

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ КРИОПОВРЕЖДЕНИЙ

*Валентюкевич А.Л., Меламед В.Д., Войнюш А.В., Войтушко А. С.  
УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь*

**Актуальность.** Непредсказуемость климатических условий нашей страны в прошедший зимний период стала причиной резкого увеличения пациентов с отморожениями. Хирурги столкнулись с определенными трудностями определения степени криоповреждения и тактики лечения как на до-, так и на госпитальном этапах. В комбустиологии остается много нерешенных вопросов патогенеза, диагностики и лечения данного контингента пациентов [1,2], для решения которых необходимы исследования, направленные на разработку экспериментальной модели холодовой травмы.

**Цель.** Создание устройства, позволяющего моделировать контактные отморожения различной степени тяжести.

**Материалы и методы.** В эксперименте использовали 45 белых лабораторных крыс линии “Wyster” массой тела 190-240 грамм, возрастом 5-6 месяцев. Площадь воспроизведенного криоповреждения составляла  $7.58 \pm 0.02\%$  от общей площади поверхности тела лабораторного животного и рассчитывалась по формуле Мее-Рубнера в модификации Lee [3]. Подопытные животные находились на стандартном рационе питания. Все манипуляции проводились под эфирным наркозом по закрытому контуру. Работа проведена с соблюдением «Правил и норм гуманного обращения с биологическими объектами исследований» УО «Гродненский государственный медицинский университет».

Нами разработано устройство (пат. ВУ 12002 от 01.04.2019), состоящее из холодого контейнера (1) в форме закрытого цилиндра, который выполнен из меди, так как данный металл обладает высокой теплопроводностью, что обеспечивает равномерное охлаждение всей поверхности непосредственно контактирующей с кожей лабораторного животного. В верхнем основании цилиндра впаяна медная канюля (2) для введения холодого раствора. В качестве реагента использовали жидкий азот с удельной плотностью  $0,808 \text{ г/см}^3$ , точкой кипения  $77,4 \text{ К.}$ , температурой  $-195,75 \text{ }^\circ\text{C}$ . В верхней части цилиндра расположена рукоятка (3), которая исключает нежелательное холодое воздействие на исследователя и позволяет свободно манипулировать устройством. Все элементы, кроме нижней части емкости, теплоизолированы войлоком (4) толщиной 5 мм и алюминиевой фольгой (5) (рис. 1,2).

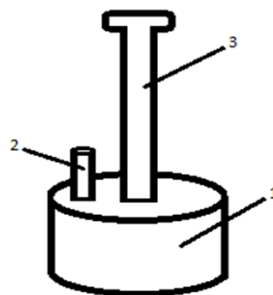


Рисунок 1. – Устройство для моделирования отморожений различной степени тяжести

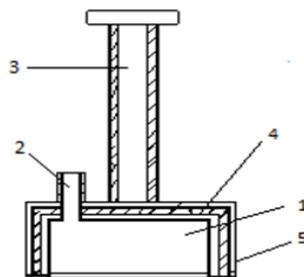


Рисунок 2. – Устройство для моделирования отморожений различной степени тяжести в разрезе

Устройство использовали следующим образом. Нетеплоизолированной частью холодной контейнер (1) прикладывали к спине крысы в межлопаточной области, удерживая за рукоятку (3). Холодовой раствор (жидкий азот) при помощи медицинского шприца через канюлю (2) вводили в холодной контейнер (1). Закрытая система предотвращала быстрое испарение жидкого азота. Холодовой раствор охлаждал стенки холодого контейнера и непосредственно нижнюю, наиболее тонкую и нетеплоизолированную, которая соприкасалась с кожей лабораторного животного. Температуру в месте контакта контролировали с помощью термодары, показатели которой регистрировали на мультиметре. Варьирование параметром временного фактора позволяло моделировать стандартизированные отморожения различной степени тяжести.

**Результаты.** 5-секундной экспозиции холодого воздействия в зоне межлопаточной области требовалось для воспроизведения поверхностного отморожения. При этом кожа в месте контакта приобретала белесоватый окрас,

который сменялся незначительной гиперемией. Гистологически определялся диффузный отек мягких тканей. На 5-й день после моделирования воспалительные изменения регрессировали, и к 7-м суткам кожные покровы визуально не отличались от подлежащих тканей.

Для моделирования глубокого отморожения было необходимо 30 - секундного воздействия соприкосновения устройства с кожей. При этом зона криоповреждения представляла собой гомогенную белую поверхность с единичными петехиями различного размера и ярко-белой перифокальной областью. На 3-и сутки кожа в месте контакта стала бурого цвета, резко утолщенная, не смещаемая, в складку не собиралась. Перифокальная зона стала бледнее интактной кожи. Микроскопически в центре воздействия определялись некротические массы в виде «островков», окруженные лейкоцитами. Эпидермис и дерма были разрушены. Дно дефекта выполняли подкожно-жировая клетчатка и мышечная ткань с отеком и множественными очагами некроза. К 7-м суткам в области отморожения определялся темно-бурый плотный сухой струп, который по периферии отслаивался. Микроскопически в области холодого воздействия выявлялся глубокий очаг некроза с вовлечением кожи, подкожной клетчатки и мышечной ткани и наличием неравномерно выраженной лейкоцитарной инфильтрации. К 21-м суткам в центре холодого воздействия сохранялся дефект мягких тканей, покрытый плотной коркой. Гистологически определялся незначительный по объему очаг некроза, окруженный формирующейся молодой соединительной тканью, которая неравномерно инфильтрирована значительным количеством гранулоцитов и агранулоцитов.

**Выводы.** Разработанное устройство не затратно в изготовлении, удобно и безопасно при применении, позволяет воспроизводить отморожения различной степени тяжести в интересах поставленных исследовательских задач.

### **Литература.**

1. Fabian, C.J. Retrospective cohort study examining treatments and operative interventions for frostbite in a tertiary care hospital / C.J. Fabian // *Original Research*. – 2017. – Vol. 19, iss. 2. – P. 88–95.
2. Шаповалов, К. Г. Отморожения в практике врача анестезиолога-реаниматолога / К.Г. Шаповалов // *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. – 2019. – Т.16, № 1. – С. 63–68.
3. Осиков, М. В. Динамика репаративных процессов при экспериментальной термической травме в условиях применения трансдермальной пленки с эритропоетином / М.В. Осиков, Е.В. Симонян, Ж.А. Голощапова, О.Т. Саедгалина, Т.И. Бирюкова // *Современные проблемы науки и образования*. – 2017. – № 1.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/viewid=26068>