

Carpinelli R.N. Does the sequence of exercise in a resistance training session affect strength gains and muscular hypertrophy? A critical examination of the evidence // Medicina Sportiva, 2013. – V. 17.– N.1.– P. 40-53.

**Р. Н. Карпинелли**

## **ДЕЙСТВИТЕЛЬНО ЛИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ УПРАЖНЕНИЙ ВЛИЯЕТ НА МЫШЕЧНУЮ ГИПЕРТРОФИЮ И СИЛУ? КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ**

### **Abstract**

В недавнем обзоре переменных силовой тренировки, авторы утверждали, что последовательность выполнения силовых упражнений в тренировке является важной переменной, которая может повлиять на эффективность и безопасность тренировки. Критический анализ проблемы, приведенный в этом обзоре, показывает, что последовательность выполнения силовых упражнений очень мало влияет на срочные эффекты (способность выполнять определенное количество повторений) или долговременные адаптации, такие как прирост силы или мышечную гипертрофию.

**Ключевые слова:** порядок упражнений, прирост силы, мышечная гипертрофия

### **Введение**

Принято считать, что адаптация скелетной мускулатуры тесно связана с особыми переменными силовой тренировки. Некоторые авторы предполагают, что последовательность упражнений в тренировке является основополагающим принципом для оптимального прироста силы и мышечной гипертрофии. Цель данного критического анализа -

подвергнуть критическому рассмотрению утверждения и рекомендации, приведённые Simão et al. [1] в обзорной статье о последовательности упражнений в тренировке. В обзоре рассмотрены те же источники, на которые ссылаются Simão et al.

Simão et al. [1] заявили, что одним из главных методологических переменных силовой тренировки является порядок или последовательность упражнений в тренировке. В попытке поддержать это заявление, они процитировали официальные заявления Американского Колледжа Спортивной Медицины (АКСМ) по силовым тренировкам 2002 и 2009 годов [2-3]. Официальное заявление о силовых тренировках АКСМ 2002 года было подвергнуто сомнениям и впоследствии удалено с сайта АКСМ. В официальном заявлении о силовых тренировках 2009 года [3] АКСМ шла речь об упражнениях, состоящих из нескольких элементов, таких как жим лёжа, приседания, жим ногами и жим стоя, и о том, что для достижения оптимального прироста силы может оказаться необходимым выполнять их в начале тренировки. Единственным, на что ссылались авторы этого заявления, было исследование Spreuwenberg et al. [5], в котором говорилось об ускоренной адаптации, а именно - приросте силы, в результате различной последовательности упражнений. Об этом исследовании говорится подробнее в следующем разделе данного критического анализа в разделе о срочном тренировочном эффекте. Так как до 2010 года не было опубликованных исследований о долговременной адаптации в результате той или иной последовательности упражнений заявление АКСМ было полностью основано на их предположении.

### ***СРОЧНЫЙ ТРЕНИРОВОЧНЫЙ ЭФФЕКТ***

Многие приверженцы силовых тренировок полагают, что количество повторений в каждом сете силового упражнения является важным фактором. Simão et al. [1] ссылаются на несколько исследований [5-15],

сообщающих о резком влиянии определённой последовательности силовых упражнений как на количество выполненных повторов в сете, так и на количество выполненных сетов конкретного упражнения. Вопреки утверждению Simão et al. о том, что на данный момент не было написано статьи, которая бы содержала обзор актуальных источников научной литературы, касающихся последовательности выполнения упражнений в тренировках, большинство таких исследований [5,7,9-12,14-15] всё же были подвергнуты обсуждению в обзорной статье Carpinelli [16]. Исследования Belezza et al. [6] и Farinatti et al. [8] были сфокусированы на лактате крови, восприятии нагрузки [6] и потреблении кислорода [8], а не на количестве выполненных повторений при разной последовательности упражнений, возможно, по этой причине их исследования не были включены в обзорную статью Carpinelli. В связи с этим упомянутые выше исследования будут обсуждаться в этом разделе.

Несмотря на то, что Simão et al. [1] заявили об исключении из своей обзорной статьи тех исследований, которые не были опубликованы на английском языке, в тексте статьи и в Таблице IV (стр. 260) они ссылались на научную работу Silva et al. [13], опубликованную на португальском, на английском же был только заголовок статьи и аннотация.

Продолжительность одного повторения или, другими словами, период выполнения каждого повтора в одном сете может значительно повлиять на количество выполненных повторений в сете. В следующем подразделе данного критического анализа под названием продолжительность повторений, это понятие рассматривается в мельчайших подробностях. Метод предварительного утомления в тренировках представляет собой выполнение односуставного движения (например, разведение рук в стороны) для большой группы мышц, такой как дельтовидные мышцы, перед выполнением многосуставного движения

(например, жим стоя) для той же группы мышц. Это понятие детально описано в разделе под заголовком метод предварительного утомления.

### ***Sforzo и Touey [12]***

Первое исследование [12], обсуждаемое Simão et al., было одним из первых опубликованных исследований, которые изучали последовательность упражнений с отягощениями (сопротивление). Sforzo и Touey [12] оценили количество отягощения, используемого для завершения восьми подходов с восьмью повторениями, требующих развития максимальной силы (8RM) для трех упражнений на верхнюю часть тела и трех упражнений на нижнюю часть тела на 17 молодых мужчинах (в возрасте приблизительно 20 лет) с опытом силовых тренировок, приблизительно пять лет. Испытуемые выполняли четыре сета каждого упражнения с отягощением 8RM в двух различных последовательностях: последовательность А: присед, разгибание в коленном суставе (КС), сгибание в КС, жим лежа, армейский жим сидя, и разгибание на трицепс; последовательность В: сгибание в КС, разгибание в КС, присед, разгибание на трицепс, армейский жим сидя, жим штанги лежа. Между сетами были две минуты отдыха и три минуты между упражнениями. Записывалась суммарная масса (отягощение, умноженное на количество повторений) для каждого сета каждого упражнения, но некорректно называли ее как суммарную силу.

Суммарная масса отягощений, поднятая в некоторых упражнениях каждого из четырех сетов последовательности А, была значительно больше суммарной массы последовательности В. Понятно, что общая масса, поднятая в жиме лежа, была значительно больше, когда работа была выполнена впервые в последовательности А, а общая масса, поднятая во время упражнений на трицепс, была значительно больше, когда работа была выполнена впервые в последовательности В. Хотя эф-

фективность последовательности упражнений была менее выражена для нижних частей тела, общая масса, поднятая в течение четырех сетов, была значительно больше в приседе во время последовательности А и значительно больше для разгибания в коленном суставе в последовательности В.

Sforzo и Touey [12], пришли к выводу, что выполнение упражнений на большие группы мышц до выполнения упражнений на малые группы мышц приводит к большей суммарной массе отягощений, поднятой в ходе определенной последовательности упражнений, и что эта разница в объеме упражнений станет важным стимулом для развития силы. Они отметили, что Goldberg et al. [17] пришли к выводу в своем обзоре компенсаторной гипертрофии у лягушек, кур, кроликов, мышей и крыс, что напряжение было критическим стимулом для мышечной гипертрофии. Тем не менее, Goldberg et al. [17] не обсуждали количество отягощения или количество подходов и повторений (объем упражнений), которые были необходимы для получения оптимального стимула для увеличения мышечной силы человека или любых других животных.

Sforzo и Touey [12] также заявили, что исследования с использованием максимального или близкого к максимальному отягощения были наиболее эффективными для развития силы и эти исследования поддерживают выводы Goldberg et al. [17]. Единственной ссылкой, которую они привели, был обзор Atha [18], который привел только два исследования тренировок с отягощениями [19, 20]. Berger [19], сравнил прирост силы при выполнении жима лежа в группах молодых мужчин, которые использовали 2RM, 6RM или 10RM. O'Shea [20] сравнил присед со штангой 2-3RM, 5-6RM и 9-10RM. Усилие (RM) было одинаково во всех сетах в каждом из тренировочных протоколов в обоих исследованиях и было максимальным. Оба исследования показали отсутствие существенной разницы в увеличении силы в результате использования очень тяжело-

го, умеренно тяжелого или умеренного отягощения. Atha сделал вывод: "Из этих исследований, человек начинает верить, что важность нагрузки и величины, возможно, были преувеличены". Поэтому, ни обзор Goldberg et al. [17]., ни обзор Atha не поддерживали предположение Sforzo и Touey. Simão et al. [1] не разместили исследование Sforzo и Touey ни в одной из своих пяти таблиц, и они не привели никакие ссылки, чтобы поддержать их собственную рекомендацию, чтобы максимизировать общий объем тренировки. Sforzo и Touey не пытаются обосновать назначение четырех сетов каждого упражнения тренировок других демографических групп.

### ***Miranda et al. [10]***

Simão et al. [1] цитируют исследование [10] во Введении, однако они не разместили ссылки на него ни в одной из своих таблиц или при обсуждении. Miranda et al. [10] сообщили о влиянии последовательности упражнений и заданных интервалов отдыха при проведении исследований на 16 молодых мужчинах в возрасте приблизительно 25 лет с опытом тренировок с отягощениями приблизительно шесть лет. Все участники выполняли три сета с заданным отягощением в 8RM, при котором выполнялась работа «до отказа» на шести тренажерах для верхней конечности и упражнений со свободными весами: тяга широким хватом, тяга узким хватом, скручивания из положения сидя, тяга штанги прямым хватом в наклоне, сгибание рук с гантелями, и тяга гантели сидя в последовательности А. В последовательности В участники действовали по той же схеме упражнений, но в обратном порядке. В четырех тренировках, разделенных 48-72 часами (рандомизированный способ перехода), 16 участников осуществляли последовательность А и последовательность В с 1-минутным перерывом между сетом и упражнениями в двух сессиях и 3-минутными интервалами в двух других сессиях.

На основании последовательности упражнений, Miranda et al. [10] сообщили, что количество повторений было значительно больше в течение последовательности А по сравнению с последовательностью В при выполнении тяги широким хватом; и было значительно выше во время последовательности В при выполнении тяги гантели из положения сидя и тяги прямым хватом штанги в наклоне. Эти результаты были одинаковы для обоих 1-минутных и 3-минутных интервалов отдыха. Не было никаких существенных различий в количестве повторений между последовательностями А и В для трех других упражнений при использовании либо 1-минутных, либо 3-минутных интервалов отдыха.

Возможно, последовательность упражнений, таких как тяга, жим лежа, гребля, жим над головой и т.д., которые чередуются с каждым упражнением на антагонистические группы мышц, будет иметь меньшее влияние на производительность последующих подходов и упражнений, чем 18 подходов подряд (3 подхода по 6 упражнений) для бицепса, который был основной движущей силой для шести упражнений в исследовании Miranda et al. [10]. Авторы утверждают, что большее число повторений и, следовательно, больший объем упражнений с заданной нагрузкой может обеспечить большее влияние на прирост силы. Они не привели никаких исследований тренировок с отягощением, чтобы обосновать эту точку зрения.

### ***Spreuwenberg et al. [5]***

Существуют два сильных исследования срочных ответов [5, 11], которые Simão et al. [1] приводят в качестве ссылок, но не обсуждают в своем исследовании или некорректно сообщают результаты этих исследований в своем обзоре. Spreuwenberg et al. [5] набрали 9 молодых людей (возраст около 24 лет) с примерно 7-ми летним тренировочным стажем. Тренируемые выполняли 4 сета приседаний со штангой свобод-

ного веса с 85% от максимума столько подходов, сколько возможно с 2-х минутными интервалами отдыха в сессии А. В сессии В они выполняли 3 сета по 8-10RM жима лежа, выпады, гребля, работу на бицепс, становую тягу, приседы и поднятие штанги к груди (4 сета методом максимальных усилий с 85% от максимума, который был идентичен в протоколе приседаний в сессии А). Исследуемых разделили случайным образом на 2 тренировки, которые имели интервал 48-72 часа. Участники представили рейтинг воспринимаемого напряжения (RPE) сразу же после выполнения каждого из четырех сетов приседаний во время обеих сессий.

Simão et al. [1] сообщили, что число повторов упражнений в приседе было значительно больше в сессии А по сравнению с сессией Б [5].

Однако, то, что они не сообщили, что разница была значительно выше (2, 6 повторений) только в 1-м сете приседаний. То есть было недостоверное различие между последовательностью А и В в количестве завершенных повторений для второго, 3 или 4 сетов приседаний. Spreuwenberg et al. [5] отметили пять раз в своих дискуссиях и семинарах, что число повторений сократилось, когда приседания проводились после семи других упражнений, но не отметили, что это снижение было значительным только в 1-м сете приседаний. Можно было бы надеяться, что эти упущения в данных, предоставляемых Spreuwenberg et al. [5] и Simão et al. [1] были непреднамеренными ошибками, а не преднамеренной попыткой ввести в заблуждение читателей.

Хотя это и не упоминается в их дискуссиях и обзорах, важным результатом исследований Spreuwenberg et al. [5] было то, что там не было значительных различий между последовательностью А и последовательностью Б в значении RPE (~8.4) сразу же после каждого из четырех сетов приседаний. Однозначность принципа размера утверждает, что активация двигательных единиц (ДЕ) в первую очередь зависит от



уровня усилий во время выполнения упражнения [21]. Поэтому, меньшее количество повторений, когда упражнение выполнялось позже в тренировочной сессии, вероятно, имело незначительное влияние на активацию ДЕ. Существует очень мало свидетельств того, что различное количество завершенных повторений от сессии до сессии или между различными протоколами тренировки (например, 4-6RM, 6-8RM, 8-10RM, 10-12RM и т.д.) дает существенный эффект долговременной адаптации, такой как мышечная сила или гипертрофия. В обзоре, проведенном Jungblut [22], она сообщила, что 82 из 90 проведенных исследований тренировок показало, что тренировка с меньшим количеством повторений (то есть с большим отягощением) не дает результата в значительном увеличении силы по сравнению с большим количеством повторений (более легким отягощением).

### ***Monteiro et al. [11]***

Monteiro et al. [11] набрали 12 молодых женщин (возраст приблизительно 22 года), которые тренировались три раза в неделю в течение примерно шести месяцев до начала исследования. Через 48 часов после оценки 10RM, исследуемые выполняли три сета жима штанги лежа с отягощением 10RM, армейский жим штанги и упражнения на трицепсы в комплексе А. В комплексе В они выполняли упражнения в обратной последовательности. Все сеты завершались методом до отказа с 3-х минутным интервалом отдыха между упражнениями. Не установлено никакого существенного различия в количестве завершенных повторений между 1-м, 2-м или 3-м сетом для любого из упражнений в комплексе А. В комплексе В были установлены достоверные различия в количестве повторений между первым и вторым сетами (0,9 повторений) и между первым и третьим сетами (1,5 повторений) для жима лежа, который выполнялся позже в комплексе В. Так же были установлены недостовер-

ные различия в количестве повторений между первым, вторым или третьим сетом для других упражнений в комплексе В. RPE имело недостоверное различие между комплексами.

Monteiro et al. [11] утверждают, что для максимизации прироста силы и мышечной гипертрофии специальные упражнения должны быть поставлены первыми в тренировке. Они не привели никаких ссылок на поддержку этого мнения. Их вера, что это существенная разница приблизительно 1,2 повторений будет иметь значительное влияние на прирост силы не имеет научной поддержки и показало их неправильное толкование принципа размера [21-22]. Simão et al. [1] разместили это исследование в своей таблице I (стр. 255) и в таблице IV (стр. 260), что показало несколько существенных различий в количестве завершенных повторений между различной последовательностью выполнения упражнений и, что не было никакой существенной разницы в RPE. Тем не менее, они не обсуждали, как результаты этого исследования могут иметь практическое применение в тренировке и приросте силы.

Два ранее упомянутых исследования Bellezza et al. [6] и Farinatti et al. [8], которые не были рассмотрены Carpinelli [16] приведены ниже.

### ***Bellezza et al. [6]***

Bellezza et al. [6] набрали 11 молодых мужчин и 18 женщин (возраст приблизительно 21 год) для выполнения одного сета для разминки установив (80% 10RM) и 10RM комплекс для каждого из девяти упражнений на силовом тренажере Body Master: жим от груди, жим ногами, гребля сидя, разгибание в коленном суставе, верхний жим (overhead press), сгибание бедра, на бицепсы, подъем на носки и разгибание в локтевом суставе (последовательность А - от больших, к небольшим мышечным группам). Большинство участников (79%) уже тренировались 2-3 раза в неделю. Была одна минута отдыха между подходами и упраж-

нениями так же испытуемых устно поддерживали выполнять все комплексы с отягощением в 10RM с максимальным усилием. Минимум через 48 часов, исследуемые выполняли тот же комплекс упражнений в обратном порядке (в последовательности от В-малых к большим группам мышц). Исследователи в случайном порядке меняли последовательность А и последовательность В для каждого участника. Bellezza et al. [6] утверждали, что существует значительная разница в среднем количестве повторений между последовательностью А (9,8 повторений) и последовательностью В (9,9 повторений) и предположили, что это большой тренировочный объем в последовательности А (0,1 повторение) приведет к большой пользе для здоровья и фитнеса. Bellezza et al. [6] не смогли предоставить никаких ссылок на подтверждение этого мнения. Авторы советуют тренерам информировать спортсменов о возможности ухудшения выполнения упражнений, при последовательности от малых мышечных групп к крупным (последовательность В), используя их в своих тренировочных программах. Однако, их выводы и рекомендации основаны на средней разнице между последовательностью А и последовательностью В только в одну десятую повторения. Они сообщили об отсутствии существенной разницы в RPE между последовательностью А и последовательностью В. В их обзоре, Simão et al. [1] отметили только, что порядок упражнений не производит никакого существенного различия в RPE. Они не сообщили о незначительной разнице в 0,1 повторения между протоколами.

### ***Farinatti et al. [8]***

В исследовании Farinatti et al. [8], 10 молодых девушек (возраст приблизительно 22 года), имеющих около года тренировок, выполняли три сета жима штанги лежа с отягощением в 10RM, shoulder press и трицепсовый жим вниз на блоке Life Fitness в последовательности А. Через

48 часов эти же исследуемые выполняли тот же протокол, но в обратном порядке упражнений (последовательность В). Исследователи случайным образом выбирали исследуемых для выполнения упражнений в последовательности А и В. Все сеты выполнялись до концентрического отказа с 3-х минутным интервалом отдыха между упражнениями. В своем обзоре, Simão et al. [1] неправильно сообщили о 2-минутном интервале отдыха хотя Simão был вторым автором с Farinatti et al. [8]. Не было установлено существенных различий в количестве повторений между сетами для любого из упражнения во время последовательности А [8].

Когда жим штанги лежа проводили последним в последовательности В, количество повторений в первом сете было значительно больше, чем во втором и третьем. Когда жим штанги лежа выполнялся первым в последовательности А, число повторений во втором и третьем сетах было значительно больше, чем во втором и третьем сетах в последовательности В. Тем не менее, различие между последовательностью А и В было всего 1,3 повторений во 2-м сете и 1,1 повторений в третьем. Simão et al. [1] сообщили, что не было никаких достоверных различий между последовательностями А и В в общей работе, потреблении кислорода, или расхода энергии. Они не смогли сообщить о количестве завершённых повторений или о незначительном различии между последовательностью А и В. Авторы не выдвигали никаких предположений о каких-то долговременных адаптациях, например, о силе, приобретенной в результате различий между последовательностями А и В примерно в одно повторение.

Есть несколько исследований [23-25], которые были опубликованы после обзора Carpinell [16] и обзора Simão et al. [1] Эти исследования будут рассмотрены ниже.

### ***Balsamo et al. [23]***

Balsamo et al. [23] сообщили о срочных эффектах последовательности выполнения двух силовых упражнений (три сета с отягощением 10RM): сгибание в коленном суставе (KF) и разгибание в коленном суставе (KE) сидя. Между этими двумя упражнениями не было отдыха (авторы описали этот протокол как суперсет). Между суперсетами был отдых в течение 90 секунд. Двенадцать молодых мужчин (возраст приблизительно 23 года) после шести месяцев силовой тренировки были выбраны для выполнения суперсетов вначале KF затем KE в течение одной тренировки и с другой последовательностью упражнений, через 48-72 часа. Это привело к тому, что при выполнении последовательности KF-KE был выполнен значительно больший объем упражнений для второго и третьего суперсетов и больший общий объем (3 суперсета для двух упражнений), чем в последовательности KE-KF. Balsamo et al. [23] заявили: "Kramer и Ratamess указали, что общий объем тренировки – это важная переменная в мышечной гипертрофии". Этот обзор Kramer и Ratamess был цитирован Balsamo et al. [23], чтобы показать, что объем имеет практическое применение. На самом деле, Kramer и Ratamess не привели никаких фактов, свидетельствующих о том, что различные последовательности упражнений, которые могут привести к большим объемам тренировки при выполнении конкретного упражнения существенно влияют на мышечную гипертрофию или прирост силы. Если Balsamo et al. [23] считают, что результаты их исследования имеют хоть какое-то практическое применение, они должны были предоставить ссылки, обосновывающие это мнение. Однако им не удалось привести исследования, которые поддерживают их версию.

#### ***Figueredo et al. [24]***

Figueredo et al. [24] были выбраны 19 женщин (в возрасте приблизительно 28 лет), которые занимались силовой тренировкой не менее

двух лет. В рамках эксперимента с различной последовательностью упражнений, участники выполняли 4 сета упражнений с максимальной нагрузкой (им было рекомендовано сильное сокращение мышц (выполнение упражнений до мышечного отказа) с 60% отягощением для каждого из 5-ти упражнений: жим штанги лежа, тяга вниз на высоком блоке (lat pulldown), жим от плеч (shoulder press), сгибание в плечевом суставе на бицепс (biceps curl), трицепсовый жим вниз на блоке (triceps push down) – в последовательности А. В последовательности В испытуемые выполняли упражнения в обратном порядке. Между упражнениями и сетами были двухминутные перерывы. Субъективно воспринимаемая напряженность упражнения (PRE) сообщалась сразу после выполнения четвертого сета в каждом упражнении и после выполнения каждого упражнения. Среднее количество выполненных повторений было существенно выше в четвертом сете жима лежа в комплексе А (в этом комплексе жим был первым упражнением) по сравнению с комплексом В и существенно выше в четвертом сете трицепсовых жимов вниз на блоке (triceps push down) в последовательности В (первое упражнение в этом комплексе) по сравнению с комплексом А. Что касается других трех упражнений, достоверных различий в количестве повторений не было. В рамках каждого комплекса – было существенное снижение общего числа повторений для каждого из упражнений при продолжении сетов от первого к четвертому. Например, количество повторений для жима лежа снизилось от 22,0 до 10,5 в комплексе А и с 15,5 до 8,6 в комплексе В. По аналогичной схеме, трицепсовый жим вниз на блоке (triceps push down) снизился с 23,0 до 14,7 в комплексе В и с 16,2 до 10,8 в комплексе А. Авторы отметили, что в процессе выполнения упражнений было снижение общего числа выполняемых повторений до мышечного отказа. Однако, были задействованы разные группы мышц в каждом последующем упражнении и были двухминутные перерывы для отдыха между

упражнениями и сетами. Таким образом, утомление не могло быть ограничительным фактором при силовой тренировке. Среднее число выполненных повторений для первого сета во всех упражнениях было 17,8 в комплексе А и 18,3 в комплексе В; что составляет приблизительно 18 повторений для обоих комплексов (схема 1, стр. 240). Среднее число повторений для четвертого сета во всех упражнениях было 10,7 в комплексе А и 11,1 в комплексе В, т.е. примерно 11 повторений в обоих комплексах (табл. 1, стр. 240). Это составило снижение количества на 39% от первого до четвертого сета, что явилось еще одним доказательством достаточно низкого уровня подготовки исследуемых Figueredo et al. [24] утверждали, что снижение числа повторений в последовательных сетах в упражнениях связано с утомлением в процессе тренировки. Однако значительное снижение количества повторений при жиме лежа от первого к четвертому сету (~52 % и 45% в комплексах А и В, соответственно) с 2-х минутным интервалом для отдыха между подходами вновь подвергает сомнению утверждение авторов, что испытуемые занимались силовым тренингом два года. К тому же, авторы не приводят никаких доказательств необходимости 4-х сетовой системы упражнений для какой-бы то ни было программы силовой тренировки. Средняя субъективно воспринимаемая напряженность (уровень 9) незначительно отличалась между комплексами А и В. Figueredo et al. [24] отметили, что средняя субъективно воспринимаемая напряженность занятия, возможно, не зависела от комплекса упражнений, потому что все сеты заканчивались сильным сокращением мышц. Среднее число повторений для четвертых сетов упражнений на трицепсы существенно отличалась между комплексами А и В, но средний уровень субъективно воспринимаемой напряженности был идентичным (9). Как уже упоминалось выше, одинаковый уровень субъективно воспринимаемой напряженности для четвертых сетов во всех упражнениях в обоих комплексах А и В,

предлагает максимальное усилие, поэтому одинаковое задействование ДЕ [21].

Таким образом, несмотря на заявление авторов, что упражнения, представляющие максимальный интерес для силовой тренировки, должны выполняться в начале тренировки, существует недостаточно научного обоснования и никаких доказательств из их исследования, которые бы подтвердили преимущество определенного комплекса упражнений над другим для значительного прироста силы или мышечной гипертрофии.

### ***Simão et al. [25]***

В настоящем исследовании Simão et al. [25] изучали 21 мужчину (возраст приблизительно 28 лет), которые имели опыт силовой тренировки около двух лет. Исследуемые выполняли три сета упражнений с отягощением 20 RM, из которых пять были на верхние, и три были на нижние конечности. Были сформированы два занятия между которыми были 72 часа отдыха, состоящих из комплекса (последовательности) А (жим штанги лежа, тяга вниз на высоком блоке (lat pulldown), жим от плеч (shoulder press), упражнения на бицепсы, трицепсы, а также жим ногами лежа, разгибание ног в КС, сгибание ног в КС и комплекс В в обратной последовательности. При этом упражнения на верхнюю конечность всегда выполнялись до упражнений на нижнюю конечность.

Установлены достоверные различия в количестве повторений во время первого сета по сравнению со вторым и третьим сетами. Для всех упражнений в комплексе А и В [25]. При сравнении комплексов А и В было установлено достоверно большее число полных повторений для упражнений, выполненных первыми в обеих сессиях.

Например, количество повторений было значительно больше для всех трех сетов при выполнении жима штанги лежа, тяге вниз на высо-



ком блоке и жиме ногами в комплексе А по сравнению с комплексом В. Наоборот, количество полных повторений было достоверно выше при упражнениях на бицепс, трицепс, жим гантелей от плеч, разгибании и сгибании ног в КС во время последовательности В. Не было установлено достоверных различия в PRE по шкале от 1 до 10 в каждой последовательности.

Simão et al. [25] заключили, что может быть необходимо, уменьшать массу отягощения в последних сетах. Они утверждали, что уменьшенное отягощение улучшит нейромышечные связи, чтобы сопротивляться утомлению. Они привели только одно исследование [27], которое поддерживает это мнение. На самом деле, Willardson & Burkett [27] сообщили о срочном эффекте (устойчивость повторений) для пяти сетов жима лежа и приседаний с отягощением 15RM в результате 30 секундного, минутного и двухминутного интервалов отдыха. Willardson & Burkett не были уверены, следует ли рекомендовать поддерживать более короткие интервалы отдыха с уменьшением величины отягощения в последующих сетах или поддерживать одно и то же отягощение в последующих сетах с более длинными интервалами отдыха. При этом они не пытаются обосновать выполнение пяти сетов каждого упражнения с любой демографией тренирующихся. Поскольку исследование Willardson & Burkett не было исследованием тренировки, они сообщили только о срочных эффектах и предложили, как улучшить конкретные нервно-мышечные адаптации посредством тренировки. Simão et al. [25] пришли к выводу, что силовые упражнения должны быть приоритетными, чтобы вызвать больший тренировочный объем и потенциал для конкретных нейромышечных адаптаций. Они не смогли привести какие-либо исследования тренировочных отягощений, которые подтверждают их мнение.

Simão et al. [25] указали, что одинаковая PRE сразу после выполнения комплексов А и В, вероятно, потому, что все упражнения, входящие в комплекс выполнялись «до отказа». Они предположили, что большее отягощение (например, 10RM) может вызвать большую PRE и, следовательно, большее рекрутирование ДЕ. Тем не менее, усилия и PRE (шкала до 10 баллов) были максимальными 20RM в обеих сессиях. Интересно отметить, что в двух предыдущих исследованиях Simão et al. [14-15] использовали большие отягощения и сообщили о более низком PRE без существенных различий в PRE между этими комплексами (10RM, PRE = 8,5 и 7,6 [14]; 80% 1RM до отказа, PRE = 8,0 и 8,0 [15], комплексы А и В соответственно). Как отмечалось ранее в этом критическом анализе, что степень усилий в конце комплекса в основном определяет рекрутирование ДЕ, а не общее отягощение или число повторов [21-22].

### **Длительность повторений (скорость движения)**

Длительность повторений – это время, которое требуется для завершения обеих фаз повторения (подъема и опускания отягощения). Только в одном [9] из ранее упомянутых исследований срочных эффектов попытались контролировать длительность повторений (2 секунды подъем, 2 секунды – опускание), шесть исследований [5-7, 1-13] не упомянули об этой переменной и в семи исследованиях [8, 10, 14-15, 23-25] было отмечено, в тех случаях, когда выполнялись попытки до отказа, контроля длительности повторений не было

В ряде исследований [28-33] сравнивали количество выполненных повторений, выполненных медленно и быстро. Все эти исследования сообщили о значительно большем количестве завершенных повторений, когда упражнение выполнялось быстро. Например, Pereira et al. [30] изучали максимальное количество повторений при сгибании и разгибании

ноги в коленном суставе, которые выполняли 9 мужчин и женщин в возрасте около 36 лет. Отягощение составляло 60% и 80% от максимума. В одном случае, длительность повторения составляла около 2 секунд (приблизительно 1 секунда уходила на подъем и 1 секунда уходила на опускание груза), в другом – приблизительно 5,4 секунды (приблизительно 2,7 секунд уходило на подъем и 2,7 секунд – на опускание). Количество завершенных повторений было значительно больше для повторений, выполняемых с большей скоростью, чем для медленных при обоих отягощениях: 60% 1RM (16,3 против 8,8 повторений) и 80% 1RM (9,4 против 5,9 повторений). Pereira et al. [30] отметили, что полученные результаты, вероятно, связаны с тем, что при взаимодействии с инертным телом, когда длительность приложения усилия меньше, импульс больше, чем, когда это выполняется медленно. Таким образом, усилие, необходимое для перемещения отягощения на оставшуюся часть диапазона движения меньше, когда движение выполняется быстро. Они пришли к выводу: "Большая скорость движения (меньшая длительность повторения) позволяет выполнить большее число максимальных повторений для той же нагрузки ..." (стр. 263). Другими словами, было труднее двигать отягощение медленнее.

Стоит отметить, что в последнем предложении своей статьи, Pereira et al. [30] привели предыдущее исследование силовой тренировки, проведенное в их лаборатории [31]. Они использовали аналогичную короткую продолжительность повторения приблизительно 1,8 секунды (около 0,9 секунд на подъем отягощения и 0,9 секунд на опускание) и большую продолжительность около 7,3 секунды (около 3,6 секунд на подъем и около 3,6 секунд на опускание). Исследователи использовали метроном, чтобы контролировать длительность повторения для всех тренировочных занятий, но испытуемые оценивались на 1RM без ограничений по длительности повторения (описано в статье в виде свобод-

ной скорости). Четырнадцать здоровых мужчин и женщин (возраст около 27 лет) были случайным образом распределены на группы, которые выполняли упражнения с большой и медленной скоростью. Они выполняли один сет приседаний на машине Смита с отягощением 8-10RM три раза в неделю в течение 12 недель. Четверо из участников имели предшествующий опыт силовой тренировки. В обеих учебных группах достоверно увеличился максимальный результат в приседании (приблизительно на 23% и 20%) и жиме лежа (приблизительно на 14% и 16%), соответственно для групп, выполняющих медленно и быстро. Также одинаковым был прирост силы относительно массы тела участников эксперимента (0,3 и 0,1, в приседе и жиме лежа). Не было никаких существенных различий в приросте силы между группами (абсолютной или относительной) для обоих упражнений.

Хотя исследователи не сообщают о статистическом сравнении, еще одним важным результатом этого исследования [31] было то, что увеличение в максимальном результате (1RM) было похоже на увеличение в работе с отягощением в 8-10RM в обеих группах для обоих упражнений. Например, в жиме штанги лежа 1RM увеличился приблизительно на 14% и в жиме штанги лежа с отягощением 8-10RM результат увеличился на 14% (0,44 рад/с-1 и 1,75 рад/с) в группе, выполняющей медленные повторения. В группе, выполняющей быстрые повторения максимальный результат в жиме штанги лежа (1RM) увеличился на 16%, а с отягощением 8-10RM увеличился на 18% (на 0,44 рад/с и 1,75 рад/с). Эти результаты убедительно свидетельствуют о том, что исследователи, преподаватели и слушатели должны задаться вопросом о необходимости оценки 1RM для тех, кто не является спортсменом [34].

Ранее были упомянуты исследования срочных эффектов влияния последовательности упражнений [5-15,23-25], а также упражнений, использующих различные отягощения (свободные веса или силовые тре-

нажеры). Следовательно, когда нет никакого контроля за скоростью движений во всем диапазоне концентрических и эксцентрических действий мышц за весь период повторения, любое изменение длительности повторения для любого повторения в сете может существенно повлиять на количество повторений, выполненных «до отказа». Таким образом, все вышеупомянутые исследования [5-8,10-15,23-25], сообщившие о максимальном числе завершенных повторений из одного сета в другой или из одной последовательности упражнений на другую и не контролировавшие скорость движений имеют очень небольшое значение для силовой тренировки.

### **Резюме о срочных ответах**

Некоторые из исследований, процитированных Simão et al. [1] сообщили о значительно меньшем количестве повторений при выполнении сетов конкретного упражнения или некоторых упражнений, когда они были выполнены позже в тренировке по сравнению с тем, когда они были выполнены в начале тренировки. Тем не менее, как ранее обсуждалось правильное понимание принципа размера, который основывается главным образом на усилии, а не определенном числе повторений, относится ко всем исследованиям, которые исследовали срочные ответы на разные последовательности упражнений. Таким образом, разница в только в нескольких повторениях между последовательностями, или между сеансами с аналогичной последовательностью упражнений, будет иметь очень малое значение, на активацию ДЕ. Поскольку большинство исследований не контролировали скорости движений при составлении отчетов о максимальном количестве повторений для различной последовательности упражнений, эти данные в лучшем случае, вызывают сомнения. Многие исследования по срочным ответам, которые цитировали Simão et al. [1], в дополнение к исследованиям Balsamo et al.

[23] и Figueredo et al. [24] предположили, что будущие исследования должны быть сосредоточены на влиянии различного порядка упражнений на прирост силы и мышечной гипертрофии. Это предложение, как представляется, основывается на вере, а не на научной основе.

### **Метод предварительного истощения**

Simão et al. [1] перечислили три исследования [7,9,35] в их таблице II (стр. 258) и отметили те исследования, которые использовали метод предварительного истощения. Ни одно из этих исследований на самом деле не изучало метод предварительного истощения, как его первоначально описал Jones [36]. Simão et al. неправильно указали, что цель предварительного истощения, например, выполнение сведения рук на тренажере (peck deck fly) сразу после жима лежа, в том, чтобы выполнить дополнительные повторения и как следствие – больший объем упражнений. На самом деле, цель состоит в том, чтобы усилить нагрузку на гипотетически слабое звено (трицепсы) по сравнению с большой грудной мышцей, используемой в жиме лежа. Гипотетически, предварительное утомление грудных мышц создаст большую нагрузку на слабые мышцы, не обязательно за счет большего объема упражнений. Подробное описание генезиса предварительного истощения и его неправильного толкования в трех вышеупомянутых исследованиях [7, 9, 35] можно найти в ранее упомянутом обзоре Carpinelli [16]. Таким образом, только один пример из этого обзора кратко обсуждается в этом критическом обзоре. Simão et al. [1] описан протокол, который Augustson et al. [35] использовали в своем исследовании, в котором было отмечено, что электромиографическая (ЭМГ) активность прямой мышцы бедра и латеральной широкой мышцы бедра была значительно ниже, когда жим ногами был выполнен сразу после выполнения разгибания в коленном суставе. Они также сообщили, что число повторений в жиме ногами было

значительно меньше с этим протоколом тренировки. Тем не менее, Simão et al. этого не заметили. В их таблице II (стр. 258) различие в активности ЭМГ составляет только 5%, то есть находится в пределах допустимой погрешности для поверхностной EMG и, самое главное, что различие в протоколах составляет только единицу (9 против 8 повторений). Кроме того, поскольку Augustson et al. [35] не контролировали продолжительности повторения, в то время как любое изменение импульса могло бы существенно повлиять на количество повторений.

Augustson et al. [35] отметили, что перед тестированием жима лежа ногами в методе предварительного истощения необходимо нагрузить разгибатели бедра. К сожалению, так как они выбрали разгибание в КС в качестве предварительного истощения, они на самом деле предварительно исчерпали гипотетически слабое звено (четырёхглавую мышцу бедра). Самое главное, что исследования, использующие так называемое предварительное истощение [7, 9, 35], процитированные Simão et al. [1] сообщили лишь о срочных ответах на выполнение двух упражнений (например, приведение рук на тренажере – бабочка (peck deck fly) и жима лежа) для аналогичной группы мышц (например, большой грудной). Тем не менее, ни одно исследование не проверило эффект метода предварительного истощения [36] для долговременных адаптаций, таких как прирост силы или мышечной гипертрофии.

### **Долговременные Адаптации**

Существует отсутствие достоверных доказательств того, что разница в количестве завершённых повторений в сете в результате определённой последовательности упражнений имеет существенное влияние на прирост силы или мышечной гипертрофии. Есть только три исследования, которые сообщили эффекты последовательности упражнений на прирост силы [37-39]. Одно из этих исследований дополнительно

сообщило об изменении толщины мышц [38] и одно – об изменении объема мышц [39].

### ***Dias et al. [37]***

Dias et al. [37] случайным образом распределили 48 физически активных молодых мужчин (в возрасте приблизительно 19 лет) в одну из двух тренировочных групп. До этого исследуемые не занимались силовой тренировкой. Участники эксперимента выполняли три сета для каждого из пяти упражнений для верхней части тела (отягощение 8-12RM) три раза в неделю в течение восьми недель. Последовательность упражнений в комплексе группы 1 была от упражнений на крупные группы мышц до упражнений на мелкие группы мышц: жим штанги лежа, тяга блока сидя вниз (lat pulldown), армейский жим сидя (military bench press), подъемы на бицепс (barbell biceps curl) и разгибание в локтевом суставе на тренажере для трехглавой мышцы (elbow extension machine for the triceps). Вторая группа выполняла пять упражнений в обратной последовательности. Обучающимся было рекомендовано выполнить все сеты «до отказа» с двумя минутами отдыха между сетами и упражнениями. Авторы утверждают, что скорость выполнения упражнений не контролировалась, как во время тренировок, так и во время тестирования 1RM. Dias et al. [37] не указывали, выполняли ли еще какую-то нагрузку участники эксперимента.

В обеих группах значительно увеличился максимальный результат в пяти упражнениях [37]. Единственное существенное различие между группами было в том, что вторая группа показала значительно больший прирост силы бицепсов и трицепсов. Dias et al. [37] заявили: "Текущие результаты не выявили никаких существенных различий в приросте силы в упражнениях для крупных групп мышц" (стр. 67). Для практики они рекомендовали "Если упражнение имеет важное значение для целей



тренировки, то оно должно выполняться в начале тренировки, независимо от того, является ли это упражнение для крупной группы мышц или для мелкой" (стр. 69). Поскольку прирост силы существенно не отличался между группами для упражнений на крупные группы мышц, результаты их исследования не полностью поддерживают их же рекомендацию.

В обзоре Simão et al. [1], перечислены авторы эффектов (Таблица V, стр. 262-263) для всех упражнений в обеих тренировочных группах и контрольной группе в вышеупомянутом исследовании Dias et al. [37]. Тем не менее, Dias et al. [37] не сообщают о величине эффекта. Simão et al. [1] не обсуждали величину эффекта в обзоре или примечании к таблице. Самое главное, Simão et al. [1] не сообщили о доверительных интервалах и они не указали, была ли существенная разница между любыми из величин эффекта в их таблице V.

### ***Simão et al. [38]***

Simão et al. [38] набрали 31 физически активных мужчин (возраст приблизительно 28 лет), которые регулярно не занимались силовыми тренировками по крайней мере за шесть месяцев до начала исследования. Участники были случайным образом распределены в одну из двух тренировочных групп. Участники эксперимента выполняли четыре сета с 12-15RM отягощением и с одноминутным интервалом отдыха между сетами (1-4 недели), три сета с отягощением в 8-10RM с двухминутными интервалами отдыха между сетами (5-8 недель) и сеты с отягощением 3-5RM с трехминутными интервалами отдыха в течение 9-12 недель. Все сеты выполнялись «до отказа». Тренировались два раза в неделю. Контроль скорости движений во время тренировок и тестирования 1RM не осуществлялся.

Одна группа (LG-SM) выполняла четыре упражнения в последовательности от упражнений на крупные группы мышц: жим лежа со штангой, тяга блока сидя вниз (lat pulldown), разгибание в локтевом суставе и стоя подъемы на бицепс (barbell biceps curl). Другая группа (SM-LG) выполняли четыре упражнения в обратной последовательности. Толщину бицепсов и трицепсов оценивали с помощью ультразвука в исходном состоянии и после тренировки в течение 12 недель (24 сеансов). Simão et al. [38] не указывали, не указывали, выполняли ли еще какую-то нагрузку участники эксперимента.

Обе учебные группы показали значительное повышение максимального результата в четырех упражнениях [38]. Не было никаких существенных различий в приросте силы между тренировочными группами для любого из четырех упражнений. Вне зависимости от последовательности упражнений, Simão et al. [38] особо отметили, что обе группы показали очень похожий прирост силы с 2% разницей между группами для всех упражнений. Толщина трехглавой мышцы значительно увеличилась в группе SM-LG, но не было никакого существенного увеличения толщины двуглавой мышцы в обеих группах. Авторы утверждают: "Между группами нет достоверных статистических различий в значении абсолютной прироста силы и мышечной гипертрофии" (стр. 4).

Несмотря на сообщения о крохотной недостоверной разнице в 2% в приросте силы между группами, Simão et al. [38] оценили размеры эффекта. Они сообщили, что увеличение силы трицепсов показало больший размер эффекта в группе SM-LG по сравнению с группой LG-SM, но в жиме штанги лежа эффект в прибавке силы был для обеих групп одинаковым. Тем не менее, Simão et al. [38] не указали, что эта разница в размерах эффекта была статистически значима, при этом они не сообщают доверительные интервалы. В разделе Результаты они утверждали, что величина прироста силы в тяга блока сидя вниз (lat pulldown) была вы-

ше в группе SM-LG. В отличие от своего утверждения, данные их таблицы 4 (стр. 4) показали, что они оценивают размер эффекта и для LG-SM (0,78) и SM-LG (0,58) групп, как умеренный. Simão et al. [38] также утверждали: "Противоположное произошло у бицепсов, где умеренное увеличение силы наблюдалось в SM-LG" (стр. 4). Таблица 4 (стр. 4) фактически показали величину эффекта оценённым как большой для обеих групп. Следовательно, данные в их таблице 4 не поддерживают их же заключения и выявлены расхождения между их описанием и таблицей 4.

Обычно рекомендуется, чтобы с размерами эффекта были представлены доверительные интервалы, поскольку они указывают диапазон значений, который включает в себя генеральное среднее в пределах определенной вероятности [40]. Доверительный интервал является ожидаемым диапазоном для значений данной статистики (например, для размера эффекта); если исследование повторяли с очень большой выборкой; то это диапазон значений для статистики, проведенной из небольшой выборки [41]. Даже те статистики, кто выступает за включение размера эффекта в научные исследования, указывают, что необходимо предоставлять доверительные интервалы и величину эффекта (то есть среднее), чтобы обеспечить два важных компонента статистической информации: предполагаемые масштабы конкретного эффекта и точность этой оценки. Simão et al. [38] не сообщали о доверительных интервалах в своем исследовании [38] или их обзоре [1].

В своем разделе статистический анализ, Simão et al. [38] отметили, что они использовали шкалу Козна для классификации величины эффекта [43], который обозначен как малый (0,2), средний (0,5) и большой (0,8). Они также отметили, что они применяли уровень значимости  $P < 0,05$  для расчета статистически значимых сравнений. Тем не менее, Simão et al. [1] утверждали, что Simão et al. [38] использовали шкалу, предложенную Rhea [44], чтобы определить величину эффекта. По-

скольку Simão выступает как первый автор, а de Sales как соавтор в исследовании [38], и в обзоре [1], их противоположные заявления поднимают дополнительные вопросы о достоверности их обзора.

В ранее упомянутой статье Rhea [44] критиковал Cohen [43], потому что Cohen произвольно назначил величину размера эффекта как малого, среднего и большого. Однако Rhea произвольно установил величину размера эффекта в трех категориях нетренированных, рекреационно и хорошо тренированных людей, как тривиальный, небольшой, умеренный и большой. Rhea предложил сложные изменения в шкале, основанные на его мнении, что шкала Cohen должна быть пересмотрена, чтобы оценить значение эффекта в исследовании силовых тренировок. Тем не менее стандартно исследователи интерпретируют величину эффекта, используя шкалу Cohen.

Simão et al. [38] сообщили, что их расчет размера эффекта отмечает увеличение только толщины трицепсов мышц для группы SM-LG. Это увеличение составило 0,28 см и обозначается как малое в их таблице 4 (стр. 4). Интересно, что если бы они на самом деле использовали классификацию величины эффекта, предложенной Rhea [44] (им обозначен размер эффекта  $<0,50$  как тривиальный), то Simão et al. [1] в своем обзоре должны были классифицировать эффект (0,47) как тривиальный для этих ранее нетренированных субъектов.

В обсуждении, Simão et al. [38] пришли к выводу: «Тот факт, что разный порядок упражнения не увеличивает силу и толщину мышц, которые значительно отличаются между тренировочными группами, на протяжении всего исследования, было неожиданным» (стр. 5). В отличие от их собственного утверждения, они пишут "... кажется, упражнения, которые особенно важны для целей программы тренировки быть использованы в ее начале, независимо от того, направлены ли они на развитие крупной или мелкой групп мышц (стр. 5). Из этих противополож-

ных заявлений Simão et al. представляется, что эта группа исследователей твердо убеждена, что последовательность упражнений оказывает значительное влияние на долговременные адаптации, такие как прирост силы и мышечной гипертрофии, несмотря на результаты их собственного исследования.

### ***Spinetti et al. [39]***

В исследовании, из того же университета (пять из этих авторов внесли вклад в ранее обсуждавшееся исследование Simão et al. [38] Spinetti et al. [39] случайным образом распределили 30 ранее нетренированных мужчин (возраст приблизительно 29 лет) в одну из двух групп, занимавшихся силовой тренировкой. В первой группе (LG-SM) последовательность упражнений была от упражнений для крупных мышечных групп к мелким: жим штанги лежа, тяга блока сидя вниз (lat pulldown), разгибание в локтевом суставе (на трицепс) и подъемы на бицепс (barbell biceps curl). В группе SM-LG последовательность была обратной.

Все исследуемые выполняли четыре сета упражнений с отягощениями в 12-15RM с 1-минутными интервалами отдыха, три сета упражнений с отягощением 8-10RM с 2-минутными интервалами отдыха, и два сета упражнений с отягощением 3-5RM с 3-минутными интервалами отдыха в течение трех последовательных тренировок. В неделю проводилось по две тренировки в течение 12 недель (8 циклов по 3 учебных занятий). Исследователи выполняли все сеты «до отказа» и были под наблюдением квалифицированного специалиста в области силовой тренировки. Оценивалось изменение силы. Скорость выполнения движения не контролировалась, как во время тренировки, так и при тестировании 1RM. Исследователи оценивали 1RM для каждого упражнения и использовали ультразвук для оценки объема мышц для бицепсов и трицепсов

на исходном уровне и после тренировки. Авторы не указали, не указывали, выполняли ли еще какую-то нагрузку участники эксперимента.

В обеих тренировочных группах значительно повысились максимальные результаты для всех упражнений, и это увеличение было значительно выше, чем в контрольной группе [39]. С помощью дисперсионного анализа, авторы сообщили об отсутствии существенных различий между группами LG-SM и SM-LG в приросте силы (как в абсолютных, так и относительных значениях) для каждого из четырех упражнений. Также увеличился объем бицепсов и трицепсов в обеих тренировочных группах без существенных различий между группами. Spineti et al. [39] заявили: "Несмотря на значительные успехи среди участников эксперимента, настоящие результаты не выявили статистически значимых различий в приросте силы или мышечной гипертрофии между различными тренировочными группами, использующих разный порядок упражнений" (стр. 6).

Когда Spineti et al. [39] рассчитали размеры эффекта, они сообщили, что максимальный результат жиме штанги лежа была значительно выше, когда это упражнение выполнялось первым в группе LG-SM по сравнению с группой SM-LG, где оно выполнялось в конце тренировки (умеренные и малые размеры эффекта, соответственно). Тем не менее, разница между группами составила всего лишь около 1% (LG-SM ~ 22%, SM-LG ~ 21%), несмотря на значительно больший (~ 35%) общий объем работы (тренировки x сеты x отягощение), выполненной в LG-SM группе. Авторы неправильно использовали меру массы (кг), чтобы обозначить объем работы.

Spineti et al. [39] сообщили о значительно большем размере эффекта в группе SM-LG для тяги вниз на высоком блоке (lat pulldown), (умеренный по сравнению с малым), разгибания в локтевом суставе (большой по сравнению с умеренным) и сгибания на бицепс (умеренный по

сравнению с малым). Они заявили, что по оценке размера эффекта относительно изменения объема бицепса различий между группами нет, но утверждали, что увеличение объема трицепсов было значительно выше в группе SM-LG по сравнению с группой LG-SM (маленький по сравнению с тривиальным, соответственно). На самом деле, данные в их таблице 3 (стр. 5) показали значительное увеличение объема трехглавой 14,9% в группе с LG-SM и 12,4% в группе SM-LG. Авторы не сообщают о доверительных интервалах по сравнению с размерами эффекта. Spineti et al. [39] пришли к выводу: "В отношении гипертрофии мышц невозможно сделать какие-то выводы, поэтому для оценки этой переменной необходимо дополнительное исследование" (стр. 6).

Spineti et al. [39] утверждали, что порядок упражнений в силовой тренировке является важным фактором при разработке программ. Они привели только одну ссылку, чтобы поддержать это мнение, это была ссылка на книгу Kraemer and Fleck [45]. Kraemer and Fleck утверждали: "Традиционно упражнения выполняются в следующем порядке: сначала многосуставные, затем односуставные, это приводит к возможности использовать большее отягощение для выполнения необходимого количества повторений или выполнить больше повторений силовых упражнений. Таким образом, с течением времени это может привести к большей физиологической адаптации всего тела" (стр. 47). Kraemer and Fleck [45] не привели каких-либо доказательств, подтверждающих это мнение. Интересно, что почти три десятилетия назад Kraemer утверждал, что тренировочные переменные, такие как порядок упражнений могут повлиять на прирост силы [46]. Единственное цитирование – его же статья в этом журнале [47]. В этой статье Kraemer сделал аналогичное высказывание о порядке упражнений, но не привел никаких ссылок, которые бы поддержали его мнение. Следовательно, мнение Kraemer [46-47]

и Kraemer and Fleck [45]. были основаны исключительно на их собственном мнении, а не на научных исследованиях.

### **Резюме о долговременных адаптациях**

Только в трех исследованиях [37-39] сообщено о долговременных эффектах последовательности упражнений в силовой тренировке. В одном из исследований [37] показан значительно больший прирост силы в небольших группах мышц, когда они были проведены первыми в тренировке. Однако в этом исследовании не оценивалась мышечная гипертрофия. Два других исследования [38-39] не показали никаких существенных различий между группами в приросте силы для любого из упражнений или какой-либо существенной разницы в мышечной гипертрофии. Сомнительные расчеты и оценка размеров эффекта показали некоторые различия в приросте силы для нескольких упражнений и некоторые незначительные различия (например, малый эффект по сравнению с тривиальным) в мышечной гипертрофии для трицепсов. Тем не менее, авторы этих двух исследований [38-39] не смогли сообщить достоверные интервалы. Практическое применение этого исследования уменьшается из-за различных шкал для оценки размера эффекта Cohen [43] или Rhea [44].

Ни одно из этих исследований [37-39], не контролировало скорость движений во время тренировки или при тестировании 1RM. Однако, любое изменение в скорости движений могло оказать сильное влияние на максимальный результат [33]. Также не было указано, занимались ли еще каким-то видом силовой тренировки исследуемые, так как это может привести к неправильным выводам. Доказательства какой-либо значительной разницы в приросте силы или мышечной гипертрофии в результате выполнения определенной последовательности упражнений являются в лучшем случае слабыми [37-39] и не имеют



практического применения в силовой тренировке. Кроме того, очень ограничена демография исследований (нетренированные молодые мужчины в возрасте приблизительно 19-29 лет).

### **Гипотезы**

Вначале всегда выдвигаются гипотезы, а затем следует их доказательство. Тот, кто выдвигает определенную гипотезу, стремится найти ее подтверждение, или наоборот ее опровержение [48]. Simão был первым автором в одном из исследований [38] и соавтором в двух других [37, 39]. Simão et al. [1], очевидно, имеют твердое убеждение, что последовательность упражнений в силовой тренировке может оказать существенное влияние на прирост силы и мышечной гипертрофии, несмотря на отсутствие доказательств в поддержку этого мнения в течение последней четверти века.

Убеждение Simão et al. [1], что манипулирование специфическими тренировочными переменными, такими как последовательность упражнений или интервалы отдыха может привести к большему объему тренировки, что в свою очередь приводит к большему приросту силы, противоречат исследованиям [49-50], которые были выполнены в соавторстве с Simão. Следующие исследования [49-51] и большой обзор [52] показывают, как конкретные убеждения могут заслонять доказательства.

### ***De Souza et al. [49]***

De Souza et al. [49] привлекли для исследований 20 молодых мужчин (в возрасте приблизительно 21 год), имеющих опыт силовой тренировки в течение одного года. Случайным образом они распределили участников на две группы. Одна группа (CI) тренировалась с постоянным интервалом отдыха между упражнениями. Длительность отдыха

составила 2 минуты. Длительность тренировки – 8 недель. Вторая группа (DI) постепенно в течение 8 недель уменьшала интервалы отдыха на 15 секунд каждую неделю (от 120 секунд до 30 секунд). Все исследуемые выполняли три сета упражнений с отягощением в 10-12RM в течение первых двух недель и четыре сета упражнений с отягощением 8-10RM в течение следующих шести недель. Они использовали сплит-тренировку (6 тренировочных занятий в неделю). Применялось приблизительно 12 упражнений для верхней и нижней части тела, которые включали упражнения со свободными весами и упражнения на тренажерах. Исследователи оценили максимальный результат (1RM) и рассчитали объем тренировки для жима штанги лежа и приседаний со штангой. Эти два упражнения проводились в начале тренировки. Отягощение изменялось в случае необходимости, чтобы остаться в пределах обозначенного диапазона повторений.

Общий объем тренировки (сеты x количество повторений) в течение восьми недель, было значительно выше в группе CI по сравнению с группой DI для жима лежа (приблизительно на 10%) и приседе (приблизительно на 16%) [49]. Обе группы значительно увеличили максимальный результат в жиме штанги лежа и приседе, сгибании и разгибании в КС на изокинетическом тренажере, а также изменилась площадь поперечного сечения мышц бедра и рук (оценка посредством магниторезонансной томографии). Несмотря на значительно больший объем упражнений в группе CI, не было никаких существенных различий между группами в приросте силы или мышечной гипертрофии.

### ***De Souza et al. [50]***

В аналогичном исследовании, de De Souza et al. [50] случайным образом распределили 22 молодых мужчин (в возрасте приблизительно 22 года), имеющих около одного года опыта силовой тренировки (4 раза в

неделю) на две группы. Одна группа (CI), тренировалась с постоянным интервалом отдыха между сетами, а другая (DI) – с убывающим интервалом отдыха. Длительность интервалов отдыха в группе CI составляла 2 минуты между сетами на протяжении всего исследования (8 недель). В группе DI интервал отдыха уменьшался на 15 секунд каждую неделю в течение 8 недель (от 2 минут до 30 секунд, в течение 8-й недели). Все исследуемые выполняли четыре сета упражнений с отягощением 8-10RM для каждого из 10 упражнений для верхней части тела и четырех для нижней части тела. Использовались свободные веса и тренажеры в режиме сплит-тренировки (6 дней в неделю). Каждая тренировка сопровождалась тренером и исследуемые выполняли каждый сет «до отказа». Величина отягощения по необходимости изменялась, чтобы соответствовать 8-10RM. Был подсчитан суммарный еженедельный объем упражнений со свободными весами в приседе и жиме лежа, который оценивался как величина отягощения, умноженная на общее количество повторений. Обе группы были принимали креатин: 20 г в сутки в течение первых семи дней и 5 г в сутки в течение следующих 35 дней.

Общий объем тренировки (величина отягощения на количество повторений) для жима лежа был значительно больше (приблизительно на 23%) в группе CI по сравнению с DI группой [50]. Аналогичным образом, объем упражнений при выполнении приседа со штангой на плечах был значительно больше (приблизительно 15%) в группе CI. Отягощение в DI группе было уменьшено, чтобы поддерживать 8-10RM для каждого из четырех сетов жима и приседания.

Обе группы значительно увеличили максимальный результат в жиме штанги лежа и приседе со штангой, максимальный пиковый момент силы при разгибании и сгибании в коленном суставе на изокинетическом тренажере, поперечном сечении мышц бедра и рук, которое оценивалось посредством магниторезонансной томографии [50]. Авто-

ры не установили достоверных различий ни по одному показателю. De Souza et al. [50] выявили для поперечного сечения мышц рук умеренный размер эффекта (1,11) в группе CI и большой размер эффекта (2,53) в группе DI, которая выполнила значительно более низкий общий объем физических упражнений.

### ***Willardson u Burkett [51]***

De Souza et al. [50] привел исследование, проведенное Willardson и Burkett [51] в разделе обсуждение. Willardson является одним из соавторов ранее обсуждавшегося исследования De Souza et al. [50], а также обзора Simão et al. [1]. Willardson и Burkett [51] набрали 15 молодых мужчин (в возрасте приблизительно 21 год), которые занимались силовыми тренировками около четырех лет до начала исследования. Исследователи случайным образом распределили участников на группы. Одна группа тренировалась с двухминутным отдыхом между сетами, а другая – четырехминутным интервалом отдыха. Исследуемые тренировались два раза в неделю. Одна тренировка была легкой. Она состояла из пяти сетов упражнений. В каждом сете выполнялось восемь повторений упражнений с отягощением 60% от максимума. Вторая тренировка была тяжелой. Она состояла из восьми сетов с 11-15 повторениями упражнений с отягощением 70% от максимума, семи сетов упражнений (количество повторений в сете 6-10 раз) с отягощением 80% от максимума, и шести сетов (3- 5 повторений) с отягощением 90% от максимума. Так они тренировались три недели подряд. Этот трехнедельный мезоцикл повторяли несколько раз в течение 13-недельного исследования. Все сеты в тяжелой тренировке проводились «до отказа». Авторы утверждали, что цель легких тренировок в том, чтобы произвести большой объем подготовки, но не мешать процессу восстановления.

Общий объем упражнений (сеты на отягощение на повторы) во время тяжелых тренировок был значительно больше (приблизительно на 25%) в группе, которая отдыхала 4 минуты между сетами [51] по сравнению с группой, которая отдыхала 2 минуты. Обе группы показали значительное увеличение максимального результата в приседе со штангой на плечах. Тем не менее, несмотря на значительно больший объем тренировки в группе, которая тренировалась с 4-минутным отдыхом между сетами авторы не установили достоверных различий в приросте силы между группами. Willardson и Burkett [51] заявили: "Основной вывод этого исследования состоял в том, максимальные результаты в приседе со штангой на плечах достоверно не отличались между группами. (стр. 147.). Тем не менее авторы пришли к выводу, что «Для достижения прироста максимальной силы, сильнейшие пауэрлифтеры должны выполнять все более и более высокие объемы тренировки (стр. 151.)», хотя их собственные данные этот вывод не подтверждают.

### ***de Salles et al. [52]***

Интересно отметить, что ссылка на исследование Willardson и Burkett [51] также приводится в обширном обзоре [52] об интервалах отдыха той же группой исследователей, включая Simão et al. и Willardson.

de Salles et al. [52] утверждал, что более длинные интервалы отдыха приводят к большему объему физических упражнений, который будет позволяет превосходно набирать силу. Тем не менее, они не смогли адекватно поддержать это мнение (см. ссылку 16 критического анализа их обзора), что еще раз продемонстрировало, что они больше верят, чем доказывают.

### **Резюме по всем исследованиям**

Исследования [49-51] проводились на молодых мужчинах (возраст приблизительно 21-22 лет), которые тренировались в течение 1-4 лет. Авторы исследований de Sousa et al. [49-50], de Sousa [51], а также обзора Simão et al. [1], по-видимому, полагают, что больший объем силовой тренировки дает лучшие результаты, несмотря на существующие доказательства, противоречащие их мнению. Другими словами, их вера на основе рекомендаций относительно объема обучения затмила научные данные, полученные на основе их же собственных исследований.

### **Выводы**

Simão et al. [1] как отмечено в аннотации, находят, что последовательность упражнений может повлиять на эффективность и безопасность программы силовой тренировки. Тем не менее, ни Simão et al., ни исследования, упомянутые в обзоре не рассматривают вопросы эффективности и безопасности.

Simão et al. [1] не предложили какого-либо физиологического обоснования того, что больший объем упражнений, из-за определенной последовательности упражнений, будет производить больший прирост силы и мышечной гипертрофии. Отсутствие рабочей гипотезы и подтверждающих доказательств ставят под сомнение их предложение к проведению дополнительных исследований по изучению влияния последовательности упражнений.

Базой своих выводов Simão et al. считают, что упражнение, выполняемое в конце тренировки, выполняется с меньшим количеством повторений [1]. Тем не менее, они также сообщили, что последовательность упражнений не оказывает существенного влияния на оценку воспринимаемой нагрузки. Поскольку уровень напряжения (усилия), а не количество выполненных повторений является основным фактором для рекрутирования ДЕ [21-22], это сводит на нет любую физиологическую

выгоду или практическое применение их прежнего требования в отношении количества выполненных повторений в любом сете.

Существует очень мало доказательств того, что любая конкретная последовательность упражнений влияет на развитие силы или мышечной гипертрофии. Если исследователи полагают, что последовательность выполнения силовых упражнений влияет на такие долговременные адаптации, как прирост силы и мышечной гипертрофии, наука диктует, что все бремя доказательств лежит на них, чтобы поддержать их веру результатами исследований силовой тренировки. Однако они не выполнили это требование.

Декларация интересов.

Автор заявляет, что конфликта интересов нет.

## **Литература**

Simão R, de Salles BF, Figueiredo T, et al. Exercise order in resistance training. *Sports Med* 2012; 42: 251-65.

2. Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, et al. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 364-80.

3. Ratamess NA, Alvar BA, Evetoch [sic] TK, et al. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41: 687-708.

4. Carpinelli RN, Otto, RM, Winett RA. A critical analysis of the ACSM position stand on resistance training: insufficient evidence to support recommended training protocols. *J Exerc Physiol* 2004; 7: 1-64.

5. Spreuwenberg LPB, Kraemer WJ, Spiering BA, et al. Influence of exercise order in a resistance-training exercise session. *J Strength Cond Res* 2006; 20: 141-4.

6. Bellezza PA, Hall EE, Miller PC, et al. The influence of exercise order on blood lactate, perceptual, and affective responses. *J Strength Cond Res* 2009; 23: 203-8.

7. Brennecke PA, Guimaraes TM, Leone R, et al. Neuromuscular activity during bench press exercise performed with and without the preexhaustion method. *J Strength Cond Res* 2009; 23: 1933-40.

8. Farinatti PTV, Simão R, Monteiro WD, et al. Influence of exercise order on oxygen uptake during strength training in young women. *J Strength Cond Res* 2009; 23: 1037-44.
9. Gentil P, Oliveira E, Rocha Junior VA, et al. Effects of exercise order on upper-body muscle activation and exercise performance. *J Strength Cond Res* 2007; 21: 1082-6.
10. Miranda H, Simão R, Vigarito PS, et al. Exercise order interacts with rest interval during upper body resistance exercise. *J Strength Cond Res* 2010; 24: 1573-7.
11. Monteiro W, Simão R, Farinatti PTV. Manipulation of exercise order and its influence on the number of repetitions and effort subjective perception in trained women. *Braz J Sports Med* 2005; 11: 146-50.
12. Sforzo GA, Touey PR. Manipulating exercise order affects muscular performance during a resistance exercise training session. *J Strength Cond Res* 1996; 10: 20-4.
13. Silva NSL, Monteiro WD, Farinatti PTV. Influence of exercise order on the number of repetitions and perceived exertion in young and older women. *Braz J Sports Med* 2009; 15: 219-23.
14. Simão R, Farinatti PTV, Polito MD, et al. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercises. *J Strength Cond Res* 2005; 19: 152-6.
15. Simão R, Farinatti PTV, Polito MD, et al. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercise in women. *J Strength Cond Res* 2007; 21: 23-8.
16. Carpinelli RN. A critical analysis of the claims for inter-set rest intervals, endogenous hormonal responses, sequence of exercise, and pre-exhaustion exercise for optimal strength gains in resistance training. *Med Sport* 2010; 14: 126-56.
17. Goldberg AL, Etlinger JD, Goldspink DF, et al. Mechanism of work-induced hypertrophy of skeletal muscle. *Med Sci Sports* 1975; 7: 248-61.
18. Atha J. Strengthening muscle. *Exerc Sport Sci Rev* 1981; 9: 1-73.
19. Berger RA. Comparative effects of three weight training programs. *Res Q* 1963; 34: 396-8.
20. O'Shea P. Effects of selected weight training programs on the development of strength and muscle hypertrophy. *Res Q* 1966; 37: 95-102.
21. Carpinelli RN. The size principle and a critical analysis of the heavier-is-better recommendation for resistance training. *J Exerc Sci Fit* 2008; 6: 67-86.
22. Jungblut S. The correct interpretation of the size principle and its practical application to resistance training. *Med Sport* 2009; 13: 203-9.



23. Balsamo S, Tibana RA, Nascimento DC, et al. Exercise order affects the total training volume and the ratings of perceived exertion in response to a super-set resistance training session. *Int J Gen Med* 2012; 5: 123-7.
24. Figueiredo T, Rhea MR, Bunker D, et al. The influence of exercise order on local muscular endurance during resistance training in women. *Hum Movement* 2011; 12: 237-41.
25. Simão R, Figueiredo T, Leite RD, et al. Influence of exercise order on repetition performance during low-intensity resistance exercise. *Res Sports Med* 2012; 20: 263-73.
26. Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med* 2005; 35: 339-361.
27. Willardson JM, Burkett LN. The effect of rest interval length on the sustainability of squat and bench press repetitions. *J Strength Cond Res* 2006; 20: 400-3.
28. Hatfield DL, Kraemer WJ, Spiering BA, et al. The impact of velocity of movement on performance factors in resistance exercise. *J Strength Cond Res* 2006; 20: 760-6.
29. LaChance PF, Hortobagyi T. Influence of cadence on muscular performance during push-up and pull-up exercise. *J Strength Cond Res* 1994; 8: 76-9.
30. Pereira MIR, Gomes PSC, Bhambhani Y. Maximum number of repetitions in isotonic exercise: influence of load, speed and rest interval between sets. *Braz J Sports Med* 2007; 13: 260e-3e.
31. Pereira MIR, Gomes PSC. Effects of isotonic resistance training at two movement velocities on strength gains. *Braz J Sports Med* 2007; 13: 79e-83e.
32. Headley SA, Henry K, Nindl BC, et al. Effects of lifting tempo on one repetition maximum and hormonal responses to a bench press protocol. *J Strength Cond Res* 2011; 25: 406-13.
33. Sakamoto A, Sinclair PJ. Effect of movement velocity on the relationship between training load and the number of repetitions of bench press. *J Strength Cond Res* 2006; 20: 523-7.
34. Carpinelli RN. Assessment of one repetition maximum (1RM) and 1RM prediction equations: are they really necessary? *Med Sport* 2011; 15: 91-102.
35. Augustsson J, Thomee R, Hornstedt P, et al. Effect of pre-exhaustion exercise on lower-extremity muscle activation during a leg press exercise. *J Strength Cond Res* 2003; 17: 411-6.
36. Jones A. Nautilus Training Principles. Bulletin No. 1. Chapter 37, 1970. (available at: [www.arthurjonesexercise.com/bulletin1/37.pdf](http://www.arthurjonesexercise.com/bulletin1/37.pdf)).

37. Dias I, de Salles BF, Novaes J, et al. Influence of exercise order on maximum strength in untrained young men. *J Sci Med Sport* 2010; 13: 65-9.
38. Simão R, Spinetti J, de Salles BF, et al. Influence of exercise order on maximum strength and muscle thickness in untrained men. *J Sports Sci Med* 2010; 9: 1-7.
39. Spinetti J, de Salles BF, Rhea MR, et al. Influence of exercise order on maximum strength and muscle volume in nonlinear periodized resistance training. *J Strength Cond Res* 2010; 24: 2962-9.
40. Cohen J. Things I have learned (so far). *Am Psychol* 1990; 45: 1304-12.
41. Batterham AM, Hopkins WG. Making meaningful inferences about magnitude. *Sportscience* 2005; 9: 6-13.
42. Nakagawa S, Cuthill IC. Effect size, confidence interval and statistical significance: a practical guide for biologists. *Biol Res* 2007; 82: 591-605.
43. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd edition. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1988.
44. Rhea MR. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *J Strength Cond Res* 2004; 18: 918-20.
45. Kraemer WJ, Fleck SJ. Optimizing strength training: designing nonlinear periodization workouts. Champaign, IL: Human Kinetics, 2007.
46. Kraemer WJ. Exercise prescription in weight training: manipulating program variables. *NSCA J* 1983; 5: 58-9.
47. Kraemer WJ. Exercise prescription in weight training: a needs analysis. *NSCA J* 1983; 5: 64-5.
48. Shermer M. The believing brain: why science is the only way out of belief-dependent realism. *Sci Am* 2011; 305: 85.
49. de Souza TP Jr, Fleck SJ, Simão R, et al. Comparison between constant and decreasing rest intervals: influence on maximal strength and hypertrophy. *J Strength Cond Res* 2010; 24: 1843-50. 53 Carpinelli R.N. / *Medicina Sportiva* 17 (1): 40-53, 2013
50. de Souza TP Jr, Willardson JM, Bloomer R, et al. Strength and hypertrophy responses to constant and decreasing rest intervals in trained men using creatine supplementation. *J Int Soc Sports Nutr* 2011; 8: 1-11.
51. Willardson JM, Burkett LN. The effect of different rest intervals between sets on volume components and strength gains. *J Strength Cond Res* 2008; 22: 146-52.
52. de Salles BF, Simão R, Miranda F, et al. Rest interval between sets in strength training. *Sports Med* 2009; 39: 765-77.

**Текст переведен магистрантами:**

Т.В. Михайлюк – Введение, Срочный тренировочный эффект

И.А.Северов - Sforzo и Touey [12]; Miranda et al. [10].

В.А. Фурганова – Spreuwenberg et al. [5], Monteiro et al. [11]

Е.С. Пучкова Bellezza et al. [6] Farinatti et al. [8], Balsamo et al. [23]

У.М. Огурцова Figueredo et al. [24]

Аль –Хазраджи О.А. Камил Simão et al. [25]

Али Аднан Абдулкадер Длительность повторений

И.А. Гордеева Резюме о срочных ответах, Метод предварительного  
истощения

Н.В. Колесникова Долговременные Адаптации, Dias et al.

А.С. Елютина Simão et al. [38]

А. О. Мунзук Simão et al. [38],

А.Ю. Мазник Spinetti et al. [39]

И.С. Ляпичев Spinetti et al. [39]

Общая редакция А.В. Самсоновой