

Влияние моделируемой гравитационной разгрузки и нервно-мышечной хронической низкочастотной электромиостимуляции на объемную плотность и функции митохондрий камбаловидной мышцы крыс Wistar

Анастасия А. Кулишенко^{1,2}, Борис С. Шенкман¹, Роман О. Боков¹, Глеб В. Галкин¹, Кристина А. Шарло¹, Ольга В. Туртикова¹, Лора Е. Бакеева², Екатерина Н. Скитева^{1,3}, Валерия Б. Вайс², Ирина М. Вангели²

¹ Государственный научный центр Российской Федерации - Институт медико-биологических проблем Российской академии наук

² Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

³ Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт им. проф. А.Л. Поленова – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения Национального медицинского исследовательского центра им. В.А. Алмазова, Россия

aakulishenko2001@mail.ru

Снижение выносливости и ухудшение состояния опорно-двигательного аппарата является одной из важных проблем при выполнении космических миссий. Известно, что скелетные мышцы, в частности, позная камбаловидная мышца (*m. soleus*), подвергаются значительным изменениям в условиях микрогравитации. Митохондрии скелетных мышц играют ключевую роль в поддержании их функционирования, однако их адаптация к гравитационной разгрузке мало изучена. Метод электромиостимуляции является средством профилактики для предотвращения атрофии скелетных мышц космонавтов и потенциально способен предупреждать дисфункцию митохондрий. Цель работы – исследовать влияние моделируемой гравитационной разгрузки и нервно-мышечной хронической низкочастотной электромиостимуляции на объемную плотность и функции митохондрий *m. soleus*.

Моделирование гравитационной разгрузки (14 суток) провели на самцах крыс Wistar (180–210 гр) с использованием антиортостатического вывешивания. Хроническую низкочастотную электромиостимуляцию (10 Гц, 0.2–0.4 А, 8 ч/сутки, 14 суток) *m. soleus* осуществили через *n. ischiaticus* с помощью имплантированных электродов. Контрольные (виварный контроль и вывешенная) группы животных подвергли ложной операции. Оценку объемной плотности митохондрий провели путем анализа ультратонких срезов (микроскопия) *m. soleus*. Исследование дыхательной активности митохондрий выполнили методом полярографии. Экспрессию генов *Pgc-1 α* , *Mots-c*, *Cox1* оценили методом ПЦР-RT.

Объемная плотность митохондрий вывешенных животных увеличилась, а электромиостимуляция вернула данный параметр к уровню виварного контроля. Вероятно, интенсивность атрофии медленных мышц могла превысить интенсивность снижения митохондриального объема, что согласуется с данными литературы. Гравитационная разгрузка не повлияла на параметры дыхания митохондрий. Стимуляция также увеличила дыхание утечки относительно виварного контроля и АДФ-стимулированное дыхание относительно обеих групп контроля. Наконец, стимуляция изменила экспрессию генов *Pgc-1 α* , *Mots-c*, *Cox1*. Возможно, стимуляция влияет на содержание ионов кальция и энергетическую потребность, что позволяет митохондриям справиться с нагрузкой.

Суммируя, гравитационная разгрузка привела к изменениям в митохондриальном аппарате *m. soleus*. Электромиостимуляция частично поддержала функционирование митохондрий на уровне виварного контроля.

Исследование проведено при поддержке:

1. "РНФ", грант № 22-15-00151