

Самсонова, А.В. Воздействие метода до "отказа" на силовые способности спортсменов / А.В. Самсонова, Е.А. Космина, М.А. Борисевич // Культура физическая и здоровье. – Воронеж, 2012. – №3(39). – С. 80-83.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ МЕТОДА ДО «ОТКАЗА» НА СИЛОВЫЕ СПОСОБНОСТИ СПОРТСМЕНОВ

*Самсонова А.В.* доктор педагогических наук, профессор

*Космина Е.А.* аспирант

*Борисевич М.А.* старший преподаватель

Национальный Государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург

**Аннотация.** В статье рассмотрено воздействие метода до «отказа» с отягощениями в 40% и 80% от максимума на физиологические (электрическую активность латеральной широкой мышцы бедра) и биомеханические (изометрическую силу и скорость сокращения) параметры четырехглавой и латеральной широкой мышц бедра.

**Ключевые слова:** метод до «отказа», силовая подготовка, изометрическая сила четырехглавой мышцы бедра, электромиограмма латеральной широкой мышцы бедра.

### **EFFECT OF TRAINING TO FAILURE ON STRENGTH CAPABILITIES**

Samsonova A.V. Ph.D., Professor,

Kos'mina, E.A. Post-graduate

Borisevitch M.A. senior teacher

**Abstract.** This article concerns the effect of strength training to failure (40% and 80% of maximum weight) on physiological (electrical activity of m. vastus lateralis) and biomechanical (isometric strength and velocity of contraction) parameters of m. quadriceps femoris and m. vastus lateralis.

**Key words:** training to failure, strength exercise, Isometric strength m. quadriceps femoris, electromyogram m. vastus lateralis.

**Введение.** Существует много методов увеличения силовых способно-

стей спортсменов: метод максимальных усилий, метод повторных непределельных усилий (до «отказа»), метод изометрических усилий, метод изокинетических усилий, метод динамических усилий, «ударный» метод (Ю.Ф. Курамшин, 2004). Метод повторных непределельных усилий предусматривает многократное преодоление непределельного внешнего сопротивления до значительного утомления или до «отказа». В отличие от других, механизмы влияния этого метода на развитие силовых способностей спортсменов изучены недостаточно.

**Целью** настоящего исследования являлась разработка концепции, объясняющей увеличение силовых способностей спортсменов под воздействием метода до «отказа» на основе междисциплинарного подхода.

**Результаты.** Существует взаимосвязь между значением внешней нагрузки и предельным числом повторений, которое может выполнить спортсмен. Суть этой взаимосвязи в том, что при работе до «отказа» с большим отягощением спортсмен способен выполнить меньше повторений, чем при работе с небольшим отягощением. Следует отметить, что эта зависимость нелинейная. Она определяется специализацией атлета, уровнем его подготовленности и соматотипом (V.M. Zatsiorsky, W.J. Kraemer, 2006; T. Baechle et al., 2008).

Для того чтобы уяснить, какие факторы обуславливают эффективность применения метода до «отказа», рассмотрим *срочные адаптационные сдвиги* в скелетных мышцах при использовании этого метода тренировки.

Используя *гистологические методы*, В.Ф. Кондаленко (1979) наблюдал изменения в мышцах людей, не занимающихся физической культурой и спортом, после однократной физической нагрузки на велоэргометре до «отказа». Эти изменения свидетельствовали о наличии серьезных повреждений миофибрилл мышечных волокон. Если однократная нагрузка проводилась до глубокого утомления, то деструктивные изменения в миофибриллах сохранялись и через 96 часов после нагрузки.

*Физиологическое исследование* (Е.Б. Мякинченко, В.Н. Селуянов, 2005) работы мышц до «отказа» при выполнении медленных приседаний со штангой 50-60% от максимума показало, что амплитуда суммарной ЭМГ на протяжении всего подхода была ниже максимальной. В момент «отказного» по-

вторения она увеличивалась. Однако сразу после приседания, испытуемый был способен выполнить прыжок вверх (без штанги). Из этого авторы сделали вывод, что не все мышечные волокна задействованы на протяжении подхода. Они предположили, что мышечные волокна IIВ типа не участвуют в работе, а основная направленность метода – развитие силы мышечных волокон I и IIА типа.

Факты серьезного повреждения мышечных волокон подтверждаются данными А.Д. Минигалина с соавт. (2011), которые изучали срочные и отставленные *биохимические* и *физиологические эффекты* прямой мышцы бедра и организма в целом после однократной физической нагрузки на силовом тренажере методом до «отказа». В экспериментах нагрузка ступенчато уменьшалась от 40 кг до 10 кг с интервалом в 5 кг. Ими установлена значительная активность фермента креатинкиназы через трое суток после выполнения тренировочного задания. Авторы находят, что такая динамика активности фермента свидетельствует о значительной утечке этого фермента из мышечных волокон, что говорит об их повреждениях. Кроме того, все исследуемые испытывали сильные болезненные ощущения в мышцах, максимум которых приходился на 2-3 сутки после физической нагрузки.

Установлено, что физическая нагрузка, состоящая из 8 подходов по 8 повторений в каждом способна вызвать до 80% повреждений мышечных волокон (M.J. Gibala et al., 1995).

Следует отметить, что *долговременные адаптационные* сдвиги в организме при использовании метода до «отказа» зависят от значений внешней нагрузки и квалификации исследуемых.

Если значения внешней нагрузки менее 35% от максимума, этот метод не дает ощутимого прироста силовых способностей. Если внешняя нагрузка составляет 40-60% от максимума, будет преимущественно развиваться не сила, а силовая выносливость (Ю.Ф. Курамшин, 2004). Однако Е.Б. Мякинченко и В.Н. Селуяновым (2005) показано, что внешняя нагрузка в 40-60% от максимума при медленном выполнении упражнений до «отказа» способствует увеличению силы мышечных волокон I и IIА типа.

Эти данные согласуются с результатами других исследователей, показавших, что в тренировке начинающих спортсменов применение внешних отягоще-

ний, составляющих 40-60% от максимума при использовании метода до «отказа», очень эффективно для развития *силы мышц*. Прирост силы на этом этапе тренировки не меньше, чем при использовании метода максимальных усилий (Ю.Ф. Курамшин, 2004).

Относительно использования метода до «отказа» с величиной внешней нагрузки, составляющей 70-80% от максимума, существуют противоположные мнения. С одной стороны, имеется достаточно много доказательств того, что метод работы до «отказа» менее эффективен в развитии максимальной силы по сравнению с методом максимальных усилий (Р.А. Роман, 1986). С другой стороны, существуют прямые доказательства того, что этот метод достаточно эффективен для увеличения *максимального силового потенциала мышц*, и элитные спортсмены применяют его в своей тренировке (Ю.Ф. Курамшин, 2004).

Нами было проведено исследование ряда *биомеханических и физиологических* показателей четырехглавой мышцы бедра и ее головки (латеральной широкой мышцы бедра) при выполнении силовых упражнений методом до «отказа», в котором участвовали спортсмены различной квалификации (Самсонова А.В., 2010, 2011; Самсонова А.В., Косьмина Е.А., 2011). Полученные результаты позволили сделать следующие выводы:

1. Количество повторений, которые спортсмены могут выполнить в одном подходе при работе до «отказа» достоверно уменьшается в направлении от первого подхода к последнему.

2. При выполнении силовых упражнений в «отказном» повторении последнего подхода *значительно уменьшается скорость сокращения широкой латеральной мышцы бедра*.

3. При выполнении силовых упражнений в «отказном» повторении последнего подхода *значительно возрастают все характеристики ЭМГ: длительность, амплитуда и суммарная электрическая активность*. Зарегистрированные результаты справедливы при выполнении силовых упражнений с отягощением в 40% и 80% от максимального.

4. После выполнения пяти подходов силового упражнения с внеш-

ним отягощением 40% и 80% от максимального методом до «отказа», достоверно уменьшается уровень максимальной изометрической силы четырехглавой мышцы бедра. Однако на следующий день после физической нагрузки достоверных различий в уровне максимальной силы с исходным состоянием не обнаружено.

**Обсуждение и заключение.** Каковы же физиологические механизмы воздействия на организм спортсмена тренировки методом до «отказа»? По-видимому, это воздействие будет зависеть от значений внешней нагрузки и количества подходов.

V.M. Zatsiorsky, W.J. Kraemer (2006) объясняют воздействие физической нагрузки с отягощением в 70% от максимума при работе до «отказа» следующим образом.

В *стандартных повторениях* все ДЕ работающей мышцы можно подразделить на три группы. В первую группу входят ДЕ, которые рекрутированы, но не утомлены. Согласно данной концепции, если ДЕ не утомлены, они не тренируются, поэтому воздействие на медленные мышечные волокна из первой группы посредством этого метода минимально. Вторую группу составляют ДЕ, которые активированы и сильно утомлены (истощены). По мнению V.M. Zatsiorsky, W.J. Kraemer (2006), только эти ДЕ испытывают тренировочное воздействие. В этой группе не представлены медленные ДЕ, а также сильные и быстрые. В третью группу входят самые быстрые и высокопороговые ДЕ, которые не активированы и, следовательно, не испытывают тренировочного воздействия.

В *«отказном» повторении* картина меняется. К этому времени рекрутируется большое количество ДЕ, в том числе, и самые большие ДЕ, которые не были активированы в стандартных повторениях. «Если атлет может поднять штангу 12 раз, но поднимает только 10 – упражнение бесполезно для тренировки самых больших ДЕ. Эти ДЕ не активируются в этом подходе, так как они активируются только *в последних двух повторениях*, которые не выполняются» (V.M. Zatsiorsky, W.J. Kraemer, 2006.– С.85).

Необходимо отметить, что концепция, предлагаемая V.M. Zatsiorsky, W.J. Kraemer (2006), не учитывает факта повреждения мышечных волокон во

время выполнения упражнения.

Предлагаемая нами концепция воздействия работы до «отказа» с внешней нагрузкой 70-80% от максимума на повышение уровня силы и силовой выносливости мышцы состоит в следующем. Покажем это на примере жима штанги лежа на тренажере. На выполнение 8 циклов движений с 80%-ным отягощением спортсмен затрачивает в среднем 20-30 с. К концу первого подхода в «отказном» повторении количество мышечных волокон, способных развивать необходимое усилие, резко уменьшается – из-за того, что к 30-45 с запасы креатинфосфата в мышце подходят к концу (Н.И. Волков, 2000). Поэтому ЦНС в последних циклах движения «бросает в бой» свой резерв – самые большие и сильные ДЕ, которые еще не принимали участие в работе и потому сохранили достаточное количество креатинфосфата. Этим можно объяснить увеличение амплитуды ЭМГ в «отказном» повторении первого подхода. Однако падение уровня силы, которую способна развить мышца при «отказном» повторении первого подхода из-за истощения энергетических ресурсов мышечных волокон таково, что мышца уже не способна развить требуемый *импульс силы* (произведение силы мышцы на длительность ее активности), чтобы сообщить внешнему отягощению необходимую скорость после его остановки в нижнем положении.

Через несколько минут отдыха в части истощенных мышечных волокон запасы креатинфосфата частично восстанавливаются и мышцы снова могут развивать достаточное усилие. Поэтому спортсмен способен выполнить следующий подход до «отказа». Но так как часть мышечных волокон уже истощена, количество повторений в подходе «до отказа» уменьшается. Если спортсмен выполняет не более пяти подходов методом до «отказа», повреждение мышечных волокон невелико, о чем свидетельствует восстановление уровня максимальной изометрической силы через 24 часа после нагрузки.

Если спортсмен выполняет шесть и более подходов, уровень силы, развиваемый мышцей, резко падает, развитие необходимого импульса силы происходит за счет *значительного увеличения длительности «отказного» подхода*. При этом скорость сокращения мышцы в концентрическом режиме резко уменьшается, и мышца начинает функционировать практически в изометрическом режиме, который, по сравнению с концентрическим, обладает

большим повреждающим воздействием на мышечные волокна. Поэтому при медленном выполнении последнего, «отказного» повторения происходит значительное повреждение большого количества мышечных волокон, подобно тому, как под действием огромной внешней нагрузки постепенно рвутся стальные жилы канатов вантового моста, который разрушается ураганом. К концу последнего подхода в «отказном» повторении оставшиеся активными ДЕ уже не способны развить необходимый импульс силы, чтобы сообщить внешнему отягощению (80% от максимума) необходимую скорость. Однако развиваемый мышцей импульс силы достаточен для того, чтобы обеспечить прыжок вверх с места (без штанги), что подтверждается фактами, полученными Е.Б. Мякинченко и В.Н. Селуяновым (2005).

Если работа до отказа выполняется с небольшим внешним отягощением, например, 40% от максимума, то к последнему, «отказному» повторению последнего подхода большая часть мышечных волокон отключается не из-за повреждения, а из-за *истощения* вследствие того, что в них исчерпались запасы энергии. Работа в таком режиме в большей степени ведет к развитию силовой выносливости, чем силы.

Таким образом, изложенная концепция позволяет объяснить большинство наблюдаемых эффектов в работе до «отказа».

### **Литература:**

1. Волков, Н.И. Биохимия мышечной деятельности / Н.И. Волков, Э.Н. Несен, А.А. Осипенко, С.Н. Корсун. – Киев: Олимпийская литература, 2000. – 503 с.
2. Кондаленко, В.Ф. Ультраструктура скелетных мышц нетренированных человека и животных при физической нагрузке / В.Ф. Кондаленко // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии, 1979. – Т.76. – Вып.6. – С. 92-101.
3. Курамшин, Ю.Ф. Силовые способности и методика их развития / Ю.Ф. Курамшин // В кн.: Теория и методика физической культуры:

- учебник / Под ред. Ю.Ф. Курамшина. – М.: Советский спорт, 2004. – С. 122-134.
4. Минигалин, А.Д. Срочные и отдаленные биохимические и физиологические эффекты предельной силовой нагрузки / А.Д. Минигалин, А.Р. Шумаков, Т.И. Баранова, М.А. Данилова, М.И. Калинин, В.И. Морозов // Физиология человека, 2011.– Т.37.– № 2.– С. 86-91.
  5. Мякинченко, Е.Б. Развитие локальной мышечной выносливости в циклических видах спорта / Е.Б. Мякинченко, В.Н. Селуянов – М.: ТВТ Дивизион, 2005. – 338 с.
  6. Роман, Р.А. Тренировка тяжелоатлета / Р.А. Роман.– М.: Физкультура и спорт, 1986. – 175 с.
  7. Самсонова, А.В. Характеристика суммарной электрической активности мышц при выполнении силовых упражнений / А.В. Самсонова: Вісник Чернігівського державного педагогічного університету. – В. 81. – Чернігів, 2010. – С. 427-430.
  8. Самсонова А.В. Гипертрофия скелетных мышц человека /А.В. Самсонова: Национальный гос. ун-т физ. культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта.– СПб,,: 2011.– 2003 с.
  9. Самсонова А.В. Срочные тренировочные эффекты применения силовых упражнений методом до «отказа» /А.В. Самсонова, Е.А. Космина //Труды кафедры биомеханики университета им. П.Ф. Лесгафта.– СПб, 2011.– С. 71-79.
  10. Baechle, T.R. Essentials of Strength training and conditioning / T.R. Beachle, R.W. Earle: Human Kinetics, 2008. – 640 p.
  11. Gibala, M.J. Changes in human skeletal muscle ultrastructure and force production after acute resistance exercise / M.J. Gibala, J.D. MacDougall, M.A. Tarnopolsky, W.T. Stauber, A. Elorriaga // Journal of Applied Physiology, 1995. – V.78. – P. 702-708.

12. Zatsiorsky, V.M. Science and Practice of Strength / V.M. Zatsiorsky, W.J. Kramer. – 2006: Human Kinetics. – 251 p.

**Bibliography:**

1. Volkov, N.I. Biochemistry of muscle activity / N. Volkov, E.N. Nesen, A.A. Osipenko, S. Korsun. – Kiev: Olympic Books, 2000. – 503 p.
2. Kondalenko, V.F. Ultrastructure of the skeletal muscle of untrained people and animals in the exercise / V.F. Kondalenko // Archives of Anatomy, Histology and Embryology, 1979. – V.76. – N 6. – P. 92-101.
3. Kuramshin, Y.F. Strength capabilities and methods of their development / Y.F. Kuramshin // In.: Theory and Methodology of Physical Education: a textbook / Ed. Y.F. Kuramshina. – Moscow: Soviet Sport, 2004. - P. 122-134.
4. Minigalin, A.D. Immediate and long-term biochemical and physiological effects of maximum power load / A.D. Minigalin, A.R. Shumakov, T.I. Baranova, M.A. Danilov, M.I. Kalinsky, V.I. Morozov // Human Physiology, 2011. – V.37. – № 2.– P. 86-91.
5. Myakinchenko, E.B. The development of local muscular endurance in cyclic sports / E.B. Myakinchenko, V.N. Seluyanov.– Moscow: TW Division, 2005. - 338 p.
6. Roman, R.A. Weightlifting Training / R.A. Roman. – Moscow: Physical Culture and Sports, 1986. – 175 p.
7. Samsonova, A.V. Characteristics of the total electrical activity of muscles during strength exercises / A.V. Samsonova: Visnik Chernigivskogo sovereign pedagogichnogo universitetu. – V. 81. – Chernigiv, 2010. – P. 427-430.
8. Samsonova, A.V. Hypertrophy of the human skeletal muscle / A.V. Samsonova: The National State. Univ Phys. Culture, sport and health to them. P.F. Lesgaft. - St. Petersburg,– 2011. – 203 p.

9. Samsonova, A.V. Term training effects of the training to failure method / A.V Samsonova, E.A. Kos'mina // Proceedings of the Department of Biomechanics University. P.F. Lesgaft. – St. Petersburg, 2011. – P. 71-79.