

**О.В. Попова<sup>1</sup>, С.В. Копылова<sup>1</sup>, О.А. Николаева<sup>2</sup>**  
**ВЛИЯНИЕ КРИОТЕРАПИИ НА РЕГЕНЕРАТИВНУЮ СПОСОБНОСТЬ**  
**МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ ПРИ РАЗРЫВЕ**  
**ПОЛУСУХОЖИЛЬНОЙ МЫШЦЫ У КРЫС.**

**Научный руководитель: канд. мед. наук И.И. Николаев<sup>1</sup>**

*Кафедра физиологии и анатомии*

<sup>1</sup>*Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,  
Нижний Новгород*

*Кафедра акушерства и гинекологии*

<sup>2</sup>*Приволжский исследовательский медицинский университет  
Нижний Новгород*

**O.V. Popova<sup>1</sup>, S.V. Kopylova<sup>1</sup>, O.A. Nikolaeva<sup>2</sup>**  
**INFLUENCE OF CRYOTHERAPY ON THE REGENERATIVE ABILITY**  
**OF MUSCLE TISSUE DURING RUPTURE**  
**OF THE SEMI-TENDONUS MUSCLE IN RATS.**

**Tutor: PhD I.I. Nikolaev<sup>1</sup>**

*Department of Physiology and Anatomy*

<sup>1</sup>*Nizhny Novgorod State University N.I. Lobachevsky, Nizhny Novgorod*

*Department of Obstetrics and Gynecology*

<sup>2</sup>*Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod*

**Резюме.** Адаптирован метод моделирования разрыва полусухожильной мышцы на лабораторных животных (крысах), получена воспроизводимая модель. Доказано, что при проведении лечения травмы криотерапией функциональная активность лабораторных животных восстанавливается быстрее, чем без действия сверхнизких температур, что говорит об эффективности данного вида лечения. Полное восстановление физической и функциональной активности крысы происходит на 10 сутки.

**Ключевые слова:** криотерапия, разрыв мышц, регенерация тканей.

**Resume.** A method for modeling a rupture of the semitendinosus muscle on laboratory animals (rats) has been adapted, and a reproducible model has been obtained. It has been proven that during the treatment of trauma by cryotherapy, the functional activity of laboratory animals is restored faster than without the action of ultra-low temperatures, which indicates the effectiveness of this type of treatment. Full recovery of the physical and functional activity of the rat occurs on the 10th day.

**Keywords:** cryotherapy, muscle rupture, tissue regeneration.

**Актуальность.** К наиболее распространенным заболеваниям опорно-двигательного аппарата среди спортсменов относят ушибы, вывихи, растяжения и разрывы связок, сухожилий, мышц, переломы костей, остеоартроз (Рябов и др., 2017). Травмы при занятиях спортом возникают относительно редко по сравнению с другими видами травматизма и составляют около 3% от общего числа травм. Однако спортивная травма имеет собственную специфику. В связи с этим необходимо создание мощной физиологической базы профилактики (Тарасов и др., 2019). При своевременном лечении травмированных пациентов возможно полное восстановление мышечной ткани с последующим возвращением в спорт и ведением активного образа жизни. Одним из способов профилактики и лечения разрыва мышц является криотерапия. Основные эффекты действия криотерапии: снятие боли,

уменьшение воспалительного отека и ликвидация мышечного спазма. По данным ряда авторов, холод оказывает антигипоксическое, гемостатическое и репаративное действие. Местное холодное воздействие приводит к локальному замедлению обменных процессов в охлажденных тканях, снижению потребности и потребления ими кислорода. Начальная реакция мелких и средних сосудов на охлаждение выражается сужением мелких капилляров и артериол кожи, замедлением скорости кровотока. Этим объясняют гемостатические свойства криотерапии (И.А. Буренина, 2014).

**Цель:** установить влияние криотерапии на регенеративную способность мышечной ткани при разрыве полусухожильной мышцы у крыс.

**Задачи:**

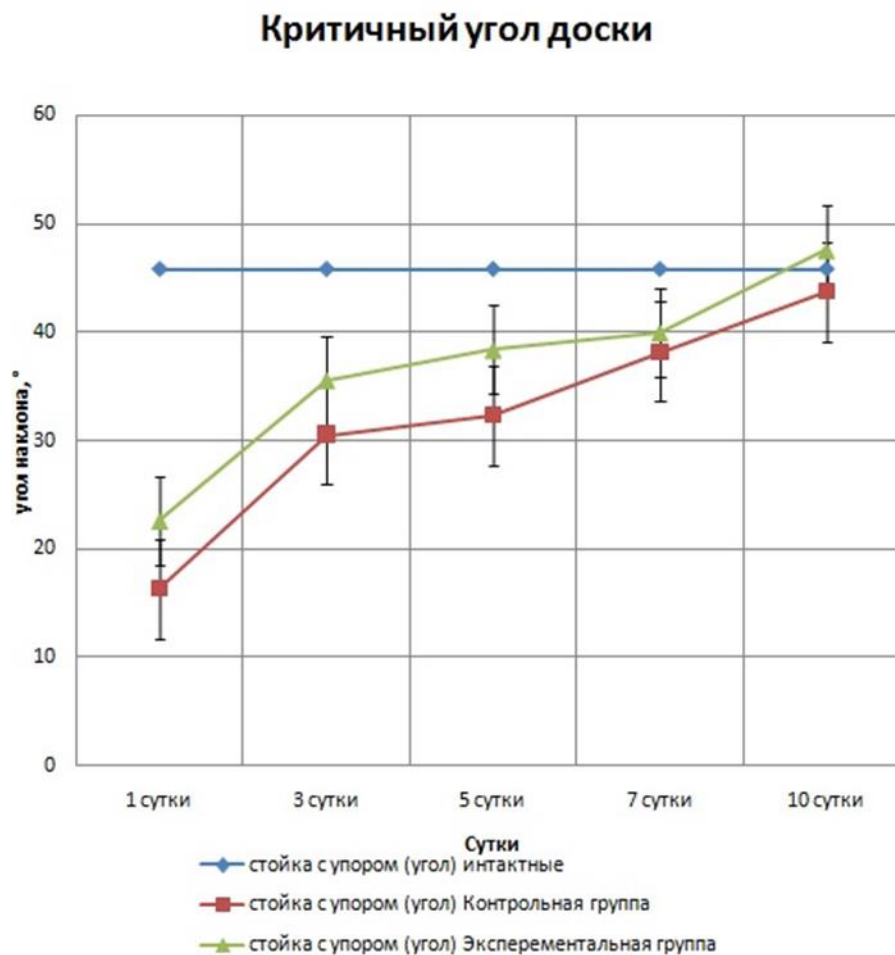
1. Адаптировать метод моделирования разрыва полусухожильной мышцы на лабораторных животных (крысах), получить воспроизводимую модель в эксперименте.

2. Выявить влияние криотерапии на регенеративную способность мышечной ткани. 3. Определить сроки восстановления физической и функциональной активности у крыс.

**Материалы и методы.** Исследования проводили на крысах линии Wistar в возрасте 6-ти месяцев и массой 250-300 г. Животных содержали в виварии, оборудованном согласно требованиям «Санитарных правил по устройству, оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник (вивариев)» №1733-ст. Исследования осуществляли в соответствии с правилами проведения работ и использования экспериментальных животных (межгосударственный стандарт ГОСТ 33216-2014 от 01.07.2016), Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых в экспериментах и иных научных целях» от 22 сентября 2010 года и ФЗ РФ «О защите животных от жестокого обращения» от 01.01.1997. Животные были разделены на группы следующим образом: 1 группа - интактная, 2 группа - контрольная, животные, которым моделировали травму, 3 группа - экспериментальная - животные, которым моделировали травму и проводили лечение криотерапией. Для разрыва полусухожильной мышцы использовали методику с рассечением мышцы (О.Н. Чернова и др. Экспериментальные модели для изучения регенерации поперечнополосатой скелетной мышечной ткани. Лосев И.И., Чемидронов С.Н., Гепашвили П.А. Устройство для резекции скелетной мышцы). Криотерапевтическое воздействие проводили криораспылителем до моделирования разрыва полусухожильной мышцы в течение 2-3 секунд парами жидкого азота. Температура воздействия составила  $-196^{\circ}\text{C}$ . Функциональную способность оценивали по показателю стойки с упором на задние лапы с «замиранием», где увеличивали угол нагрузки до тех пор, пока крыса была способна удержаться на ней («критичный» уровень), тем самым оценивали силу удержания и цеплятельную способность животного. Функциональную оценку крыс проводили на 1,3,5,7,10 сутки после лечения. Физическую активность оценивали по методу «вынужденного плавания» в цилиндрическом бассейне. В качестве груза использовали гирьку весом 10% от массы тела крысы (25-30 г), которую фиксировали в области крестца животного бинтовой повязкой. Засекали время удержания крысы на плаву, тем самым оценивали силу и выносливость. Оценка проводили на 7,8,9,10,11 сутки.

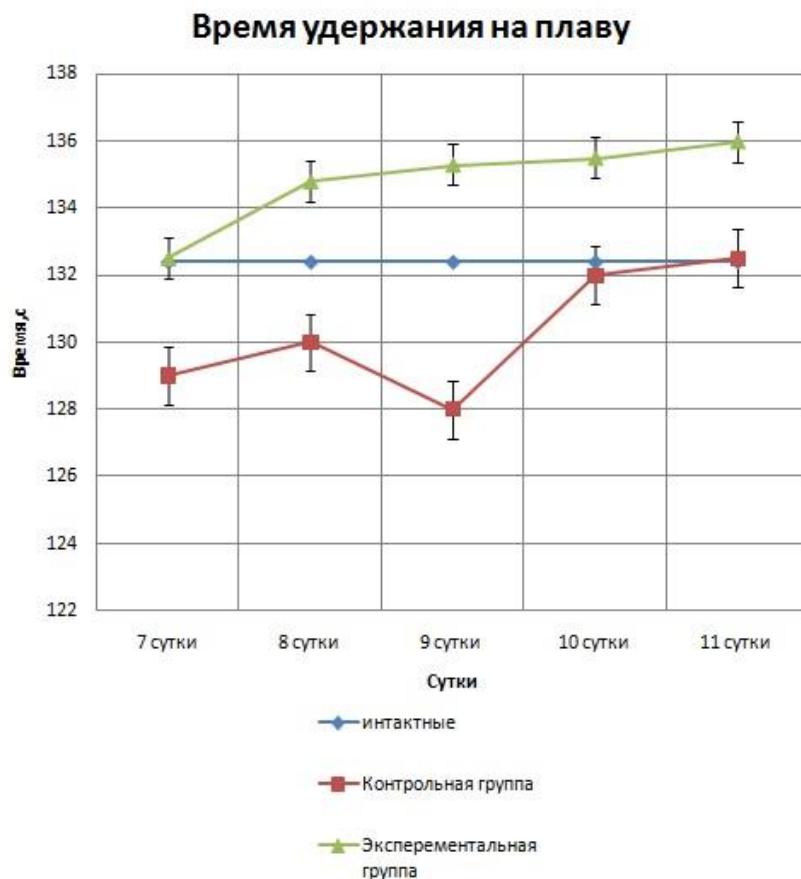
Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью пакета программ BioStat и MicrosoftExcel. Результаты представлялись в виде диаграммы со стандартной ошибкой среднего. Достоверность различий определяли по критерию t-критерию Стьюдента.

**Результаты и их обсуждение:** В эксперименте получены статистически значимые различия по отношению к интактной и контрольной группам ( $p < 0,05$ )



**Рис. 1** – «Критичный» угол доски на 1,3,5,7,10 сутки после операции

Из рисунка 1 видно, что крысы экспериментальной группы, могут удержаться при более большем угле. Таким образом, можно сделать вывод, что у крыс полусухожильная мышца восстановилась и сила лап увеличилась, причём, группа с криотерапией показала результаты лучше. «Критичный» угол, при котором крыса могла удержаться на деревянном станке на 10 сутки после операции по сравнению с контрольной группой: у экспериментальной группы увеличился на  $3,8 \pm 0,06$ .



**Рис. 2** – Время удержания на плаву с грузом на 7,8,9,10,11 сутки после операции

Из рисунка 2 видно, что крысы экспериментальной группы могут удержаться на плаву дольше. Таким образом, можно сделать вывод, что у крыс полусухожильная мышца восстановилась, сила и выносливость увеличились, причём, группа с криотерапией показала результаты лучше, чем контрольная. Среднее время удержания крысы на плаву при плавании с грузом по сравнению с контрольной группой на 11 сутки после операции: у экспериментальной группы больше на  $1,5 \pm 0,28$ .

**Выводы:** полученные в ходе эксперимента данные свидетельствуют о том, что криотерапия способствует регенеративным процессам мышечной ткани.

### Литература

1. Агаджанян Н.А., Шабатура Н.Н. Биоритмы, спорт, здоровье. М.: Физкультура и спорт, 1989. 208 с.
2. Иванов В.И., Татьянченко В.К., Елфимов А.Л., Прохорский Д.А., Андреев Е.В., Иванов Д.В. // Морфофункциональные аспекты регенерации и адаптационной дифференцировки структурных компонентов опорнодвигательного аппарата в условиях механических воздействий: Материалы междунар. науч.-практ. конф. Курган, 2004. С. 118–120.
3. Каптелин А.Ф. Восстановительное лечение при травмах и деформациях опорно-двигательного аппарата. Москва. Медицина, 1969. – С.12-34.
4. Politi P.K., Navaki S., Manta P. et al. Bupivacaineinduced regeneration of rat soleus muscle: ultrastructural and immunohistochemical aspects. Ultrastruct. Pathol. 2006; 30(6): 461-9.
5. Mescher, A. L. Junqueira’s basic histology, text and atlas. Thirteenth edition. NY : McGraw-Hill Education, 2013.