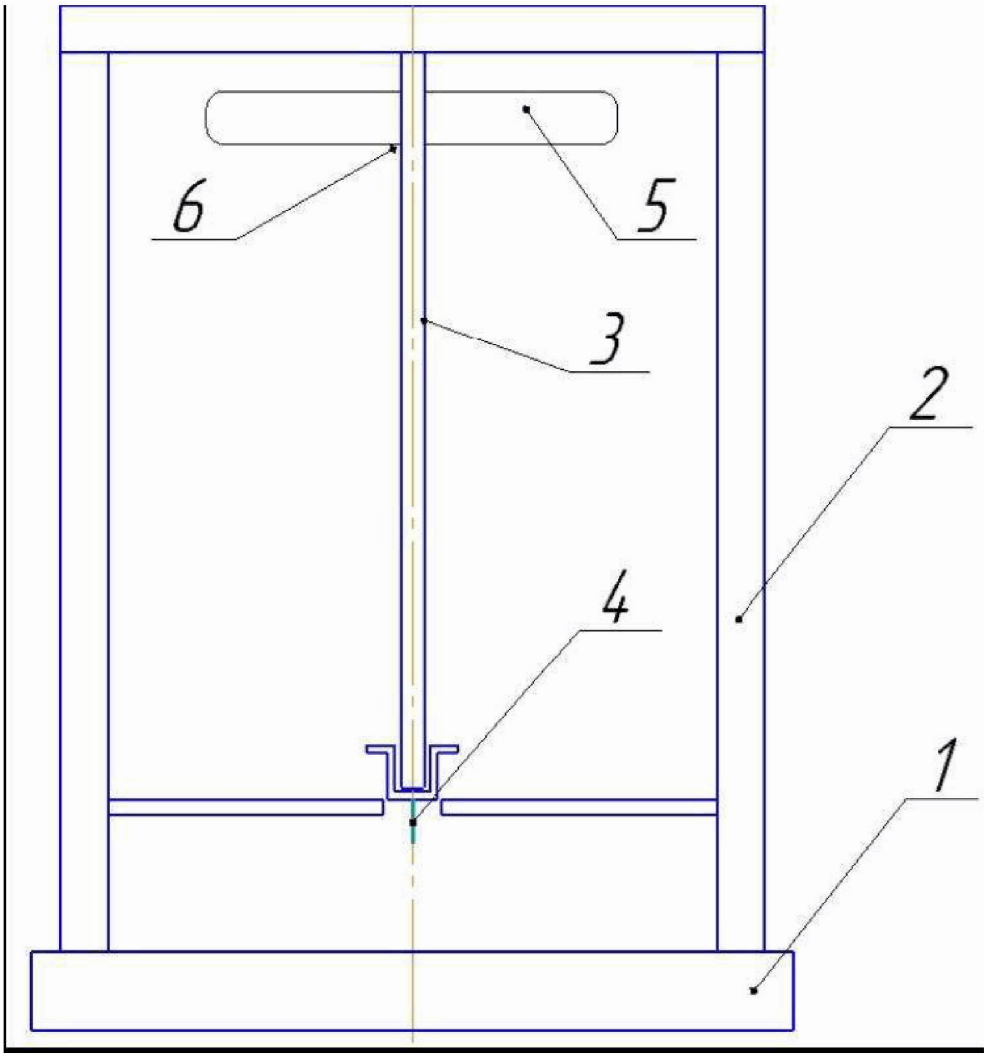
- CD3+ иммунопозитивные клетки через 3 суток после травмы обнаруживаются во всех зонах белой пульпы - в периартериальной зоне, в герминативном центре, мантийной и маргинальной зоне. В периартериальной лимфоидной зоне фолликулов через
30 3 суток восстановительного периода происходит выраженное увеличение количества CD19+ иммунопозитивных клеток. В герминативных центрах фолликулов содержание CD3+ клеток через 3 суток снижается. Через 3 суток после травмы число CD19+ лимфоцитов увеличивается в периартериальной, мантийной зоне и герминативном центре лимфоидных фолликулов, в то время как в маргинальной зоне их содержание
35 уменьшается.

(57) Формула изобретения

1. Устройство для моделирования механической травмы бедра или голени половозрелых лабораторных крыс, соразмерной огнестрельному ранению пули калибра
40 5,6 мм, содержащее железное основание, на котором размещена металлическая рама, посередине которой прикреплена металлическая направляющая, снабженная удерживающей скобой, на которой установлен груз, а рабочий конец металлической направляющей выполнен в виде ударника с бойком, отличающееся тем, что металлическая направляющая выполнена из стали длиной 430 мм, а ударник длиной 30
45 мм, диаметром 2,7 мм, наконечник бойка выполнен круглым, диаметром 3 мм, при этом груз массой 10 кг установлен на высоте 430 мм.

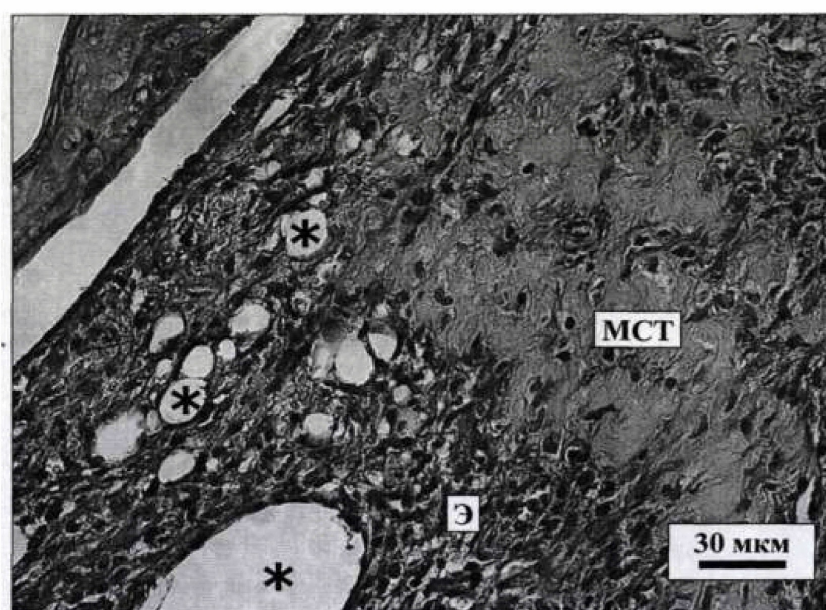
2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что основание выполнено размером 500×120 мм, рама выполнена из стали размером 464×590×590 мм.

1

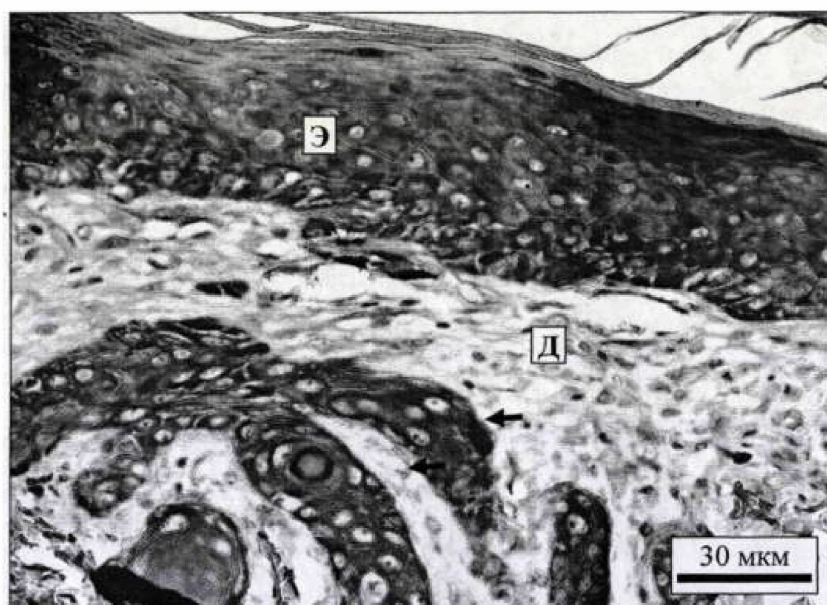


Фигура 1

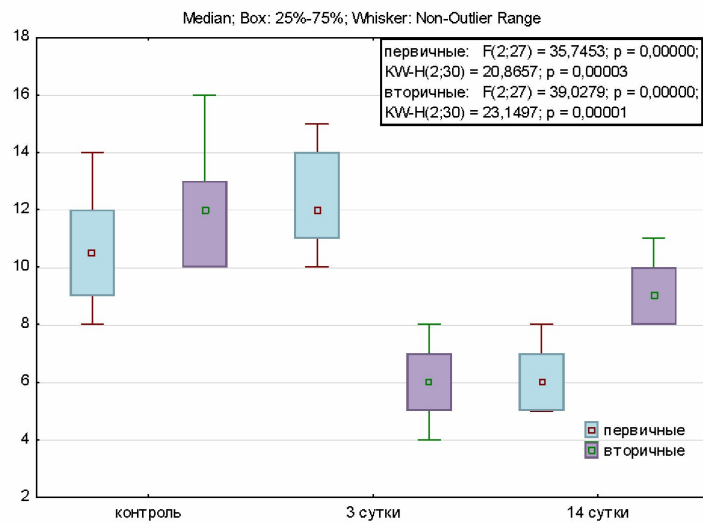
2



Фигура 2



Фигура 3



Фигура 4