

Самсонова, А.В. Гипоксическая силовая тренировка (KAATSU-TRAINING) / А.В. Самсонова, Е.П. Токмакова // Труды кафедры биомеханики университета имени П.Ф.Лесгафта, 2016.- Вып.10.- С. 32-36.

УДК 796.015.686

## **ГИПОКСИЧЕСКАЯ СИЛОВАЯ ТРЕНИРОВКА (KAATSU TRAINING)**

**Самсонова Алла Владимировна**, д.п.н., профессор, заведующая кафедрой Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, кафедра биомеханики

**Токмакова Елена Петровна**, аспирант

Санкт-Петербургский государственный университет, кафедра экономической кибернетики

**Аннотация.** В статье представлен обзор нового метода силового тренинга – гипоксической силовой тренировки (*KAATSU Training*), впервые разработанной японским ученым Йошиаки Сато в 70-х гг. XX в. Такой тип тренировки позволяет за короткий отрезок времени повысить уровень силы скелетных мышц или не допустить их атрофию, что очень важно в медико-спортивной реабилитации спортсменов после травмы. Авторы описали основные цели и задачи гипоксической силовой тренировки, особенности ее методики, результаты ее применения, механизмы, лежащие в основе воздействия гипоксической силовой тренировки на скелетные мышцы человека, проанализировав основные достижения в данной области отечественных и зарубежных ученых.

**Ключевые слова:** гипоксическая силовая тренировка, гипоксическая тренировка, тренинг с ограничением кровотока, *KAATSU* тренировка, гипертрофия скелетных мышц, предотвращение атрофии скелетных мышц.

## **HYPOXIC STRENGTH TRAINING (KAATSU TRAINING)**

**Alla V. Samsonova**, HD, Professor, Head of Department

Lesgaft National State University of Physical Culture, Sports and Health, St. Petersburg, Department of Biomechanics

**Elena P. Tokmakova**, Postgraduate Student

Saint Petersburg State University, Department of Economic Cybernetics

**Abstract.** The article provides an overview of the new method of strength training, hypoxic strength training (*KAATSU Training*), pioneered by Japanese scientist Yoshiaki Sato in 70<sup>s</sup> in 20<sup>th</sup> century. This type of training allows to raise the level of skeletal muscle strength in a short period of time, or to prevent the muscle atrophy, which is very important in medical and sports rehabilitation of athletes after injury. The authors have described the main aims and objectives of hypoxic strength training, special aspects of it's methodology, the results of it's application, the underlying mechanisms of the effects of hypoxic strength training on human skeletal muscles, have analyzed the main achievements of domestic and foreign scientists in the field.

**Keywords:** hypoxic strength training, hypoxic training, training with blood flow restriction, *KAATSU Training*, hypertrophy of skeletal muscles, prevention of skeletal muscle atrophy.

## ВВЕДЕНИЕ

Методика гипоксической (гипоксия – кислородное голодание) силовой тренировки, позволяющая увеличить силу и добиться значительной гипертрофии скелетных мышц была разработана японским ученым Йошиаки Сато в 70-х годах XX века и получила название *KAATSU TRAINING* (дополнительное давление). Суть методики заключалась в том, что при выполнении силовых упражнений, а также иногда и во время отдыха между сетами, посредством бароманжеты, которая накладывалась на верхнюю или нижнюю конечность, частично ограничивался кровоток в артериях (рис. 1). Последующие исследования показали, что такого рода гипоксическая силовая тренировка очень эффективна для увеличения силы скелетных мышц человека и их гипертрофии.



Рис. 1. Момент проведения эксперимента [7]

### *Цели и задачи гипоксической силовой тренировки*

В основном гипоксическая силовая тренировка применяется в двух направлениях. Во-первых, эта разновидность силовой тренировки используется индивидуумами различного возраста, пола и уровня подготовленности (в том числе и спортсменами) для увеличения силы и гипертрофии скелетных мышц [2, 8, 6]. Во-вторых, гипоксическая силовая тренировка используется для уменьшения последствий атрофии мышц после травм и хирургических операций [4, 3].

### *Организация и методы гипоксической силовой тренировки*

Для гипоксической силовой тренировки используются манжеты шириной от 30 мм до 135 мм, в которых при выполнении силовых упражнений сохраняется давление от 100 до 240 мм рт. ст. В некоторых программах тренировки давление в манжетах сохраняется только в течение выполнения силовых упражнений, в других – еще и в паузах отдыха между сетами. Особенностью гипоксической силовой

тренировки являются короткие паузы между сетами – 30 секунд и невысокий уровень внешней нагрузки (таблица 1).

Таблица 1.

**Некоторые виды программ гипоксической силовой тренировки**

Автор, год	Кол-во тренировок в день	Кол-во сетов	Кол-во повторений в сете	Длительность отдыха между сетами, с	Нагрузка от максимума, %	Давление в манжете
B. Abe et al., 2005 [2]	2-3	3	15	30	20	Кратковременное 150 мм рт. ст.
M. Wernborn et al., 2007 [5]	1	4	до отказа	30	40-60	Постоянное 150 мм рт. ст.
M. Wernborn, 2009 [7]	1	3	до отказа	45	30	Постоянное 100 мм рт. ст.

*Результаты применения гипоксической силовой тренировки*

Приведем несколько научных исследований, характеризующих результаты, полученные в этих двух направлениях.

1) Увеличение силы и гипертрофия скелетных мышц человека

Одной из положительных особенностей гипоксической силовой тренировки является увеличение силы и гипертрофия скелетных мышц при достаточно коротком периоде тренировок (1-2 недели). Так, например, в исследованиях T. Abe et al. (2005) было установлено, что площадь поперечного сечения четырехглавой мышцы бедра увеличилась на 7,7% после двух недель тренировок [2]. При этом прирост площади поперечного сечения мышечных волокон I типа составил 6%, а II типа – 28% [8].

Второй положительной особенностью гипоксической силовой тренировки является использование небольших или средних отягощений (20-50% от максимума). При этом достигается эффект такого же уровня, как и при обычной силовой тренировке с отягощениями 70% от максимума и более [7].

2) Уменьшение последствий атрофии мышц после травм и хирургических операций

Y. Takarada, H. Takazawa, N. Ishii [4] в течение двух недель изучали влияние ишемии (ишемия – местное снижение кровообращения) четырехглавой мышцы бедра на уменьшение ее атрофии в группе пациентов (мужчин и женщин в возрасте 22,4±2,1 года), содержащихся на постельном режиме после хирургической операции на коленном суставе [4]. Ишемия мышцы возникала благодаря использованию бароманжеты шириной 9 см, в которой в течение пяти минут поддерживалось давление 238 мм рт. ст. В контрольной группе (без ишемии), площадь поперечного сечения мышц-разгибателей и сгибателей бедра снизилась на 20,7±2,2% и 11,3±2,6% соответственно в то время, как в экспериментальной группе, использующей ишемию четырехглавой мышцы бедра, она снизилась на 9,4±1,6% и 9,2±2,6%, соответственно. Из этого авторы сделали вывод, что ишемия мышц эффективно уменьшает атрофию разгибателей голени, вызванную послеоперационным бездействием.

По данным В. Rosenblatt [3] использование гипоксической силовой тренировки спортсменами-олимпийцами Великобритании, имеющими травмы коленного сустава, позволило повысить уровень силы четырехглавой мышцы бедра на 28% в течение 9 дней тренировки (рис. 2, таблица 2).

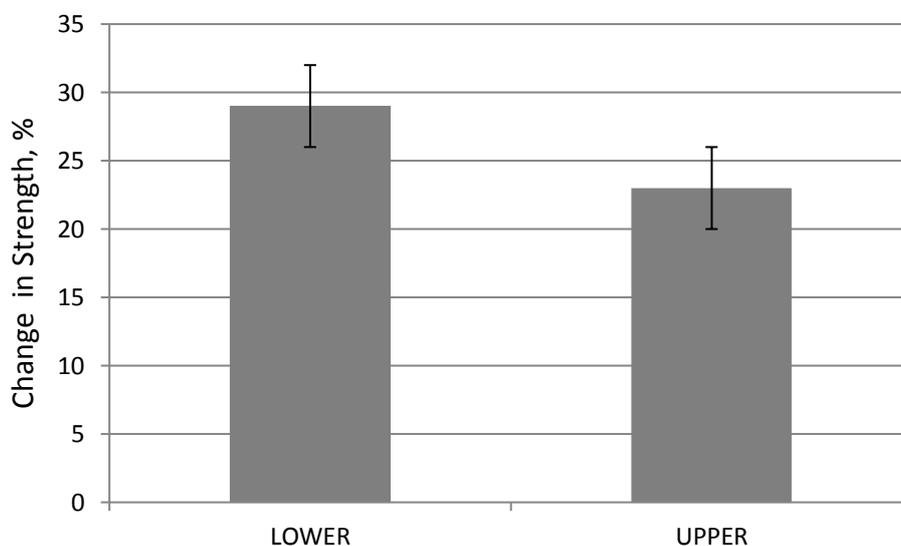


Рис. 2. Прирост силы на травмированной конечности за 9 дней тренировки методом гипоксической силовой тренировки [3]: по оси ординат – прирост силы в %, LOWER – нижние конечности; UPPER – верхние конечности

Таблица 2.

**Прирост силы мышц при использовании различных протоколов тренировки [3]**

Протокол тренировки	Количество исследуемых	Прирост силы мышц, %
V. Abe et al., 2005 [2]	12	25
M. Wernborn et al., 2007 [5]	6	28

*Механизмы, лежащие в основе воздействия гипоксической силовой тренировки на скелетные мышцы человека*

Можно выделить несколько механизмов, лежащих в основе влияния гипоксии на силу и гипертрофию скелетных мышц человека.

Во-первых, доказано, что в условиях гипоксии дополнительно рекрутируются мышечные волокна II типа [4, 7]. Это подтверждается высоким уровнем электрической активности мышц [6, 7], а также пониженным уровнем креатинфосфата в 93% быстрых мышечных волокон.

Y. Takarada, H. Takazawa, N. Ishii [4] обращают внимание на тот факт, что в мышцах ног больных сердечной недостаточностью, хроническими обструктивными заболеваниями легких и периферическими сосудистыми заболеваниями имеют место гипертрофия и увеличение процентного содержания мышечных волокон II типа. Исследования российских ученых [1] подтверждают этот факт. Показано достоверное увеличение процента мышечных волокон IIВ типа у больных хронической сердечной недостаточностью по сравнению со здоровыми индивидуумами.

Во-вторых, ишемия мышц вызывает увеличение производства активных

форм кислорода [4, 7]. Следствием этого является повреждение мембран мышечных волокон и органоидов, что приводит к делению и последующему увеличению количества клеток-сателлитов и миоядер. Возрастание количества миоядер приводит к повышению синтеза белка.

В-третьих, в гипоксических условиях в крови увеличивается уровень норадреналина, адреналина и гормона роста, что повышает анаболический фон и стимулирует синтез белка [4].

## ВЫВОДЫ

В настоящее время в зарубежной литературе активно изучаются эффекты и механизмы гипоксической силовой тренировки с небольшими или средними отягощениями. Такой тип тренировки позволяет за короткий отрезок времени повысить уровень силы скелетных мышц или не допустить их атрофию, что очень важно при спортивных травмах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бойцов С.А., Кириченко П.Ю., Пинегин А.Н., Кузнецов А.Е., Корзун А.И., Рыжман Н.Н. Структурно-функциональное состояние поперечно-полосатой мускулатуры у больных с хронической сердечной недостаточностью различных функциональных классов // Журнал Сердечная недостаточность. – 2003. – Т. 4, № 4. – С. 194-198.
2. Abe T., Yasuda T., Midorikawa T., Sato Y., Kearns C.F., Inoue K., Koizumi K., Ishii N. Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily Kaatsu resistance training // International Journal of Kaatsu Training Research. – 2005. – No. 1. – P. 7-14.
3. Rosenblatt B. The effect of load blood flow restricted resistance training in rehabilitation of elite athletes // 8-th International Conference on Strength Training. – Oslo: Norwegian School of Sport Sciences, 2012 – P.42-43.
4. Takarada Y., Takazawa H., Ishii N. Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles // Medicine & Science in Sports & Exercise. – 2000. – Vol. 32, No. 12. – P. 2035-2039.
5. Wernbom M., Augustsson J., Thomee R. The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans // Sports Medicine. – 2007. – Vol. 37, No 3. – P. 225-264.
6. Wernbom M., Järrebring R., Andreasson M.A., Augustsson J. Acute effects of blood flow restriction on muscle activity and endurance during fatiguing dynamic knee extensions at low load // Journal of Strength and Conditioning Research. – 2009. – Vol. 23, No 8. – P. 2389-2395.
7. Wernborn M. Effects of an acute bout of low-load resistance training with blood flow restriction -with special reference to muscle damage, hypertrophic signaling and satellite cells // PhD. – The Norwegian School of Sport Sciences, 2011. – 115 p.
8. Yasuda T., Abe T., Sato Y., Midorikawa T., Kearns C.F., Inoue K., Ryushi T., Ishii N. Muscle fiber cross-sectional area is increased after two weeks of twice daily KAATSU-resistance training // International Journal of KAATSU Training Research. – 2005. – No 1. – P. 65-70.