

УДК 796.015.52

DOI 10.5930/1994-4683-2025-11-150-156

Памп-эффект как проявление кратковременной гипертрофии скелетных мышц человека под воздействием силовой тренировки

Самсонова Алла Владимировна, доктор педагогических наук, профессор

Самсонов Михаил Александрович, кандидат педагогических наук

Воробьев Борис Александрович

Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург

Аннотация. В статье рассмотрено влияние пампинга на антропометрические показатели и механические свойства двуглавой мышцы плеча.

Цель исследования – оценить влияние пампинга на изменение антропометрических показателей и механических характеристик скелетных мышц человека, а также установить длительность памп-эффекта.

Методы и организация исследования. Применяли антропометрию и методику оценки механических свойств скелетных мышц. Исследование проводили с участием шести бодибилдеров.

Результаты исследования и выводы. Установлено, что применение пампинга позволяет в течение 15-30 минут достичь достоверного увеличения обхвата плеча в состоянии максимального напряжения мышц на $1,5 \pm 0,2$ см. Через 30 минут обхват плеча возвращается к исходному уровню. Таким образом, памп-эффект сохраняется в течение 30 минут.

Ключевые слова: бодибилдинг, силовая тренировка, пампинг, обхват плеча, механические свойства двуглавой мышцы плеча, биомеханика спорта.

Pump effect as a manifestation of short-term hypertrophy of human skeletal muscles induced by strength training

Samsonova Alla Vladimirovna, doctor of pedagogical sciences, professor

Samsonov Mikhail Aleksandrovich, candidate of pedagogical sciences

Vorobyov Boris Aleksandrovich

Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg

Abstract. The article examines the effect of pumping on the anthropometric indicators and mechanical properties of the biceps brachii muscle.

The purpose of the study is to assess the impact of pumping on changes in anthropometric indicators and mechanical characteristics of human skeletal muscles, as well as to determine the duration of the pump effect.

Research methods and organization. Anthropometry and methods for assessing the mechanical properties of skeletal muscles were applied. The study was conducted with the participation of six bodybuilders.

Research results and conclusions. It has been established that the use of pumping allows for a reliable increase in the circumference of the shoulder under maximum muscle tension by 1.5 ± 0.2 cm within 15-30 minutes. After 30 minutes, the shoulder circumference returns to its initial level. Thus, the pump effect persists for 30 minutes.

Keywords: bodybuilding, strength training, pumping, shoulder circumference, mechanical properties of the biceps brachii, sports biomechanics.

ВВЕДЕНИЕ. В бодибилдинге – виде спорта, суть которого заключается в максимальной гипертрофии (увеличении объёма) скелетных мышц, спортсменам очень важно максимально эффектно выглядеть на сцене, демонстрируя различные статические позы. С целью улучшения вида мышц бодибилдерам разрешается использовать предварительное “накачивание” мышц перед выходом на сцену. Этот способ “накачивания” мышц называется пампингом (от англ. pump – “накачка”). В результате “накачивания” мышц возникает временное увеличение объёма скелетных мышц (памп-эффект). То есть под памп-эффектом понимается физиологический феномен временного увеличения объёма мышц (кратковременной гипертрофии мышц), возникающий в результате интенсивной физической нагрузки.

Несмотря на то, что пампинг широко используется в бодибилдинге, фитнесе и спортивной реабилитации, научные исследования, посвященные этому способу кратковременной гипертрофии скелетных мышц, практически отсутствуют. Одним из первых упоминаний об изменении обхвата плеча под воздействием пампинга находим у В.М. Зациорского [1], который указывает, что памп-эффект может выражаться в увеличении обхвата плеча на 2 см. Арнольд Шварценеггер и Билл Доббинс [2] считают, что пампинг является важным элементом стратегии подготовки к соревнованиям; применение этого способа (методического приема) позволяет увеличить размер мышцы от 0,5 дюйма (1,27 см) до одного дюйма (2,54 см). Также авторы указывают, что памп-эффект не сохраняется больше 45 минут.

Механизмы кратковременной гипертрофии, лежащие в основе пампинга, подробно освещены в публикации Бреда Шенфилда и Бреда Контреаса [3]. Авторы указывают, что упражнения с отягощениями, которые используются при пампинге, вызывают резкие изменения внутриклеточного и межклеточного водного баланса, степень которых зависит от типа упражнения и интенсивности тренировки [4]. Во время интенсивных мышечных сокращений вены, забирающие кровь из работающих мышц, сжимаются, в то время как артерии продолжают доставлять кровь в работающие мышцы, тем самым создавая повышенную концентрацию внутримышечной плазмы крови. Это приводит к просачиванию плазмы из капилляров в тканевую жидкость. Увеличение объема тканевой жидкости вызывает увеличение внеклеточного давления, которое запускает приток плазмы обратно в мышцу [5]. Эта усиленная реперфузия (возобновление притока плазмы в мышечные волокна) приводит к явлению, обычно называемому учеными, работающими в области спортивной науки, “клеточным отеком” (cellular swelling), а бодибилдерами – “памп-эффектом”, в результате чего объем мышцы увеличивается. Иными словами, памп-эффект представляет собой увеличение внутриклеточной гидратации, которая вызывает набухание мышечных волокон, в результате чего возникает кратковременная гипертрофия скелетных мышц.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ – оценить влияние пампинга на изменение антропометрических показателей и механических характеристик скелетных мышц человека, а также установить длительность памп-эффекта.

МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ. Для достижения поставленной цели были использованы антропометрия и измерение механических свойств скелетных мышц человека.

Антропометрия

Основным показателем, описывающим антропометрические данные атлета после тренировки в пампинговом стиле, является обхват конечности. В данном исследовании изучались изменения обхвата плеча в максимально напряженном состоянии двуглавой мышцы плеча (*m. biceps brachii*) доминантной руки до и после пампинга в течение 30 минут.

Измерения производились с помощью сантиметровой ленты с ценой деления 1 мм. Погрешность измерения составила $\pm 0,5$ мм. Сантиметровая лента накладывалась в самом широком месте плеча. Во избежание сдвига сантиметровой ленты в последующих замерах на плечо исследуемого во время первого замера были нанесены отметки.

Методика оценки механических свойств скелетных мышц

При проведении исследований для оценки механических свойств максимально напряженной двуглавой мышцы плеча: упругости (Е) и вязкости (V) применялся аппаратно-программный комплекс Вибрационный Вискоэластометр (ВВЭМ-05) [6]. При этом вибродатчик удерживался в руке оператора перпендикулярно поверхности максимально напряженной мышцы в положениях, в которых бодибилдеры демонстрируют развитие мышц на соревнованиях, в точке, соответствующей максимальному обхвату плеча.

Непосредственно перед прижатием датчика (индентера) к мышце плеча производилась его калибровка с целью установки нуля датчика статического давления. При проведении эксперимента все измерения проводились одним и тем же оператором (инженером кафедры биомеханики) с целью устранения случайных погрешностей. Для повышения достоверности сопоставления результатов разных измерений каждое измерение проводилось трижды. Для этого выполнялось несколько записей, в ходе каждой из которых выполнялось несколько кратковременных прижатий индентера к скелетной мышце.

При обработке записей определялись упругость и вязкость для каждого из прижатий отдельно. После этого все результаты сохранялись в один файл и усреднялись посредством статистического пакета STATGRAPHICS CENTURION. Это позволило при выполнении трех записей по три прижатия и последующего их усреднения уменьшить погрешность измерения средних значений упругости и вязкости двуглавой мышцы плеча.

В исследовании принимали участие шесть бодибилдеров среднего уровня подготовленности (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристики участников исследования

Ф.И. спортсмена	Возраст, лет	Рост, см	Масса спортсмена, кг	Обхват плеча до пампинга в напряженном состоянии мышц, см
В-в Б.	33	183	85	43,5
Ф-о И.	30	180	87	40,5
И-в Е.	27	177	84	40,0
Е-в В.	32	172	77	39,0
Г-а А.	33	188	95	42,2
М-в С.	31	175	85	43,5
$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	31±2,3	179,17±5,8	85,5±5,8	41,62±1,9

Примечание: $\bar{x}$ – среднее арифметическое; $S_{\bar{x}}$ – ошибка среднего арифметического

Исследование проводилось в спортивном зале, оборудованном необходимыми тренажерами и отягощениями. После небольшой разминки спортсмены выполняли серию подходов упражнения для достижения памп-эффекта. Для пампинга мышц плеча было выбрано упражнение сгибание рук со штангой на скамье Скотта.

Количество повторений упражнения составляло от 20 (в первом подходе) до 12 (в последнем). Масса отягощения определялась таким образом, чтобы в первом подходе, в котором осуществлялось 20 повторений, последние два повторения выполнялись «до отказа». Следующие подходы выполнялись с той же массой отягощения «до отказа». Отдых между подходами составлял от 30 до 40 с. Серия насчитывала пять подходов. Длительность пампинга составляла от 15 до 30 минут.

Результаты замеров заносились в протокол для каждого участника исследования. Первая запись – обхват плеча в напряженном состоянии мышц до выполнения серии подходов. Вторая запись – результат замера обхвата плеча сразу после выполнения серии подходов (на памп-эффекте), последующие записи – результаты измерений каждые 10 минут, до возвращения обхвата плеча к исходному значению.

Аналогичная процедура обработки данных выполнялась для результатов измерения механических характеристик двуглавой мышцы плеча с той лишь разницей, что измерения проводились на напряженной мышце: до пампинга, сразу после пампинга, через 10, 20, 30, 40, 50 и 60 минут после пампинга. В этих экспериментах принимал участие один бодибилдер (В-в Б.), антропометрические данные которого представлены в таблице 1.

Далее данные заносились в электронную таблицу статистического пакета STATGRAPHICS CENTURION, где подвергались дальнейшей обработке. Рассчитывались числовые характеристики выборки (среднее арифметическое и ошибка среднего арифметического). В связи с тем, что было проведено пять измерений обхвата плеча у каждого участника эксперимента (до, в момент достижения максимального памп-эффекта, через 10, 20 и 30 минут после достижения максимального памп-эффекта), для оценки достоверности различий между результатами, показанными в разные временные периоды, использовался однофакторный дисперсионный анализ. В связи с тем, что результаты измерений до и после пампинга представляют собой связанные выборки, для проверки статистических гипотез использовался критерий Фридмана и апостериорный критерий Бонферрони.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изменение обхвата плеча под воздействием пампинга

В таблице 2 представлены индивидуальные и статистически обработанные данные участников эксперимента.

Таблица 2 – Результаты антропометрических измерений обхвата плеча в напряженном состоянии двуглавой мышцы плеча участников эксперимента

№ участника	Ф.И. спортсмена	До пампинга	Сразу после пампинга	Через 10 минут после пампинга	Через 20 минут после пампинга	Через 30 минут после пампинга
1	В-в Б.	43,5	45,0	44,6	44,1	43,5
2	Ф-о И.	40,5	42,0	41,6	41,2	40,5
3	И-в Е.	40,0	41,3	40,5	40,1	40,0
4	Е-в В.	39,0	40,0	39,8	39,5	39,0
5	Г-а А.	42,2	43,5	43,0	42,5	42,2
6	М-в С.	43,5	46,0	45,0	44,0	43,5
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	41,5±0,8	42,9±0,9*	42,4±0,9	41,9±0,8	41,5±0,8

Примечание: $\bar{x}$ – среднее арифметическое; $S_{\bar{x}}$ – ошибка среднего арифметического. * – различия статистически достоверны с показателями обхвата плеча до пампинга ($p<0,001$)

В результате однофакторного дисперсионного анализа было установлено, что обхват плеча достоверно увеличился ($p<0,001$) с 41,5±0,8 см (до использования пампинга) до 42,9±0,9 см (сразу после достижения максимального памп-эффекта). Это означает, что в результате пампинга обхват плеча в группе атлетов изменился в

среднем на $1,5 \pm 0,2$ см. К исходному состоянию обхват плеча возвратился через 30 минут (рис. 1).

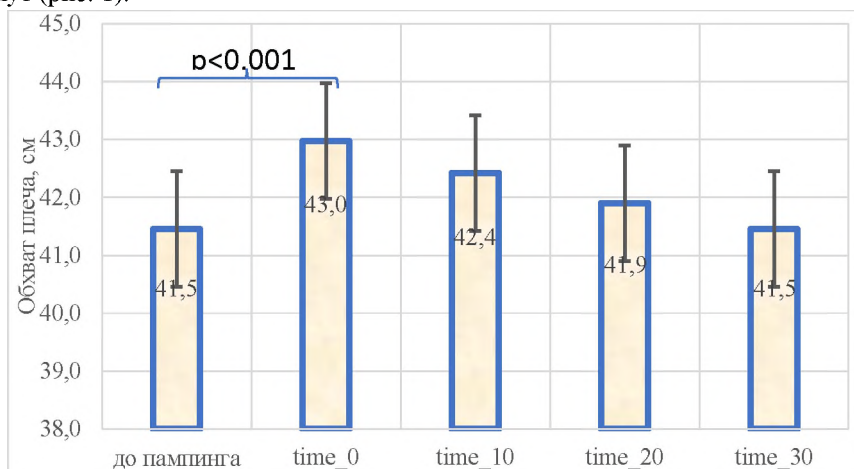


Рисунок 1 – Изменение обхвата плеча до (до), сразу после пампинга (time_0), через 10 минут (time_10), 20 минут (time_20) и 30 минут (time_30) после пампинга

Представление: $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$, где $\bar{x}$ – среднее арифметическое; $S_{\bar{x}}$ – ошибка среднего арифметического.

Следует, однако, обратить внимание на достаточно большую вариативность изменения обхвата плеча под воздействием пампинга. У спортсмена № 4 (Е-в В.) в результате пампинга обхват плеча возрос только на 1 см (2,6%), а у спортсмена № 6 (М-в С.) – на 2,5 см (5,7%). По-видимому, это связано с различным уровнем подготовленности спортсменов. Таким образом, полученные в результате эксперимента данные хорошо согласуются с результатами В.М. Зациорского [1], а также Арнольда Шварценеггера и Билла Доббинса [2]: обхват плеча после применения пампинга возрос на $1,5 \pm 0,2$ см, что составило $3,7 \pm 0,4\%$ от исходного значения.

Также представляет интерес длительность сохранения памп-эффекта. Результаты, представленные в табл. 2 и на рис. 1, свидетельствуют о том, что памп-эффект у этой группы исследуемых сохраняется в течение получаса, то есть за 30 минут обхват плеча в напряженном состоянии мышц достигает исходных значений до пампинга.

Изменение механических свойств мышц под воздействием пампинга

Помимо изменения обхвата плеча, в настоящем исследовании изучалось изменение механических свойств напряженной двуглавой мышцы плеча под воздействием пампинга. В отличие от экспериментов по измерению обхвата плеча, измерение механических свойств двуглавой мышцы плеча после выполнения пампинга проводилось в течение 60 минут, так как предполагалось, что механические свойства двуглавой мышцы плеча будут восстанавливаться медленнее по сравнению с обхватом плеча.

В предыдущих исследованиях механических свойств мышц было установлено [7], что показатели механических свойств напряженной мышцы после физической нагрузки уменьшаются по сравнению с исходным уровнем. В настоящем исследовании, однако, установлено, что после воздействия пампинга упругость и вяз-

кость напряженной двуглавой мышцы плеча резко возрастают по сравнению с исходным уровнем (табл. 3).

Таблица 3 – Изменение механических свойств (упругости и вязкости) максимально напряженной двуглавой мышцы плеча под воздействием пампинга (n=3)

Время проведения измерений	Упругость мышцы (E), кПа	Вязкость мышцы (V), Па с
До выполнения пампинга	14,9±0,7	19,7±1,7
Сразу после пампинга	29,9±4,2	45,8±7,2
Через 10 минут после пампинга	8,1±0,3	12,1±0,4*
Через 20 минут после пампинга	8,5±1,0	12,9±1,1
Через 30 минут после пампинга	6,6±0,6*	14,8±1,0
Через 40 минут после пампинга	9,2±1,3	16,9±1,3
Через 50 минут после пампинга	14,2±0,8	24,8±1,1
Через 60 минут после пампинга	9,0±1,1	26,2±2,1

Примечание: $\bar{x}$ – среднее арифметическое; $S_{\bar{x}}$ – ошибка среднего арифметического; * – различия статистически достоверны, по сравнению с измерениями сразу после применения пампинга, $p<0,001$, n – количество измерений у одного исследуемого.

Из результатов, представленных в таблице 3, следует, что до пампинга показатели упругости (E) и вязкости (V) максимально напряженной двуглавой мышцы плеча были равны: 14,9±0,7 кПа и 19,7±1,7 Па с соответственно. Сразу после пампинга они были равны: 29,9±4,2 кПа и 45,8±7,2 Па с. Несмотря на то, что показатели механических свойств двуглавой мышцы плеча после пампинга резко увеличились, статистические различия показателей упругости и вязкости до и после пампинга оказались недостоверными ($p>0,05$). По-видимому, это связано с недостаточной выборкой данных. Однако через 10 минут после пампинга показатели упругости двуглавой мышцы плеча уменьшились до 8,1±0,3 кПа ($p>0,05$), а вязкости – до 12,1±0,4 Па с ($p<0,001$). Через 30 минут после пампинга и показатели упругости достоверно уменьшились до 6,6±0,6 кПа ($p<0,001$).

ВЫВОДЫ. В результате силовой тренировки в многоповторном режиме (пампинга) за короткий промежуток времени (в течение 15-30 минут) можно достичь достоверного ($p<0,001$) увеличения обхвата плеча на 1,5±0,2 см или 3,7±0,4%.

Памп-эффект сохраняется в течение 30 минут. За это время обхват плеча и показатели механических свойств двуглавой мышцы плеча возвращаются к исходным значениям.

Авторы благодарят заведующего лабораторией кафедры биомеханики Лозянку Александра Владимировича за помощь в проведении экспериментов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Зациорский В. М. Физические качества спортсмена. Основы теории и методики тренировки. 5-е изд. стер. Москва : Советский спорт, 2009. 200 с. ISBN 978-5-9718-0340-9. EDN: QWXCND.
2. Schwarzenegger A., Dobbins B. The new encyclopedia of modern bodybuilding: the bible of bodybuilding. New York : Simon & Schuster, 1999. 832 p.
3. Schoenfeld B. J., Contreras B. The muscle pump: potential mechanisms and applications for enhancing hypertrophic adaptations. DOI 10.1097/SSC.000000000000021 // Journal of Strength and Conditioning. 2014. Vol. 36, No. 3. P. 21–25.
4. Sjogaard G. Water and electrolyte fluxes during exercise and their relation to muscle fatigue // Acta Physiologica Scandinavica. Supplementum. 1986. Vol. 556. P. 129–136.
5. Schoenfeld B. J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. DOI 10.1519/JSC.0b013e3181e840f3 // Journal of Strength and Conditioning Research. 2010. Vol. 24, No. 10. P. 2857–2872.
6. Самсонова А. В., Борисевич М. А., Барникова И. Э. Изменение механических свойств скелетных мышц под влиянием физической нагрузки // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта.

2017. № 2 (138). С. 221–225. EDN: XXZMND.

7. Васюков Г. В. Исследование механических свойств скелетных мышц человека : автореф. дис ... канд. биол. наук. Москва, 1967. 17 с.

REFERENCES

1. Zatsiorskiy V. M. (2009), “Physical qualities of an athlete. Fundamentals of theory and methods of training”, 5th ed., Moscow, Soviet Sport, 200 p., ISBN 978-5-9718-0340-9.

2. Schwarzenegger A., Dobbins B. (1999), “The new encyclopedia of modern bodybuilding: the bible of bodybuilding”, New York, Simon & Schuster, 832 p.

3. Schoenfeld B. J., Contreras B. (2014), “The muscle pump: potential mechanisms and applications for enhancing hypertrophic adaptations”, *Journal of Strength and Conditioning*, Vol. 36, No. 3, pp. 21–25, DOI 10.1097/SSC.0000000000000021.

4. Sjogaard G. (1986), “Water and electrolyte fluxes during exercise and their relation to muscle fatigue”, *Acta Physiologica Scandinavica. Supplementum*, Vol. 556, pp. 129–136.

5. Schoenfeld B. J. (2010), “The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training”, *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol. 24, No. 10, pp. 2857–2872, DOI 10.1519/JSC.0b013e3181e840f3.

6. Samsonova A. V., Borisevich M. A., Barnikova I. E. (2017), “Changes in the mechanical properties of skeletal muscles under the influence of physical activity”, *Scientific notes of the P.F. Lesgaft University*, No. 2 (138), pp. 221–225.

7. Vasyukov G. V. (1967), “Investigation of the mechanical properties of human skeletal muscles”, abstract. dis ... kand. biol. nauk, Moscow, 17 p.

Информация об авторах:

Самсонова А.В., заведующая кафедрой биомеханики, ORCID: 0000-0003-3599-8280, SPIN-код: 7384-2602.

Самсонов М.А., доцент кафедры биомеханики, ORCID: 0000-0003-2669-6520, SPIN-код: 8979-6511.

Воробьев Б.А., ORCID: 0009-0009-9328-5431.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 27.08.2025.

Принята к публикации 29.10.2025.