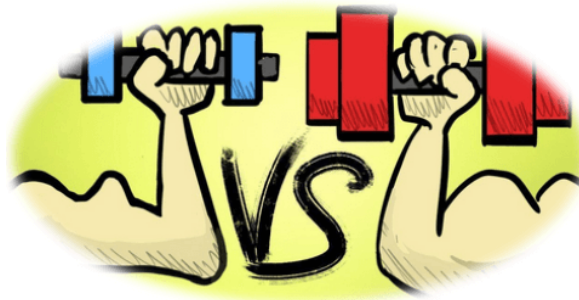


Рост мышц: основные факторы. Часть 1

Как ни странно, но это опять мы. Привет! В эту пятницу поговорим про рост мышц и тех факторах, которые должны его запускать. Будет много нескучной теории про факторы роста, мышечные повреждения, процесс работы мышц и т.д. На закуску - немного практики. Какой? Придется дочитать до конца, чтобы это узнать :). Скорее всего, за один раз мы не осилим такую серьезную тему, придется растянуть сие ~~недовольство~~ удовольствие на еще одно включение.

Рост мышц: факторы [Часть 1]



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

Факторы роста мышц: какие они

Казалось бы, мы уже вдоль и поперек разобрали тему роста мышц и рассказали о ней все, что можно. В какой-то степени это так. Например, у нас есть обстоятельная заметка о том, [как растут мышцы](#). А совсем недавно мы говорили о [наборе мышечной массы](#). И вот мы снова решили вернуться к этой теме, ибо считаем ее архиважной. К тому же у нас еще осталось, что по ней сказать. А говорить, собственно, мы будем про факторы роста мышц – те триггеры, которые являются инициаторами массонабора. Итак, давайте начнем нудить :).

Примечание:

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

“Кто такие” факторы роста

Что такое мышцы? Вы удивитесь, но это... вода. Именно она составляет большую их часть (примерно 70% веса) и только 25-30% приходится на белковый компонент, который отвечает за движения человека. Степень развития мышц зиждется на балансе между синтезом белка и его расщеплением. Когда синтез больше, чем пробой, организм находится в анаболическом (растущем) состоянии, которое способствует наращиванию мышечной массы.

Вопреки распространенному мнению, Вы не строите мышцы, когда работаете в зале. Наоборот, во время тренировки мышечная ткань ускоренно “ломается”, а синтез белка в значительной степени подавляется.

Когда Вы начинаете тренироваться (не обязательно с отягощением) у мышечных белков появляется статус “устаревшие”. Они, в процессе занятий, должны быть сначала разрушены и затем удалены из системы, чтобы позволить новым/лучшим белкам занять вакантное место.

Мышечная ткань восстанавливается после тренировки. За это время синтез и разрушение белков постепенно уменьшается. Синтез белка может оставаться повышенным в течение **48** или более часов после введения. За это время мышцы суперкомпенсируют, увеличиваясь в размерах.

Основные процессы, ответственные за развитие мышц, очень сложны и не совсем понятны. Общепринято, что регулирование мышечной ткани осуществляется, по крайней мере частично, посредством передачи сигналов различным путям, связанным с синтезом и разрушением белка. Эти пути разнообразны и обеспечивают множество способов мышц адаптироваться к перегрузке. Общим элементом всех путей развития мышц является то, что они проводят сигналы через специализированные ферменты, создавая цепочку событий, которые, в конечном счете, способствуют синтезу белка и препятствуют его разрушению.

Многочисленные мышечные исследования (например, Schoenfeld, 2010) говорят нам о том, что в физическом развитии мышц участвуют 3 основных механизма:



1. Мышечное напряжение

Напряжение, оказываемое на мышцы во время выполнения упражнений с сопротивлением, обычно считается самым важным фактором в развитии мышц. Напряжение от поднятия тяжестей нарушает целостность рабочих мышц, что вызывает механотрансдукцию. Это процесс, посредством которого механические сигналы преобразуются в химическую активность. В этом случае сигналы включаются в анаболические пути. До определенного момента большее мышечное напряжение приводит к большому анаболическому стимулу - классический случай адаптации. Однако у мышечного напряжения существует верхний предел, за которым уровни высокого напряжения оказывают уменьшающееся влияние на рост мышц. Как только этот порог достигнут, другие факторы становятся все более важными в процессе роста. Вот почему культуристы обычно демонстрируют превосходный мышечный рост (по сравнению с пауэрлифтерами), хотя они обычно тренируются с более легкими весами;

2. Мышечное повреждение мышц

Поднятие веса обычно приводит к болевым ощущениям в целевой мышце как во время тренировки, так и после нее. Это явление, называемое DOMS - отсроченная мышечная болезненность, обычно проявляется примерно через **24** часа после интенсивной тренировки. Пиковые эффекты наблюдаются примерно через два-три дня после тренировки. DOMS вызван локализованным повреждением мышечной ткани в виде микротравм/разрывов, как в сократительных белках, так и на поверхностной мембране (сарколемма) рабочих мышц. Однако многие люди не понимают, что небольшая болезненность может косвенно способствовать развитию мышц. Вот почему ответ на повреждение мышц можно сравнить с острым воспалительным ответом на инфекцию.

Как только организм ощущает повреждение, иммунные клетки (нейтрофилы, макрофаги и т.д.) мигрируют в поврежденную ткань, чтобы удалить клеточный мусор, поддерживая целостную структуру волокна. В этом процессе организм вырабатывает сигнальные молекулы, называемые цитокинами, которые активируют высвобождение факторов роста, участвующих в развитии мышц. В этом кольцевом способе локализованное воспаление - источник DOMS - приводит к реакции роста, которая, по сути, укрепляет способность мышечной ткани противостоять

будущему повреждению мышц (эффект приспособления к нагрузке). Тем не менее, болезненность ни в коем случае не является необходимым условием для развития мышц. Ваши мышцы, соединительная ткань и иммунная система становятся все более эффективными в борьбе с повреждением, связанным с волокнами и интенсивным обучением (адаптивный ответ).

Различные физиологические и структурные адаптации постепенно уменьшают ощущение боли. Чем чаще и интенсивнее ваши тренировки, тем больше Ваша устойчивость к мышечной болезненности, даже если Вы неизменно наносите ущерб волокнам. Поэтому у тренированных атлетов мышцы практически никогда не болят. Но это не значит, что они плохо потренировались и их мышцы не будут расти;

3. Метаболический стресс

Мышечные эффекты метаболического стресса можно объяснить производством побочных продуктов метаболизма, называемых метаболитами. Эти небольшие фрагменты (включая лактат, ион водорода и неорганический фосфат) опосредованно воздействуют на клеточную сигнализацию. Некоторые ученые полагают, что это достигается за счет увеличения количества воды в мышцах - клеточного набухания. Исследования показали, что набухание клеток стимулирует синтез белка и одновременно уменьшает его распад. Неясно, почему именно клеточное набухание вызывает анаболический эффект, но преобладающая теория предполагает механизм самосохранения. То есть, увеличение количества воды внутри клетки оказывает давление на ее стенку. Она, в свою очередь, воспринимает это как угрозу своей целостности и отвечает, отправляя анаболические сигналы, которые инициируют усиление её структуры (процесс приспособления).

Вывод: мышечное напряжение, повреждение и метаболический стресс обычно не существуют изолированно друг от друга. Скорее они объединяются для создания аддитивного эффекта для наращивания мышечной массы. Только путем достижения оптимального сочетания этих **3-х** факторов в Вашей тренировочной программе можно максимизировать рост мышц.

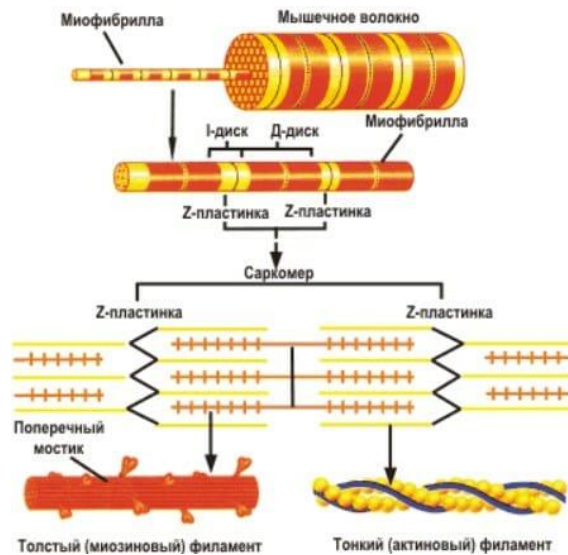
Идем далее и поговорим про...

Как работают мышцы

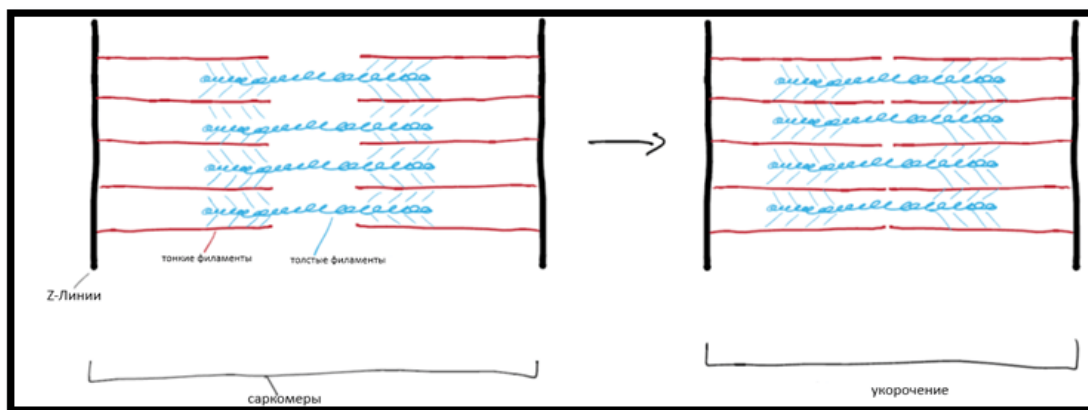
Наверняка Вы будете удивлены, если я скажу, что единственная работа скелетных (и поперечных) мышц - стать короче. А называются они так ввиду места их прикрепления – скелет человека. С.М. практически всегда пересекает один или два сустава и сближает две кости. Итак, давайте начнем разбираться с внутренним устройством мышц.

Саркомеры – базовый юнит мышцы

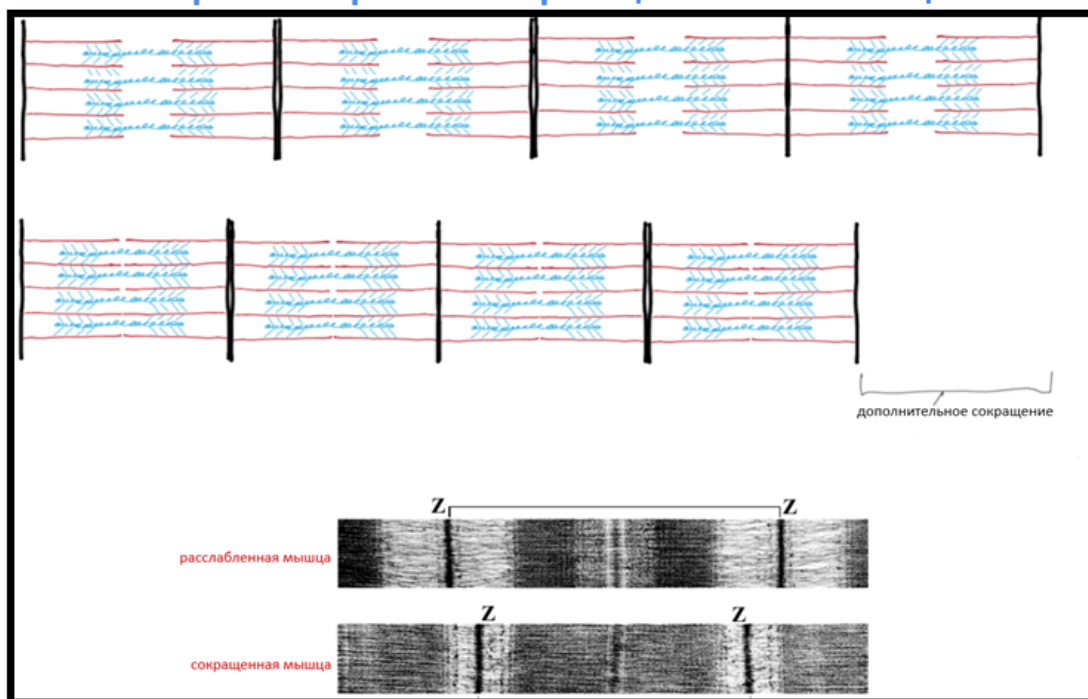
Саркомеры - базовая функциональная единица каждой мышечной клетки. Они состоят из скользящих/раздвижных нитей - филаментов (толстые и тонкие), ограниченных Z-линиями. В обеих половинах саркомера находятся тонкие филаменты. Один конец каждого из них прикреплен к Z-пластинке - сети из переплетающихся белковых молекул. Другой перекрывается толстыми филаментами. Саркомер ограничен двумя последовательно расположенными Z-пластинками. Таким образом, тонкие филаменты двух соседних саркомеров закреплены на двух сторонах каждой Z-пластинки.



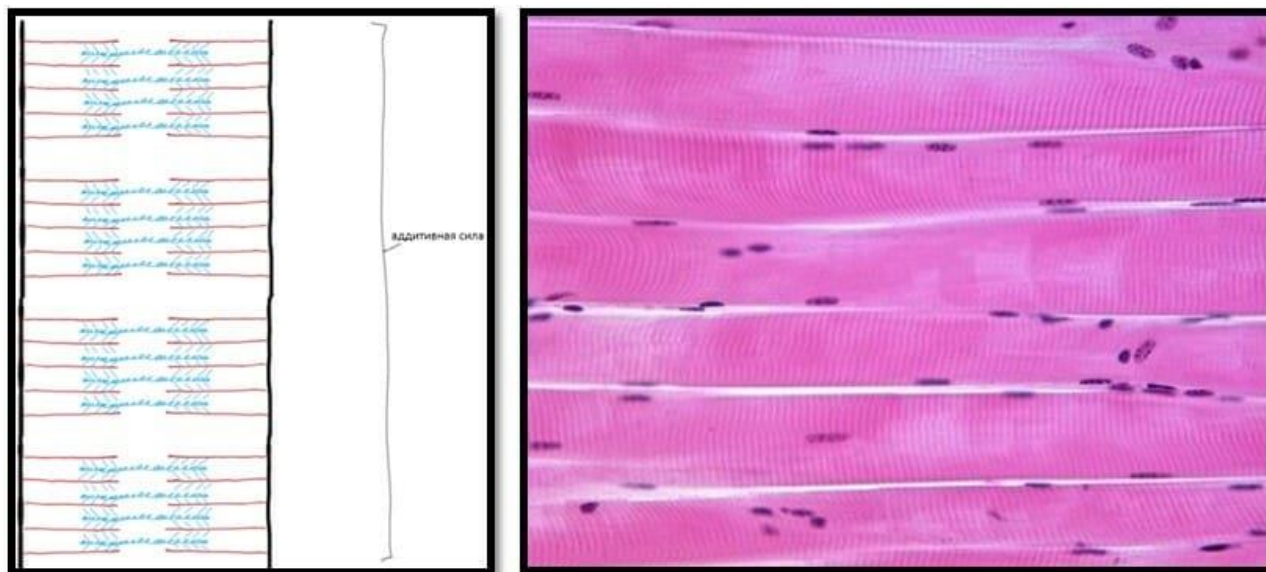
Несмотря на то, что протяженность каждого саркомера всего несколько миллиметров, а их укорочение и того меньше (несколько нанометров), когда миллионы из них помещают в конец, имеет место аддитивный эффект, позволяющий каждой мышечной клетке сокращать много дюймов. Это то, что дает мышце их исчерченное/бороздчатое качество.



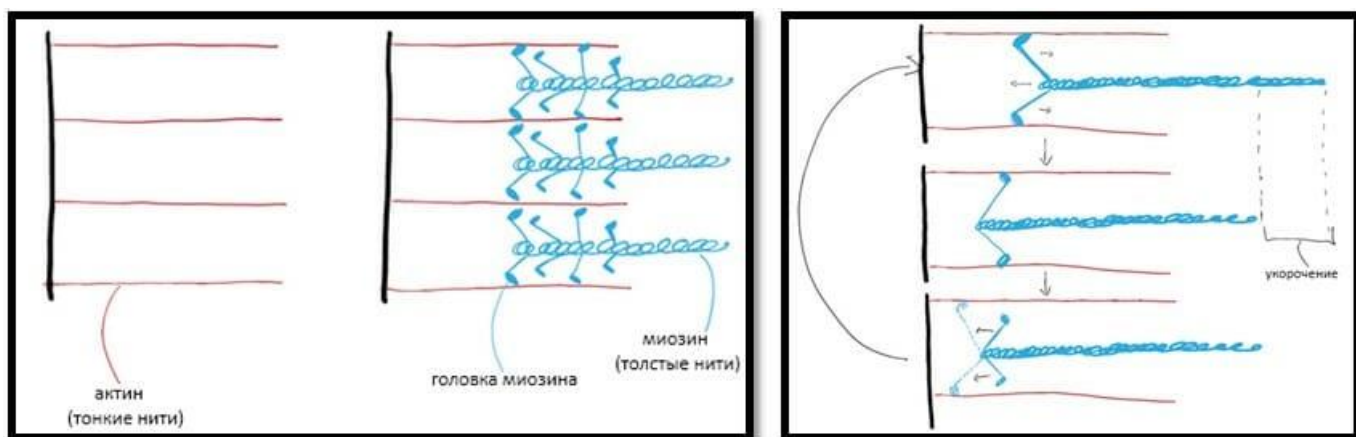
Саркомеры. Сокращение мышцы



Разумеется, что один длинный массив саркомеров не сможет переместить большой вес. Для этого нужна туева хуча саркомеров в параллели или рядом друг с другом, работающих вместе. Чистая сила мышцы определяется количеством саркомеров в параллели и задает “крупность” мускулатуры.



Мышца становится короче, перемещая (смыкая) Z-линии вместе. Давайте рассмотрим этот процесс “под микроскопом” и в увеличенном масштабе:



Тонкие нити, называемые актином, прикрепляются к Z-образным линиям с обоих концов саркомера. Толстые нити, называемые миозином (мио = мышцы), перекрывают актин с середины, но они не прикрепляются к Z-линиям. Головки миозина ведут себя как гусеницы, которые «ползают» в направлении к Z-линиям вдоль актиновых нитей. Именно так работает мышца, происходит ее сокращение.

Итак, мы познакомились с внутренним механизмом укорочения мышцы, и сделали мы это чтобы еще глубже залезть в дебри вот для чего.

Миозиновые головки: движители

Когда саркомер активирован, фактически активируется весь “блок двигателя” (motor unit). Все головки миозина начинают свою накачку (пампинг) и проползают к концу актина, сближая Z-линии вместе. Однако не все головки миозина созданы равными. Их активация стоит энергии. Некоторые головки миозина потребляют большое ее количество и поэтому ползают очень быстро, другие тратят немного энергии и двигаются медленно.

Это играет очень важную роль в том, что мы называем быстрыми и медленными мышечными волокнами (быстрого и медленного подергивания). Например, если имеется мышечное волокно со **100%** быстрыми головками миозина, то оно будет тратить много энергии, быстро двигаться вниз по актину и генерировать много силы. В сравнении с красным волокном, которое будет иметь в основном медленные подергивания головки миозина, медленно потребляет энергию, генерирует гораздо меньшую силу, однако может продлить эти энергетические запасы во времени (энергии хватит на дольше).

Примечание:

Тип головки миозина (медленный или быстрый) - это только один фактор, который играет роль в том, что мышечное волокно (вся мышечная клетка) обладает медленным или быстрым подергиванием.

На практике все намного сложнее: одно мышечное волокно может иметь любую комбинацию быстрых и медленных головок миозина, способствующих производству энергии. Это дает любой мышце в организме широкий спектр способностей в отношении производства энергии и выносливости. Некоторые мышцы специально “сконструированы” для того, чтобы иметь доминирующий тип головок миозина. Например, камбаловидная мышца – представлена медленными головками миозина (около **90%**). В то же самое время квадрицепс (внешняя часть бедра, широкая латеральная м.б.) представлена быстрыми головками. В целом же большинство мышц в организме среднестатистического человека имеет равный баланс медленных и быстрых волокон головок миозина.

Возникает вполне резонный вопрос: что изначально определяет, какие мышцы получают какой тип головок миозина? Ответ: основополагающий фактор, генетика. Не характер бега или питания, не количество поднятых килограмм, главный детерминант – гены, которые передали Вам родители. Ваша базовая композиция мышечных волокон основана на генетике. Точка.

С этим разобрались, следующее на очереди.

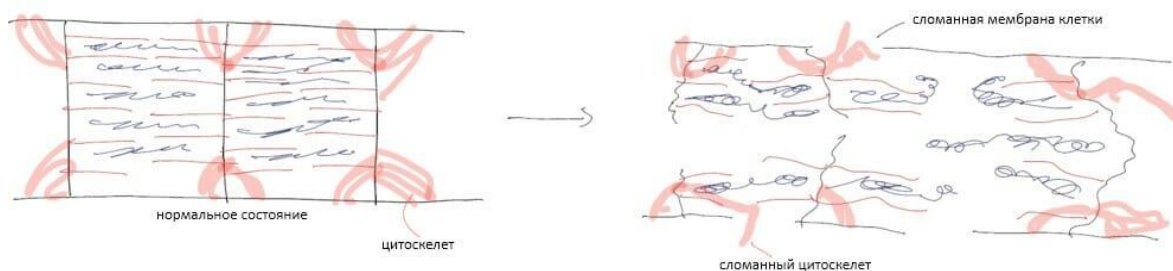
Мышечные повреждения: наглядное объяснение болезненности после тренировки

Как и говорилось в самом начале статьи, нас ждет еще вторая часть, в которой мы обстоятельно поговорим про мышечные повреждения, воспаление и болезненность. Сейчас же коснемся только биохимии.

У большинства из нас в начале своей тренажерной деятельности после зала болели мышцы. У кого-то в большей, у кого-то в меньшей степени. Это естественный процесс - “поломки” мышечных клеток после тренировки с сопротивлением. Степень нанесенного урона мышцам даже можно определить, измерив определенные мышечные ферменты в крови (креатинкиназа, тропонин).



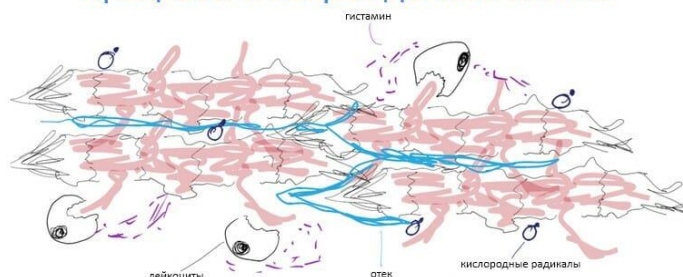
Во время тренировки первое, что нужно “разбить” это Z-линии. Они повреждаются путем перенапряжения с повторяющимися движениями, перегрузкой или даже молочной кислотой и никогда не возвращаются к норме. Как только достаточно саркомеров сломано, вся мышечная клетка теряет свою структурную прочность (поддерживается цитоскелетом, состоящим из актина) и мембрана мышечных клеток распадается. Это не убивает клетку. Но она не будет “работать” до тех пор, пока снова не восстановится.



Примерно через **24** часа начинается боль. Потому что, пока Вы спали, тело было занято фиксацией повреждений. Для этого ему пришлось рекрутировать целую серию воспалительных клеток, которые устраняют беспорядок, полученный от сломанных белков, потребляя их.

Это также вызывает образование отеков или накопление жидкости, радикалов кислорода. Они создают напряжение на поврежденной мышце, а также выделяют определенные химические вещества, которые вызывают боль только сами по себе (например, гистамин). Это также приводит к спазму мышц и непропорциональному сокращению, что может объяснить, почему мышца «плотная» при болях.

Процессы в поврежденной клетке



На следующий день после тренировки Вы испытываете максимальную боль. Через некоторое время она проходит: с затратой Ваших усилий быстрее, без них – медленней. Вы снова идете на тренировку и после неё замечаете, что мышцы болят уже не так сильно, как в первый раз. Почему так? Вы хуже потренировались и недостаточно “разбили” мышцы? Нет, просто уменьшилось “количество разбивки” (величина стала меньше).

Во-первых, Вы стали более тренированным, поэтому не создаете такое же количество молочной кислоты, как в первый раз. Во-вторых, цитоскелет мышцы улучшается, придавая мышечным клеткам более структурную целостность. И, наконец, вне мышечной клетки соединительная ткань развивается для дальнейшей стабилизации мышц.

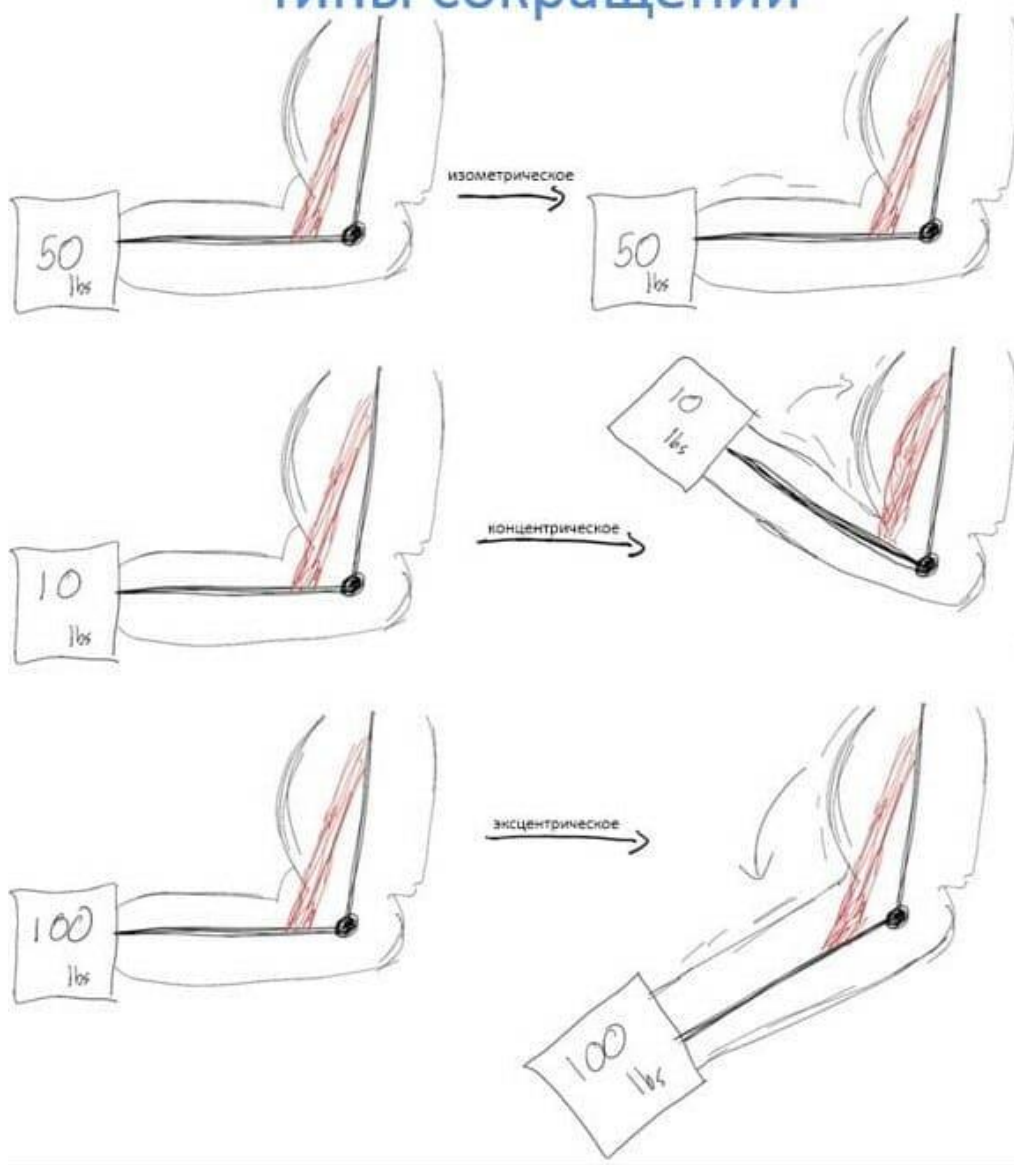


Вывод: мышцы человека это “приспособительные” структуры. Они меняются в соответствии с поставленной задачей, подстраивая свою “жизнедеятельность” под новые условия. Наше тело лениво и, прежде всего, сохраняет ресурсы. Когда мышца приспособляется, она только адаптируется к стимулу. Это означает, что каждый новый вызов заставляет ее ломаться по-новому, а мускулы снова начинают болеть. Поэтому тренироваться нужно разнообразно (а не только менять подходы и повторения), чтобы мышцы периодически давали о себе знать.

Мышечные повреждения и различные типы движений

Знаете ли Вы, что одни типы движений могут вызывать больше мышечного повреждения, чем другие? Изометрические упражнения - это движения, в которых мышца сжимается, но не двигается (например, давление на неподвижную стену). Концентрические - движения, в которых мышца сокращается и становится короче (например, подъем гантели на бицепс). Эксцентрические - движения, в которых мышца сжимается и становится длиннее.

Типы сокращений



У нетренированного человека (или после длительного перерыва) все они вызывают повреждение мышц и болезненность. Однако эксцентрические движения наносят наибольший урон и приводят к самой высокой болезненности мускулов. Эксцентрические упражнения и мышечные повреждения – все эти факторы стимулируют рост мышц. Обязательно стройте свои тренировки в соответствии с воздействием/подключением на эти факторы.

Ну вот, собственно, с первой частью разобрались. Оставим “мяса” и для второй.

Послесловие

Сентябрь и октябрь мы решили посвятить теории накачки. Мы выпустили две заметки на тему "Как набрать мышечную массу". Третьим номером начали разбирать тему “Рост мышц: факторы”. Поговорили о работе мышц и посмотрели на процесс мышечных повреждений изнутри. Кое-что припасли и на вторую часть. Ждем следующей пятницы и все будет! До скорого!