



## Модель силовых нагрузок у мышей

С.В. Радько, М.В. Краснова, С.В. Оковитый

ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургская государственная химико-фармацевтическая академия»  
Минздрава России, Санкт-Петербург

Контактная информация: Радько Степан Владимирович, [stepan.radko@pharminnotech.com](mailto:stepan.radko@pharminnotech.com)

Целью настоящего исследования явилась разработка модели, позволяющей имитировать силовые нагрузки у мышей. Критерием оценки был выбран показатель силы хвата передних конечностей. Было проведено сравнение двух имитационных режимов многоподходных тренировок с собственным весом. В результате исследования установлено, что использованные режимы тренировок достоверно (на 14%) повышают силу хвата передних конечностей лабораторных мышей и приводят к увеличению количества повторов в подходах более чем в два раза. Наиболее оптимальным и эффективным признан режим тренировок три раза в неделю.

**Ключевые слова:** моделирование, силовые нагрузки, сила хвата.

### Введение

При выполнении упражнений с отягощением движения можно разделить на динамические и статические. Статические упражнения характеризуются удержанием неподвижно рабочего веса с помощью тренируемой группы мышц. Динамические движения, в свою очередь, делятся на позитивные и негативные повторения. Позитивные повторения осуществляются с помощью тренируемой группы мышц путем ее сокращения при наличии дополнительного отягощения. Негативные повторения выполняются с весом, при котором мышечного усилия недостаточно ни для динамического сокращения, ни для удержания его статически, но вес подобран таким образом, чтобы движение, обратное динамическому, было

плавным и не травмировало спортсмена. Принято считать, что человек может удерживать больший вес статически, нежели при динамическом движении. Во время негативных повторений с весом, который человек уже не может удержать даже статически, развивается наиболее сильное мышечное усилие.

Частота тренировок на протяжении недели зависит от поставленных целей. Тренировки три раза в неделю используются в силовых видах спорта, где нагрузка (т.е. увеличение рабочего веса) прогрессирует каждую неделю, и максимальный рабочий вес является конечной целью. Тренировки и три, и пять дней в неделю находят применение в упражнениях с собственным весом, где основной задачей является увеличение количества повторений.

Имитация данного процесса была положена в основу предлагаемых тренировочных режимов у животных. Были использованы именно негативные повторения, т.к. они, во-первых, являются одним из вариантов тренировок в силовых видах спорта, и, во-вторых, при этом используется естественное желание животного не утрачивать опору, т.к. вынудить его выполнять динамическую работу с весом представляется трудновыполнимым.

**Цель** настоящего исследования – разработка модели, позволяющей имитировать силовые нагрузки у мышей.

### Материалы и методы

Исследования проведены на мышцах-самцах линии C57BL/6 массой 22-24 г. Животные содержались по 10 особей в клетке в стандартных условиях вивария при температуре воздуха 18-22°C и относительной влажности воздуха 50-65%. В ходе эксперимента обеспечивался свободный доступ к воде; корм для животных выдавался из расчета 5 г/сут на 30 г массы животного.

Все эксперименты выполняли в соответствии с Национальным стандартом РФ ГОСТ Р-53434-2009 «Принципы надлежащей лабораторной практики», Приказом Минздрава РФ от 01.04.2016 г. № 199н «Об утверждении правил надлежащей лабораторной практики».

Мыши были разделены на три группы. Группы 1 и 2 выполняли «негативные повторения» для передних лап. Животному давали ухватиться за участок закрепленной проволоки динамометра и плавно, в сопротивление естественному движению – желанию подтянуть себя к проволоке, оттягивали до выпрямления

лап, но так, чтобы животное не разжимало лап. Затем усилие уменьшали (но не бросали резко и не снижали совсем), давая животному подтянуть себя обратно. Повторы делали до тех пор, пока экспериментатор не ощущал отсутствия у животного силы притягивать себя к проволоке, после чего мыши давались 1 мин отдыха и подход повторялся. Всего выполнялось три подхода. Первая группа делала их пять дней подряд каждую неделю в течение трех недель, вторая – через день. Контрольная группа не выполняла никаких тренировок.

До и после начала тренировочного цикла измерялась сила хвата передних конечностей с помощью динамометра (Bioseb grip strength meter, model: BIO-GS3, Франция). Суммарное количество повторений в каждой группе оценивали исходно, а также после первой, второй и третьей недели тренировок.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью пакета программ «Statistica 6.0». Осуществляли проверку нормальности распределения количественных признаков при малом числе наблюдений с использованием W-критерия Шапиро-Уилка, оценивали значимость различий при нормальном распределении количественных признаков с помощью t-критерия Стьюдента (для независимых выборок). Статистическую значимость изменений показателей в динамике у животных одной и той же группы оценивали с использованием критерия Вилкоксона для связанных выборок. Числовые данные, приводимые в таблицах, представлены в виде средней арифметической (M) ± стандартное отклонение (SD). Уровень доверительной вероятности был задан равным 95%.

### Результаты и их обсуждение

В ходе апробации тренировочных режимов было установлено, что, в отличие от контрольной группы, где какая-либо динамика отсутствовала, в группах 1 и 2, выполнявших негативные повторения, сила хвата достоверно выросла по сравнению с исходным уровнем в 1,15

и в 1,14 раза соответственно; по сравнению с контролем – в 1,2 и 1,18 раза соответственно (табл., рис. 1).

Замер общего количества «негативных повторений» для групп 1 и 2 показал их достоверное увеличение относительно исходного результата в 2,28 и в 2,13 раза соответственно (рис. 2).

Таблица

Влияние различных тренировочных режимов на силу хвата

Группа	Сила хвата, ньютоны (Н)	
	исходно	после тренировок
Контроль	32,00±0,70	31,60±1,14
Группа 1	33,13±2,99	38,0±4,43 <sup>1,2</sup>
Группа 2	32,75±3,37	37,38±4,37 <sup>1,2</sup>

Примечание: <sup>1</sup> – достоверные отличия от соответствующего исходного показателя ( $p < 0,05$ );  
<sup>2</sup> – достоверные отличия от соответствующего показателя контрольной группы ( $p < 0,005$ ).

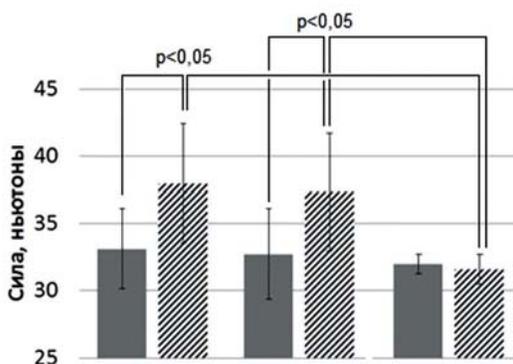


Рис. 1. Влияние различных тренировочных режимов на силу хвата.

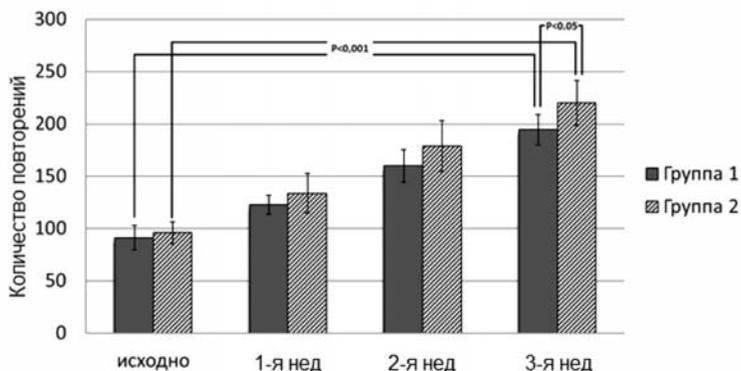


Рис. 2. Суммарное количество повторений в группах 1 и 2.

В контрольной группе данный показатель достоверно не изменился, оставшись практически на прежнем уровне.

Очевидно, отсутствие различий между тренировочными режимами, заданными в группах 1 и 2, обусловлено тем, что животные не могут выполнять работу до отказа, преодолевая болевые ощущения. Таким образом, нагрузка не была критичной, и модель имитирует работу с собственным весом. Следует отметить, что количество повторений упражнений у людей также возрастает как в случае тренировок пять раз в неделю, так и при занятиях через день [1].

Другим объяснением может быть то, что в подтягиваниях (взяты в качестве примера, как наиболее сходный по биомеханике движения и работы с собственным весом) у людей одним из лимитирующих факторов является сила хвата [2, 3]. Для её увеличения после достижения определенного предела требуются специальные тренировки. Возможно, обе группы достигли своего предела в этом показателе, и его дальнейшее увеличение с помощью использованной методики является затруднительным.

## Выводы

1. Изученные тренировочные режимы пять раз в неделю или через день (три раза в неделю) имитируют многоподходные тренировки с собственным весом, позволяя одинаково увеличить силовые показатели передних конечностей у животных.

2. По влиянию на число повторений при тренировке режим с нагрузками три раза в неделю оказался более эффективным, чем при тренировках пять раз в неделю.

3. Учитывая меньшую трудоемкость и несколько большую эффективность, предпочтительным является режим тренировок через день в течение трех недель.

## Список литературы

1. Антонов А.В. Основы силового тренинга. – М.: Ironworld. 2015. 169 с.
2. Власенко П.С., Байковский Ю.В. Количественное определение специфической изометрической силы мышц сгибателей пальцев и ее взаимосвязь с проявлением силовых способностей при занятии скалолазанием // Спортивная физиология. Теория и практика. 2013. № 3. С. 46-49.
3. Watts P.B. Physiology of difficult rock climbing // Eur. J. of Applied physiology. 2004. No. 4. Vol. 9. P. 361-372.

## The model of strength training in mice

S.V. Radko, M.V. Krasnova, S.V. Okovitiy

The aim of the study was to develop a model allowing simulating the strength training in mice. The grip strength index of forelimbs was chosen as criteria of assessing. Two models with a body weight exercise were compared. The study found that used training modes allowed significantly (14%) increase the grip strength index of forelimbs of laboratory mice and lead to an increase in the number of repeats in the approaches in more than 2 times. The most optimal and effective training regime recognized three times a week.

**Key words:** modeling, strength training, grip strength.