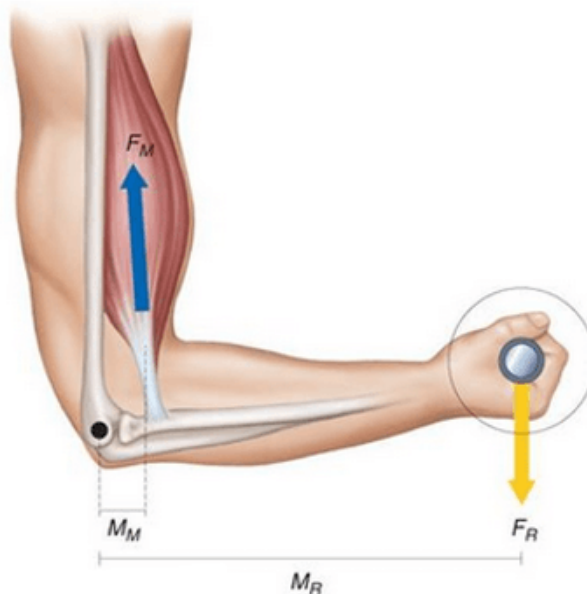


# Силы в различных упражнениях. Взгляд изнутри

Наше Вам с кисточкой, дамы и господа!

В эту пятницу нас ждет крайне небольшая (да неужели :)) заметка, а все потому, что она завершает наш силовой F-цикл, который, надо сказать, и так неиллюзорно подзатянулся. И рассмотрим мы в ней силы, моменты и углы в различных упражнениях. Эта информация позволит Вам понимать, как организм работает с весом и как максимально эффективно использовать его рычаги.

## Силы в различных упражнениях. Взгляд изнутри



Итак, занимайте свои места в зрительном зале, мы начинаем.

## Упражнения: силы, моменты, углы. Разбор “полетов”

А начать хотелось бы с отсылки к истории, а точнее темам, которые мы разбирали ранее. Первую статью мы посвятили [жиму штанги лежа](#), вторую [приседаниям со штангой](#), третью [становой тяге](#). Чтобы настроиться на формат рубрики и идти дальше, обязательно изучите указанные творения. Мы же двигаем вперед и сегодня разберем, до кучи, некоторые знакомые движения/упражнения: посмотрим на них изнутри с точки зрения сил, моментов и углов. И начнем с...

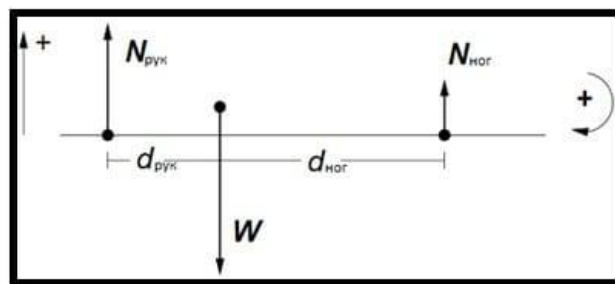
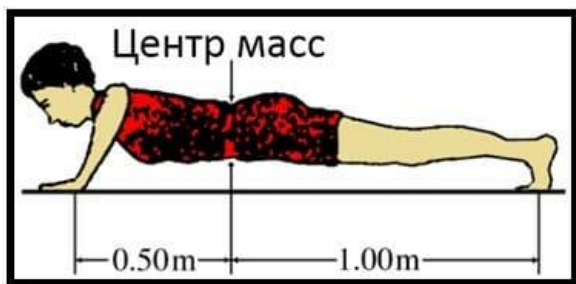
### Примечание:

Для лучшего усвоения материала все дальнейшее повествование будет разбито на подглавы.

### Отжимания от пола. Силы

Всем знакомое, наверняка не только понаслышке, упражнение. Обычно с ним (и подтягиваниями) у женщин возникают определенного рода проблемы: они/Вы не могут отжать от пола свой вес, сила рук не позволяет этого сделать. Давайте разберем на наглядном примере, каковы вертикальные силы, действующие на руки и ноги женщины (вес тела 65 кг).

Во время выполнения отжиманий от пола имеют место следующие силы:



Поступательное равновесие (второй закон Ньютона):  $\Sigma F = 0$  (1). Вращательное равновесие (нет действительного крутящего момента):  $\Sigma \tau = 0$  (2). Из №1 балансировка вертикальных сил (положительное вверх):  $N_{рук} + N_{ног} - W = 0$ . Из №2 балансировочные моменты дают (вращение по часовой стрелке положительное, и выбирают ось вращения, которая должна проходить через центр массы женщины, чтобы не было крутящего момента из-за ее весовой силы):  $N_{рук} \times d_{рук} - N_{ног} \times d_{ног} = 0$  или  $N_{рук} \times d_{рук} = N_{ног} \times d_{ног}$ .  $N_{рук} = N_{ног} \times [d_{ног}/d_{рук}]$ .

Подставляя выражение для  $N_{рук}$  в №1 имеем:  $N_{ног} \times [d_{ног}/d_{рук}] + N_{ног} - mg = 0$ . После преобразований получаем:  $N_{ног} = [mgd_{ног}]/[d_{ног} + d_{рук}]$ . Подставляем наши условные исходные данные и получаем:  $[65 \times 9,8 \times 1]/[0,5 + 1] = 420\text{N}$ .

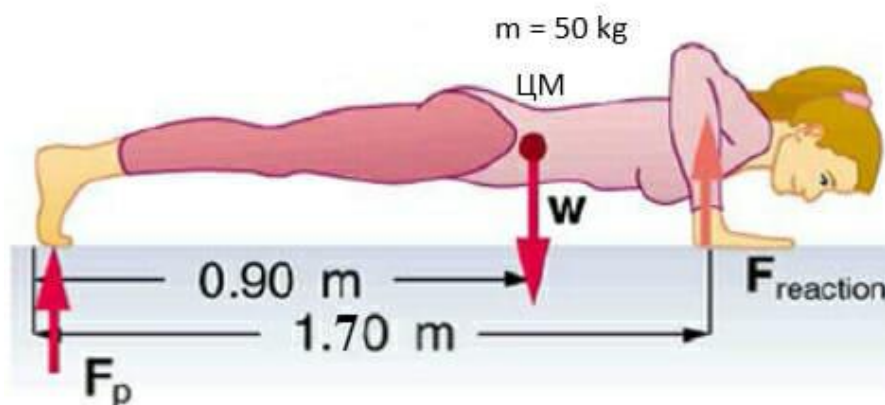
Таким образом, величина силы на руках у женщины составляет **420** ньютонов. Подставляя найденное значение обратно в №1, получаем:  $N_{рук} = mg - N_{ног} = [65 \times 9,8] - 420 = 210\text{ N}$ .

Таким образом, величина силы на ногах у женщины составляет **210** ньютонов. Сумма величин этих двух сил ( $N_{ног} + N_{рук}$ ) должна быть равна величине весовой силы,  $W = mg = 630\text{ N}$ .

**Вывод:** поскольку величина крутящего момента определяется величиной силы и перпендикулярного расстояния, а крутящие моменты вокруг любой оси должны уравниваться, тогда, если ноги женщины в два раза удалены от ее центра масс, как руки, сила на руках должна быть в два раза больше, чем у ее ног.

Также женщине стоит понимать, поскольку величина силы на руках в **2** раза больше, чем на ногах, то чтобы эффективно отжиматься нужно иметь сильные руки, т.е. чтобы они и весь верхний плечевой пояс в целом могли генерировать достаточно преодолевающей силы.

Поясним на другом примере, как антропометрия (длина торса/ног) и масса женщины влияет на генерацию сил.



Проводя вычисления аналогичные первым, получаем:  $N_{\text{ног}}$  (или  $F_p$ )  $= [mgd_{\text{ног}}] / [d_{\text{ног}} + d_{\text{рук}}]$ ;  $[50 \times 9,8 \times 0,9] / [0,9 + 0,8] = 260 \text{ N}$ . Величина силы на руках у женщины составляет **260** ньютонов.  $N_{\text{рук}} = mg - N_{\text{ног}} = [50 \times 9,8] - 260 = 230 \text{ N}$ .

Таким образом, более высокая женщина с более длинным верхом тела/корпусом создает меньше сил на руках - **260** против **420** Н и несколько больше на ногах – **230** против **210** Н. В целом высоким (корпус и ноги примерно одинаковой длины) и стройным женщинам отжимания от пола даются легче, чем их более коренастым и упитанным соратницам.

Идем далее.

### Упражнения на руки. Силы

Мышечная работа всегда подразумевает воздействие нагрузки на такой параметр, как “длина мускула”. Всего существует **3** типа сокращений:

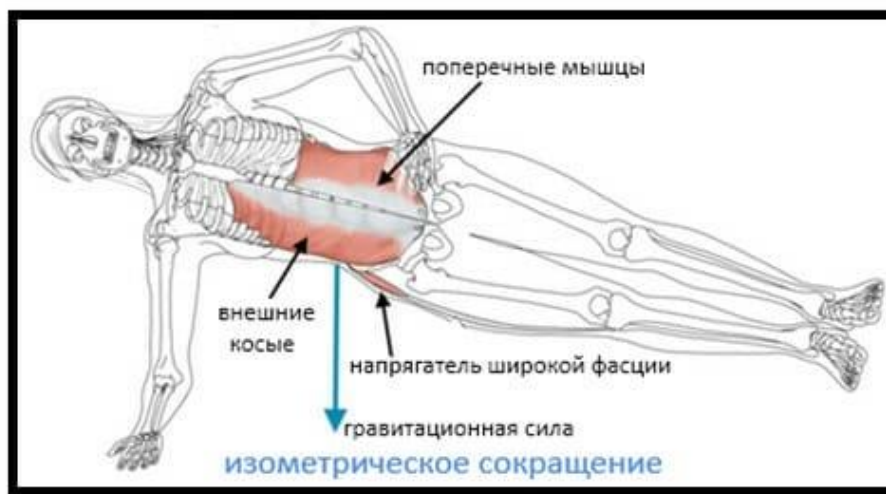
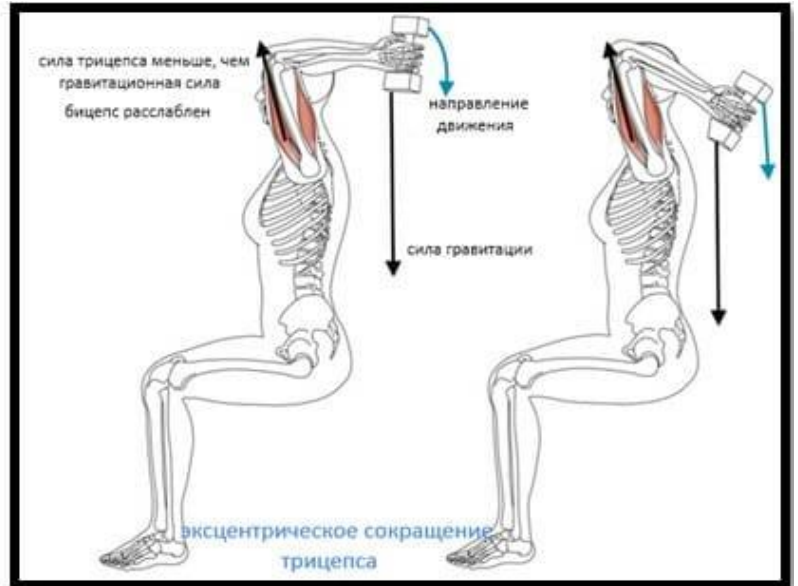
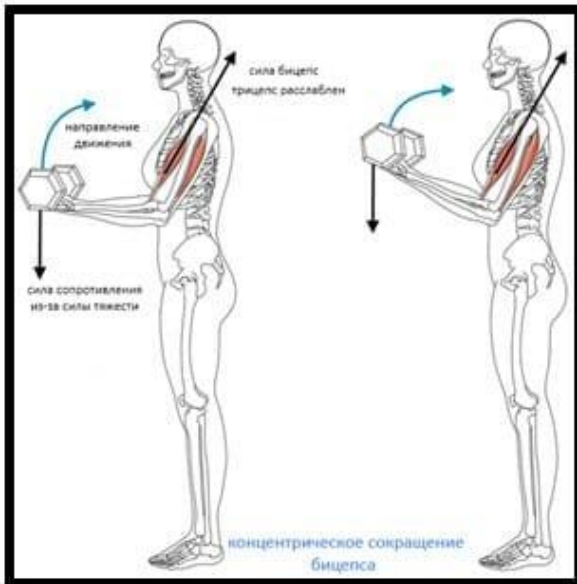
- концентрический – длина уменьшается;
- эксцентрический – длина увеличивается;
- изометрический – длина константа.

Изменение длины мышц зависит от соотношения между относительной сократительной силой, создаваемой мускулом, и устойчивой силой тяжести и дополнительного веса. Другими словами, если Ваша мышца создает достаточное для преодоления силы тяжести и веса снаряда усилие, упражнение будет успешно выполнено.

Если сократительная сила, создаваемая мышцей, больше, чем гравитационная сила, создаваемая весом, имеет место концентрическое сокращение.

Если сократительная сила, создаваемая мышцей, меньше, чем гравитационная сила, создаваемая весом, имеет место эксцентричное удлинение или медленное и контролируемое движение веса в направлении силы тяжести.

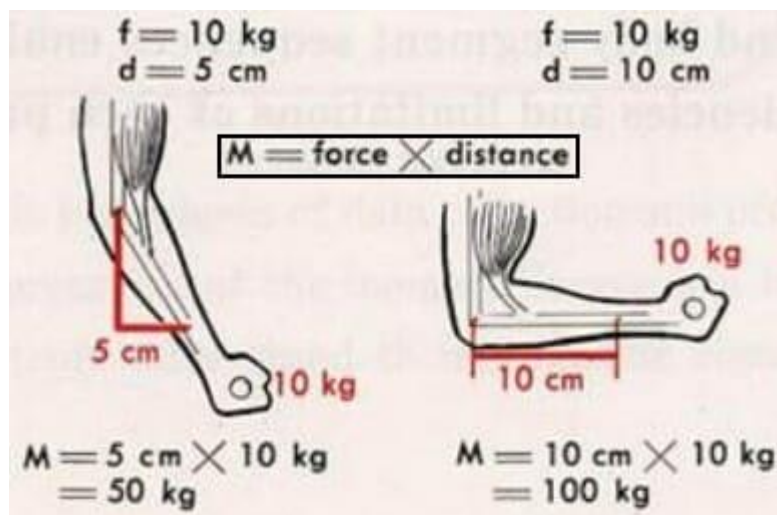
Если сократительная сила, создаваемая мышцей, равна гравитационной силе, создаваемой весом, имеет место изометрическое сокращение, т.е. тело остается в одном положении. Например, во время выполнения [планки](#), мускулы производят восходящую силу, которая равна нисходящей силе тяжести, тем самым позволяя телу удерживать устойчивое положение.



Если рассмотреть биомеханику упражнения подъем гантели/штанги на бицепс, то вот что стоит иметь ввиду. Мышечная сила при одновременном поднятии одной и той же максимальной внешней нагрузки будет варьироваться во всем диапазоне движения. Это изменение мышечной силы обусловлено биомеханическими преимуществами и недостатками системы рычагов человека. Когда человеческий рычаг находится в положении наибольшего биомеханического недостатка, так называемая “мертвая точка”, то для вытаскивания веса вверх требуется приложить максимальное мышечное усилие.

Когда человеческая система рычагов имеет наибольшее преимущество, мышечная сила уменьшается, чтобы поднять ту же максимальную внешнюю нагрузку. Поэтому изменчивость, существующая в мышечной силе, объясняется, в первую очередь, изменением преимуществ и недостатков, создаваемых системой рычагов человека.

Следующие примеры иллюстрируют изменения в мышечных силах, которые происходят из разных позиций рычагов:



### Примечание:

Пример - подъем гантели/штанги на бицепс. Чем длиннее руки у человека, тем БОЛЬШЕЕ усилие (в сравнении с его коллегой, у которого конечности короткие) ему нужно прилагать, чтобы поднять вес.

Таким образом, можно сделать вывод, что мышцы работают с максимальным потенциалом только в очень небольшом диапазоне движения (обычно только в «мертвых точках»).

Приведем примеры мертвых точек для некоторых упражнений:

- подъем штанги/гантели на бицепс: когда предплечье параллельно полу;
- приседания со штангой на спине: когда бедра параллельны полу;
- жим штанги лежа: когда штанга коснулась груди в нижней точке.

Практически всегда, когда Вы выполняете упражнения, отказ у Вас наступает именно в мертвой точке, невозможности ее преодолеть. Наиболее оптимальным решением в данном случае является не прерывание упражнения “на полуслове”, а помощь партнера со стороны. Последний подталкивает снаряд (например, снизу штангу при подъеме на бицепс стоя), когда Вы доходите до мертвой точки, а затем Вы продолжаете движение самостоятельно.

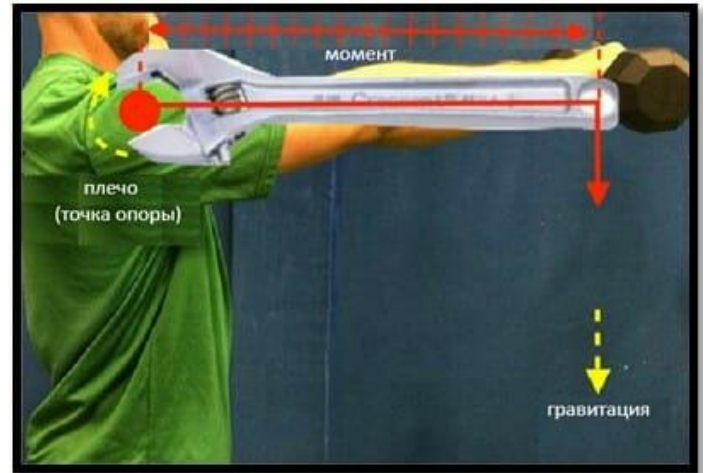
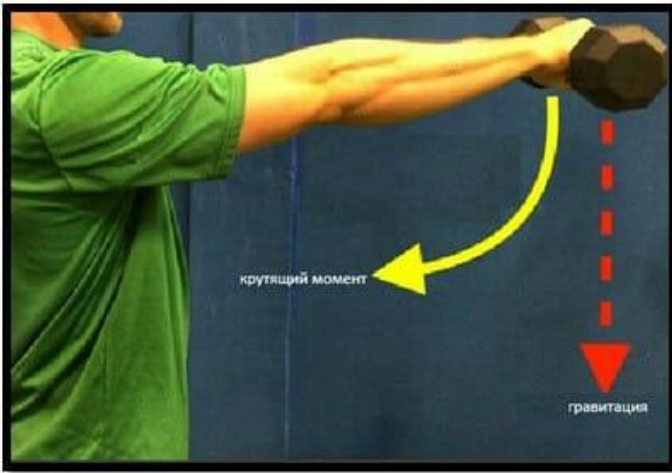
Теперь займемся...

### Фронтальные приседания и приседания со штангой на плечах. Что нам может сказать биомеханика?

Напомним еще раз о понятии рычага и момента, но применительно к конкретному движению – [подъем гантели перед собой](#).

Когда Вы удерживаете гантель на высоте плеча, вытянув руку вперед, сила тяжести тянет снаряд вниз. По мере того, как гравитация тянет гантель, она вызывает вращательное усилие в плечевом суставе. Эта сила называется крутящим моментом. Мышцы плеча, чтобы преодолеть эту силу и удерживать вес от движения, должны быть активированы.





Расстояние от силы тяжести и точки вращения (плечо в этом случае) называется рычагом. Подобно гаечному ключу, поворачивающему болт, чем длиннее рычаг, тем больше вращательная сила (крутящий момент) может быть применена к суставу. Когда рычаг находится под углом  $90$  градусов к суставу, рычажный рычаг имеет ту же длину, что и рычаг момента.

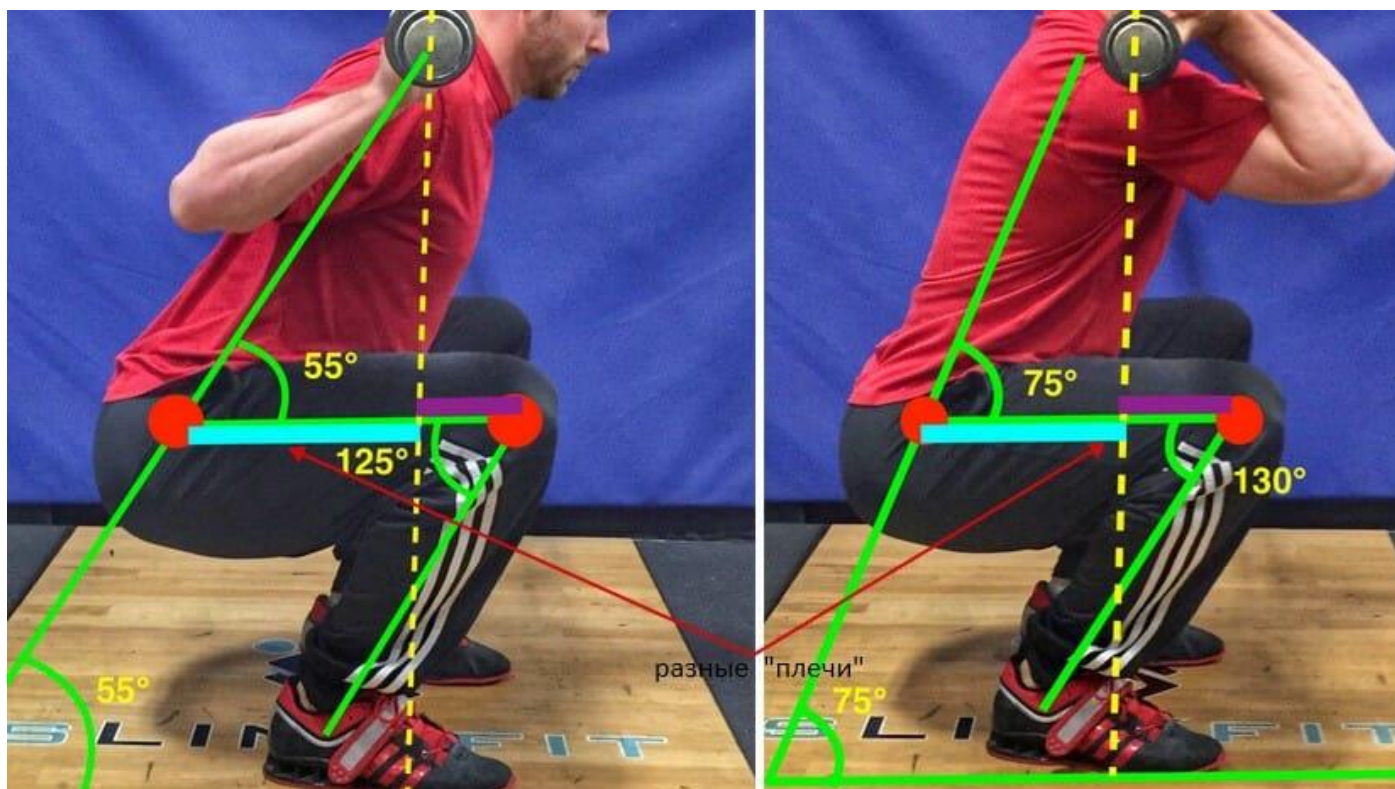
Правило рычага можно применить и в отношении приседаний и рассчитать величину крутящего момента, создаваемого каждым комплексом суставов (бедра, колени и низ спины). Гравитация всегда тянет предмет вниз. Во время приседаний ее часто изображают как вертикальную линию, проходящую через середину штанги. Эта вертикальная линия проходит через тело и делит бедро:



Расстояние от этой вертикальной линии до центра сустава становится рычагом (точно так же, как ключ поворачивает болт). Анализ приседаний обычно проводят в параллельной позиции бедер (бедро сгибается до колена). Чем длиннее в этом положении рычаг, тем больше крутящий момент, который будет возникать в этом суставе во время выполнения седа.

Приседания фронтальные и со штангой на плечах различаются между собой в ключе величины создаваемых крутящих моментов:

- у “задних” приседаний имеет место более длинный рычаг по сравнению с “передними”, что делает их, согласно правилу рычага, более эффективными для подъема большого веса. Механически человек может присесть больше, когда бедра имеют самое длинное плечо;
- “передние” приседания создают более длинный рычаг в колене и, следовательно, формируют в коленном суставе больше крутящего момента.



**Вывод:** изменяя тип приседаний, изменяется их биомеханика. Наиболее выгодно с точки зрения общего набора массы присесть со штангой на плечах до параллели (или чуть ниже) бедра полу. Фронтальные приседания предполагают снижение веса снаряда (в среднем на 20-25% от классики) и лучшую изоляцию мышц переднего бедра.

Собственно, это была последняя содержательная информация. Переходим к...

## Послесловие

Пять заметок – таков итог нашего нового силового F-цикла. Мы обстоятельно разобрали все [базовые движения](#) и посмотрели на упражнения изнутри, с точки зрения сил, моментов и углов. А сделали мы это для того, чтобы Вы лучше понимали механику работы своего тела и получали максимальный эффект от нагрузки при дозированных усилиях. Кстати, веса поперли? :)