

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ
КАФЕДРА ЗООЛОГИИ И ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ

Направление подготовки 06.04.01 Биология
Магистерская программа «Зоология»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРА
КИТАЕВОЙ КРИСТИНЫ ВИКТОРОВНЫ
**МОРФОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЫШЦ «БЫСТРОГО» И
«МЕДЛЕННОГО» ТИПОВ ПРИ ИММОБИЛИЗАЦИОННОМ И
ХОЛОДОВОМ СТРЕССЕ У СОНЬ *GLIS GLIS* И *DRYOMYS NITEDULA***

Работа завершена:

"22" мая 2016 г. Китаева (Китаева К.В.)

Работа допущена к защите:

Научные руководители:

Кандидат биологических наук, ассистент

"22" мая 2016 г. Гусев (Гусев О.А.)

Младший научный сотрудник КИББ КазНЦ РАН

"22" июня 2016 г. Тяпкина (Тяпкина О.В.)

Заведующий кафедрой

Кандидат биологических наук, доцент

"31" июля 2016 г. Сабиров (Сабиров Р.М.)

Казань-2016

СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	7
1.1 Мышечная атрофия.....	7
1.1.1. Морфометрические показатели при функциональной разгрузке мышц у млекопитающих.....	8
1.1.2. Скелетная мускулатура человека в условиях космического полета.....	10
1.2 Гибернация.....	12
1.2.1 Морфологические изменения скелетной мускулатуры в период гибернации.....	13
1.2.2 Гетеротермия зимнеспящих млекопитающих.....	17
1.3 Соневые (<i>Gliridae</i>).....	19
1.3.1 Лесная соня (<i>Dryomys nitedula</i>).....	20
1.3.2 Соня-полчок (<i>Glis glis</i>).....	20
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	22
2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.....	22
2.1 Объект исследования.....	22
2.2 Гистологические методы.....	24
2.3 Биохимические методы.....	25
3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.....	26
3.1. Морфометрическое исследование <i>m. EDL</i> и <i>m. soleus</i> лесных сонь (<i>Dryomys nitedula</i>) после 14-суточного пребывания в условиях гипокинезии и холодового стресса.....	26
3.2. Анализ соотношения массы мышц <i>m. EDL</i> и <i>m. soleus</i> к массе тела у лесных сонь (<i>Dryomys nitedula</i>) после 14-суточного пребывания в условиях гипокинезии и холода.....	31

3.3 Исследование изоформного состава тяжелых цепей миозина <i>m. EDL</i> и <i>m. soleus</i> лесных сонь (<i>Dryomys nitedula</i>) после 14-суточного пребывания в условиях гипокинезии и холодового стресса.....	34
3.4 Морфометрическое исследование <i>m. EDL</i> и <i>m. soleus</i> сони-полочка (<i>Glis glis</i>) после 14-суточного пребывания в условиях гипокинезии и холодового стресса.....	35
3.5 Анализ соотношения массы мышц <i>m. EDL</i> и <i>m. soleus</i> к массе тела у сони-полочка (<i>Glis glis</i>) после 14-суточного пребывания в условиях гипокинезии и холодового стресса.....	37
3.6 Исследование изоформного состава тяжелых цепей миозина <i>m. soleus</i> сони-полочка (<i>Glis glis</i>) после 14-суточного пребывания в условиях гипокинезии и холодового стресса.....	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	42
ВЫВОДЫ.....	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	47

РЕФЕРАТ

Ключевые слова: скелетная мускулатура, атрофия, гибернация, иммобилизация, площадь поперечного сечения волокна, сони, *Glis glis*, *Dryomys nitedula*, ТЦМ, мышечная разгрузка, «медленная» мышца.

Проведено исследование влияния холодового стресса и иммобилизационной гипокинезии на морфологические и биохимические характеристики мышц «быстрого» и «медленного» типов двух видов сонь *Dryomys nitedula* (лесной сони, $n=12$, $122.5 \pm 1,2$ г) и *Glis glis* (сони-полочка, $n=12$, $122.5 \pm 1,2$ гр). Сони были разделены на три группы – «контроль», «холодовой стресс», «иммобилизационная гипокинезия». Животные контрольной группы содержались в стандартных условиях вивария. Сони группы «холодовой стресс» находились при температуре в клетке -2° – $+2^{\circ}$ С. Сони из группы «гипокинезия» находились в специальных пеналах с ограничением подвижности. Морфометрический анализ как «медленной» *m. soleus*, так и «быстрой» *m. EDL* у животных обоих видов показал отсутствие значимых изменений ($p>0,05$) после иммобилизации. После холодового стресса было выявлено увеличению площади поперечного сечения волокон только в *m. soleus*. Биохимический анализ *m. soleus* выявил увеличение содержания «медленной» изоформы I ТЦМ у обоих видов сонь после иммобилизационной гипокинезии и холодового стресса. Полученные данные полностью согласуются с литературой по зимнеспящим млекопитающим, а также подтверждают гипотезу о наличии у сонь обоих видов адаптации не только к гипокинезии, вызванной спячкой, но и вынужденной иммобилизации бодрствующих животных. Обнаруженная адаптация может позволить включить сонь в ряд модельных биообъектов в астробиологических исследованиях.

Объем дипломной работы – 53 страницы, включает 24 рисунка. Библиография 55 наименований.

ВВЕДЕНИЕ

Научно-технический прогресс привел человека к возможности активного исследования и покорения космоса. Однако человеческий организм столкнулся с рядом серьезных проблем, связанных с влиянием микрогравитации и гиподинамии в частности, на скелетную мускулатуру в условиях космического полета. Для исследования механизмов лежащих в основе атрофии мышц под действием измененной гравитации и гипокинезии обычно использовались классические модельные организмы – мыши и крысы, эволюционно неприспособленные к гиподинамии в той же степени, что и человек. При этом практически неисследованными остаются животные, которые эволюционно приспособлены к условиям гиподинамии и гипокинезии, не испытывающие на себе их негативного влияния. Это представители зимнеспящих млекопитающих, в число которых входит семейство соневых (*Gliridae*).

Из литературных источников известно [Malatesta *et al.*, 2009], что некоторые представители данного семейства способны к самой продолжительной среди млекопитающих гибернации, длившейся до 9-11 месяцев в году, не обнаруживая при этом признаков мышечной атрофии. Однако в целом соневые являются малоизученными объектами. Практически отсутствуют сведения о лесной соне (*Dryomys nitedula*) – данные о реакции скелетных мышц этих животных в ответ на гипокинезию и холодовой стресс (приближенная к отрицательным значениям температура запускает спячку, и, как следствие, гипокинезию). Сони-полочки (*Glis glis*) также являются недостаточно изученным объектом в плане реакции скелетных мышц на воздействие иммобилизационной гипокинезии и холодового стресса. Эти вопросы и стали целью настоящего исследования.

Цель: выявить адаптационные механизмы, предотвращающие атрофию в мышцах «быстрого» и «медленного» типов двух видов сонь *Dryomys nitedula* (лесной сони) и *Glis glis* (сони-полчка), находящихся в условиях иммобилизационной гипокинезии и холодового стресса, в целях возможного использования этих животных в качестве модельных объектов для дальнейших астробиологических исследований.

В соответствии с поставленной целью были поставлены следующие **задачи**:

1. Изучить влияние иммобилизационной гипокинезии на морфологические и биохимические характеристики мышц «быстрого» и «медленного» типов двух видов сонь *Dryomys nitedula* (лесной сони) и *Glis glis* (сони-полчка).
2. Изучить влияние холодового стресса на морфологические и биохимические характеристики мышц «быстрого» и «медленного» типов двух видов сонь *Dryomys nitedula* (лесной сони) и *Glis glis* (сони-полчка).
3. Сопоставить эффекты иммобилизационной гипокинезии и холодового стресса на исследуемые характеристики мышц «быстрого» и «медленного» типов двух видов сонь *Dryomys nitedula* (лесной сони) и *Glis glis* (сони-полчка).

ВЫВОДЫ:

1. Иммобилизационная гипокинезия у сонь видов *Dryomys nitedula* (лесной сони) и *Glis glis* (сони-полчка) не приводит к атрофии мышц «быстрого» и «медленного» типов.
2. Холодовой стресс у сонь видов *Dryomys nitedula* (лесной сони) и *Glis glis* (сони-полчка) не приводит к атрофии мышц «быстрого» и «медленного» типов.
3. У сонь видов *Dryomys nitedula* (лесной сони) и *Glis glis* (сони-полчка) иммобилизационная гипокинезия и холодовой стресс приводили к усилению экспрессии «медленной» изоформы тяжелых цепей миозина, что можно рассматривать как адаптационный механизм, препятствующий атрофии.
4. Отсутствие атрофии в мышцах *m. soleus* и *m. EDL* позволяет рассматривать лесную соню (*Dryomys nitedula*) и соню-полчка (*Glis glis*) в качестве модельного биообъекта для дальнейших астробиологических исследований.