

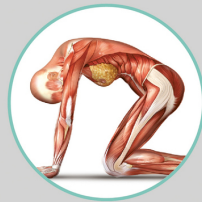
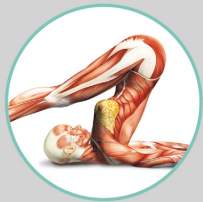


# АНАТОМИЯ СТРЕТЧИНГА

...

**БОЛЬШАЯ**  
ИЛЛЮСТРИРОВАННАЯ  
ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

...



**Брэд Уокер**  
**Анатомия стретчинга**  
**Серия «Анатомия спорта»**

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=48481372](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=48481372)*

*Анатомия стретчинга. Большая иллюстрированная энциклопедия:*

*Эксмо; Москва; 2017*

*ISBN 978-5-699-81838-9*

### **Аннотация**

Растяжка – один из самых безопасных и результативных способов избавления от боли в мышцах. Ею можно заниматься в любом месте, в любое время и без специального оборудования. В книге представлены сотни упражнений с использованием растяжки. Они помогут восстановить организм, сделать тело гибким, подтянутым и здоровым. В ней вы также найдете подробную анатомическую справку и способы восстановления после травм и болезней с помощью стретчинга. Подробные пошаговые иллюстрации позволят выполнить любое упражнения с первого раза.

# Содержание

Как пользоваться этой книгой	5
Введение	7
1. Гибкость, анатомия и физиология	10
Фитнес и гибкость	10
Опасности и ограничения, связанные с плохой гибкостью	11
Что ограничивает гибкость?	12
Гибкость и процесс старения	13
Анатомия мышц	15
Кости и суставы	15
Связки	15
Сухожилия	16
Мышцы	16
Физиология мышечного сокращения	24
Мышечные рефлексy	27
Механика скелетно-мышечной системы	30
Скелетные мышцы можно разделить на два типа:	32
Рычаги	36
Создание силы	38
Взаимное (реципрокное) торможение	38
Конец ознакомительного фрагмента.	40

# **Анатомия стретчинга. Большая иллюстрированная ЭНЦИКЛОПЕДИЯ**

The Anatomy of Stretching, Second Edition:

Your Illustrated Guide to Flexibility and Injury Rehabilitation

by Brad Walker

© 2007, 2011 by Brad Walker

© Публикуется по соглашению NORTH ATLANTIC BOOKS (USA) при содействии агентства Александра Корженевского (Россия)

© Татаренко Н. А., перевод на русский язык, 2017

© ООО «Издательство «Э», 2017

# Как пользоваться этой книгой

Благодаря своему оформлению «Анатомия стретчинга» обеспечивает гармоничный баланс между теоретической информацией об основах растяжки и гибкости, анатомии и физиологии и практической стороной стретчинга, то есть в книге ясно показано и рассказано, как правильно выполнить 135 уникальных упражнений на растяжку. Все представленные здесь упражнения упорядочиваются в соответствии с тем, какая часть тела растягивается, а затем дается более подробная информация о том, какие именно мышцы являются целевыми при выполнении того или иного упражнения.

Помимо детального анатомического рисунка, в каждый раздел о стретчинге также включаются описание того, как выполнять растяжку, список видов спорта и спортивных травм, при которых конкретная растяжка принесет наибольшую пользу, а также дополнительная информация о любых распространенных проблемах, которые связывают с выполнением соответствующей растяжки.

Стиль описания каждого упражнения на растяжку одинаков на протяжении всей книги. Ниже представлен пример такого описания, а смысловое содержание каждого заголовка выделено полужирным шрифтом.

Каждому упражнению для удобства присваивается уникальный номер и название

Описываемая техника выполнения соответствует анатомической схеме и представляет собой детальный обзор правильного выполнения растяжки

Первичные мышцы: целевая группа мышц, которые растягиваются во время стретчинга.

Вторичные мышцы: любые дополнительные мышцы, которые также растягиваются во время данных упражнений

Исчерпывающий список тех видов спорта, которые используют целевую группу мышц во время активной спортивной деятельности

### 705: РАСТЯЖКА ГРУДНЫХ МЫШЦ С СОГНУТОЙ РУКОЙ



#### Техника выполнения

Исходное положение: стоя, рука поднята, предплечье согнуто под прямым углом к плечу. Упритесь предплечье в неподвижный предмет, а затем поворачивайте плечо и тело в обратную от выпяченной руки сторону.

#### Растягиваемые мышцы:

Первичные мышцы: большая и малая грудные мышцы, передний пучок дельтовидной мышцы.

Вторичные мышцы: передняя зубчатая мышца.

#### Виды спорта, для которых подходит

данный способ растяжки: баскетбол, теннис, вольные и спортивные ориентирование, теннис, бадминтон, сквош, гребля, гольф на камне и катание, плавание, крикет, бейсбол, легкоатлетические виды спорта, метание.

#### Травмы, при которых данный способ

растяжки может быть полезен: Смещение, подвывих, вывих акромиально-ключичного сочленения, повреждение грудинно-ключичного сустава, плечелопаточный бурсит синовиума с ограниченной подвижностью плеча, тендинит крапчатой манжеты плеча, бурсит плечевого сустава, дельтовидный капсулит плеча (синдром «замороженного плеча»), разрыв сухожилия бицепса, тендинит двуглавой мышцы, растяжение двуглавой мышцы, растяжение грудных мышц, воспаленные места присоединения грудной мышцы.

#### Дополнительная информация

##### для правильного выполнения

данного способа растяжки: Верхняя часть руки должна быть параллельна полу.

#### Копия элементарная растяжка

104

Визуальная анатомическая схема, которая демонстрирует целевую группу мышц, растягиваемых во время стретчинга

Исчерпывающий список возможных спортивных травм, при которых выполнение соответствующей растяжки было бы полезным в целях профилактики травмы или реабилитации после нее

Меры предосторожности, особые требования или любая дополнительная информация, гарантирующие правильное выполнение растяжки для обеспечения безопасности и пользы от упражнений

Дополнительная растяжка, выполнение которой увеличит пользу представленной растяжки

# Введение

Подход к теме стретчинга (или растяжки) и гибкости за последние 15–20 лет заметно изменился. Канули в лету те дни, когда тема стретчинга умещалась на паре страниц в самом конце учебника о здоровом образе жизни и фитнесе или когда десяток контурных человечков, выполняющих самые обычные упражнения на растяжку, предлагались справочно в конце книги.

Еще 15 лет назад едва ли можно было найти текст, подробно рассказывающий о стретчинге, а в настоящее время полки забиты подобными книгами. Создается впечатление, что описали уже все, начиная от методик стретчинга «нового поколения» до стретчинга в составе боевых искусств и очень подробного клинического применения стретчинга в рамках различных учебных дисциплин.

Когда книга «Анатомия стретчинга» была впервые опубликована в 2007 г., она стала первым пособием, охватывающим анатомию и физиологию упражнений на растяжку и гибкость. С тех пор было написано множество других книг, но ни одна из них не иллюстрировала столько упражнений на растяжку и не могла предоставить настолько детальную информацию об анатомических особенностях при выполнении того или иного упражнения, чтобы сделать книгу доступной для простого читателя.

«Анатомия стретчинга» существенно выигрывает по сравнению с другой похожей литературой: эта книга открывает человеческое тело изнутри, показывая, какие группы мышц испытывают основную, а какие – второстепенную нагрузку при выполнении тех или иных упражнений на растяжку.

В «Анатомии стретчинга» процесс растяжки мышц рассмотрен со всех сторон и под каждым углом, включая физиологию и гибкость, преимущества стретчинга, различные способы растяжки, правила безопасного стретчинга, а также как правильно растягивать мышцы. Книга, ориентированная как на любителей фитнеса с любым уровнем физической подготовки, так и на профессиональных спортсменов, акцентирует внимание на том, какие именно упражнения на растяжку помогут облегчить боль или окажут содействие в процессе реабилитации после травмы.

Кроме того, во втором издании добавлено более 20 новых упражнений на растяжку, расширена глава о физиологии, каждая глава дополнена новыми анатомическими подробностями, а также использована новая система нумерации, чтобы облегчить процесс поиска того или иного упражнения на растяжку.

«Анатомия стретчинга» – иллюстрированное руководство для атлетов и людей, профессионально занимающихся фитнесом, – обеспечивает равновесие между теоретической информацией об азах анатомии и физиологии упражнений

на растяжку и гибкость и практической частью, состоящей из 135 уникальных упражнений.

Книга состоит из независимых разделов, поэтому нет необходимости читать ее от корки до корки, чтобы достичь желаемой цели. Если вы хотите понять, как устроены мышцы, обратитесь к главе 1, если вам интересно знать, как стретчинг может помочь вам, посмотрите главу 2, а если вы интересуетесь информацией об упражнениях на растяжку сухожилий, почитайте главу 9.

Будь вы профессиональным спортсменом или просто любителем фитнеса, спортивным тренером или персональным коучем, специалистом по лечебной физкультуре или спортивным врачом – книга «Анатомия стретчинга» принесет пользу всем и каждому.

*Брэд Уолкер*

# 1. Гибкость, анатомия и физиология

## Фитнес и гибкость

Физическая форма любого человека зависит от многих факторов, одним из которых является гибкость. Хотя гибкость – очень важный аспект хорошей физической формы, он – лишь одна из спиц колеса фитнеса. Среди остальных компонентов можно выделить силу, выносливость, энергичность, скорость, равновесие, координацию, подвижность и технику.

Несмотря на то что отдельные виды спорта требуют разного уровня физической подготовки, очень важно регулярно следовать конкретной программе тренировок, чтобы уделять должное внимание каждому компоненту фитнес-программы. В регби и американском футболе, к примеру, большое внимание уделяется силе и энергичности. Однако, если не придавать значения выработке соответствующих навыков и развитию гибкости, можно легко получить травму, что приведет к ухудшению показателей. Сила и гибкость очень важны для гимнаста, и, если программа тренировок разработана правильно, спортсмен сможет параллельно повысить

энергичность, скорость и выносливость.

Некоторые люди рождаются более сильными или более гибкими, было бы странно и глупо, если бы они полностью игнорировали другие компоненты хорошей физической формы, – и это правда для всех и каждого. И даже если у человека отмечается хорошая гибкость одного сустава или группы мышц, это не значит, что все мышцы этого человека будут одинаково гибкими. Таким образом, очень важно рассматривать гибкость как характеристику одного конкретно сустава или группы мышц.

## **Опасности и ограничения, связанные с плохой гибкостью**

Твердые, застывшие мышцы ограничивают нормальную амплитуду движений. В некоторых случаях недостаточная гибкость может стать основной причиной боли в мышцах и суставах. В худшем случае это может привести к невозможности нагнуться или даже посмотреть через плечо.

Твердые, застывшие мышцы мешают правильной работе человеческого тела. Если мышцы не способны сокращаться и расслабляться должным образом, это может спровоцировать снижение результативности и неспособность контролировать работу мышц. Короткие твердые мышцы также могут повлечь за собой колоссальное снижение силы и энергичности во время физической активности.

В некоторых случаях твердые и застывшие мышцы могут даже привести к ухудшению кровообращения. Хорошее кровообращение – залог получения мышцами должного количества кислорода и питательных веществ. Плохое кровообращение вызывает повышенную утомляемость мышц и в итоге может нарушить процесс заживления мышц и уменьшить их способность восстанавливаться после изнурительных физических тренировок.

Любой из этих факторов может существенно повысить вероятность получения травмы. А вместе они представляют собой не что иное, как комбинацию мышечного дискомфорта, снижения производительности, повышенной травматичности и еще более высокой вероятности повторных травм.

## **Что ограничивает гибкость?**

Мышечная система должна быть гибкой, чтобы человек мог достигать наилучших результатов. Растяжка – наиболее эффективный способ развития и сохранения гибкости мышц и сухожилий. Но, как бы там ни было, есть и другие факторы, способные спровоцировать снижение гибкости.

Гибкость – или амплитуда подвижности – может быть ограничена ввиду как внутренних, так и внешних факторов. Внутренние факторы, такие, как кости, связки, мышечная масса, длина мышц, а также кожа, ограничивают двигательную способность каждого конкретного сустава. Можно при-

вести такой пример: человеческая нога не может выгнуться дальше выпрямленного положения, принимая во внимание структуру костей и связок, из которых состоит коленный сустав.

Внешние факторы включают возраст, пол, температуру, одежду, стесняющую движения, и, безусловно, травму или инвалидность – все это также оказывает прямое влияние на гибкость отдельно взятого человека.

## **Гибкость и процесс старения**

Не секрет, что с каждым годом мышцы и суставы становятся все более твердыми и более застывшими. Это часть процесса старения нашего организма, что обусловлено комбинацией физической дегенерации и обездвиженности. Несмотря на то что не в наших силах остановить процесс старения, мы тем не менее можем повысить гибкость тела.

Возраст не должен стать препятствием для сохранения хорошей физической формы и активного образа жизни, но чем старше мы становимся, тем важнее применять определенные меры предосторожности.

Придется поработать чуть дольше, проявить немного больше терпения и быть более осторожным.

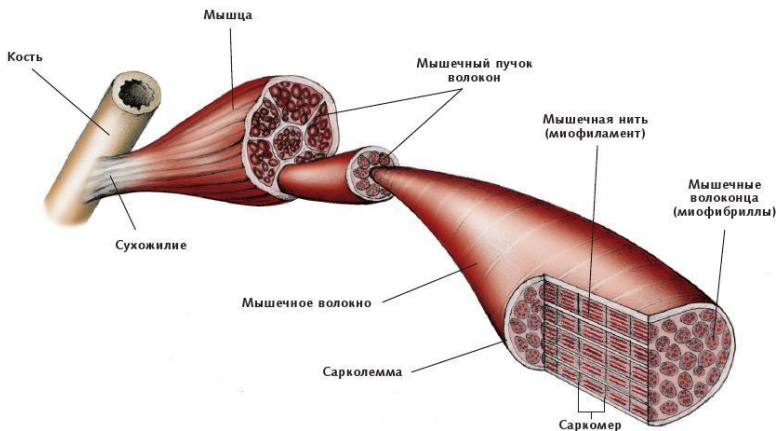


Рис. 1.1. Поперечное сечение мышечных волокон, включая миофибриллы, саркомеры и миофиламенты

# **Анатомия мышц**

Для улучшения гибкости при выполнении упражнений на растяжку необходимо концентрироваться в первую очередь на мышцах и их фасциях (оболочке). Хотя кости, суставы, связки, сухожилия и кожа оказывают существенное влияние на гибкость нашего тела, мы едва ли можем контролировать эти факторы.

## **Кости и суставы**

Структура костей и суставов устроена таким образом, что она обеспечивает наше тело определенной амплитудой подвижности. Например, как бы вы ни пытались, коленный сустав не позволит ноге согнуться дальше выпрямленного положения.

## **Связки**

Связки соединяют кости между собой и выступают в качестве стабилизаторов суставов. Следует избегать растяжения связок, поскольку это может привести к перманентному снижению стабильности сустава, что, в свою очередь, повышает утомляемость и риск травмы суставов.

## Сухожилия

Мышцы соединяются с костями при помощи сухожилий, которые представляют собой плотную соединительную ткань. Они очень прочные, но при этом исключительно податливые. Сухожилия также оказывают существенное влияние на стабильность суставов, но отвечают менее чем за 10 % от их общей гибкости. Таким образом, в упражнениях на растяжку сухожилия не требуют к себе большого внимания.

## Мышцы

Человеческое тело состоит примерно из 215 пар скелетных мышц, которые составляют около 40 % общей массы тела. Скелетные мышцы названы так потому, что большая их часть крепится к скелету, обеспечивая его движение и, соответственно, движение всего тела.

Скелетные мышцы окружены огромным количеством кровеносных сосудов и нервов, что напрямую связано с их сокращением – первостепенной функцией скелетных мышц. К каждой скелетной мышце, как правило, подходит одна магистральная артерия, которая переносит к этой мышце питательные вещества через кровоток, а также несколько вен, через которые выводятся продукты метаболизма. Кровеносные сосуды и нервы, как правило, входят в середину мышцы,

но иногда они входят в мышечное волокно с одного конца, проникая затем в эндомизий.

Волокна скелетных мышц бывают трех типов: красные, медленно сокращающиеся, волокна; промежуточные, быстро сокращающиеся, и белые, быстро сокращающиеся. Цвет каждого из них зависит от количества присутствующего в них миоглобина, который представляет собой хранилище кислорода. Миоглобин способен повышать скорость диффузии кислорода, поэтому красные, медленно сокращающиеся, волокна способны сокращаться на протяжении более длительного времени, что особенно важно при выполнении упражнений на выносливость. В белых, быстро сокращающихся волокнах отмечается более низкое содержание миоглобина. Поскольку они полагаются на запасы гликогена (энергии), они быстро сокращаются, но так же быстро устают, поэтому их обычно задействуют спринтеры или спортсмены, деятельность которых требует коротких, но быстрых движений, например тяжелоатлеты. Считается, что в икроножной мышце марафонцев мирового уровня находится 93–99 % медленно сокращающихся волокон, а в той же мышце спринтеров мирового класса содержится всего 25 % таких волокон (Wilmore & Costill, 1994).

Волокно каждой скелетной мышцы представляет собой единичную мышечную клетку цилиндрической формы, окруженную цитоплазматической клеточной мембраной – сарколеммой. Сарколемма представляет собой своеобраз-

ные отверстия, ведущие к трубочкам, известным как поперечные трубочки миоцита (или Т-трубочки). (Сарколемма является своего рода ячейкой для сохранения потенциала мембраны, что позволяет импульсам, – в частности, это касается саркоплазматического ретикулума (СР) – либо генерировать, либо ингибировать сокращения.)

Каждая скелетная мышца может состоять из сотен, а иногда и тысяч мышечных волокон, собранных вместе и «обернутых» в соединительнотканную оболочку, известную как эпимизий, которая и обеспечивает мышце ее форму, а также является поверхностью, вдоль которой перемещаются окружающие мышцы. Фасция, соединительная ткань вне эпимизия, окружает и разделяет мышцы.

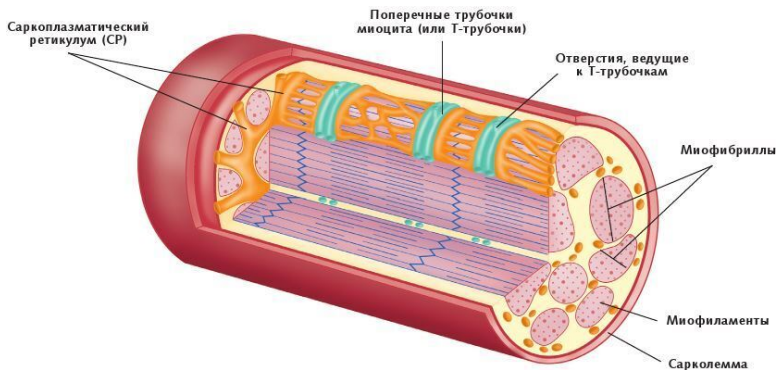


Рис. 1.2. Каждое волокно скелетной мышцы представляет собой единичную мышечную клетку цилиндрической фор-

Части эпимизия направлены вовнутрь, разделяя мышцу на отделы. Каждый отдел содержит пучок мышечных волокон (*латин.* fasciculus – «маленький пучок из веточек»), который окружен слоем соединительной ткани – перимизием – и включает некоторое количество мышечных клеток. Мышечная клетка внутри каждого пучка окружена эндомизием – тонкой оболочкой из рыхлой соединительной ткани.

Для скелетных мышц характерно разнообразие форм, что связано как с расположением пучков мышечных волокон, так и расположением и подвижностью мышцы. У параллельных мышц пучки размещены параллельно длинной оси мышцы – примером может служить портняжная мышца. В перистых мышцах короткие пучки волокон под углом присоединены к сухожилию, проходящему вдоль центра мышцы, и они имеют, соответственно, форму пера, например прямая мышца бедра. Суживающиеся (треугольные) мышцы являются широкими у основания, а затем пучки волокон сужаются к одному сухожилию, например большая грудная мышца. Пучки волокон круговых мышц (сфинктеров) представляют собой кольца, сконцентрированные вокруг отверстия, например круговая мышца глаза.

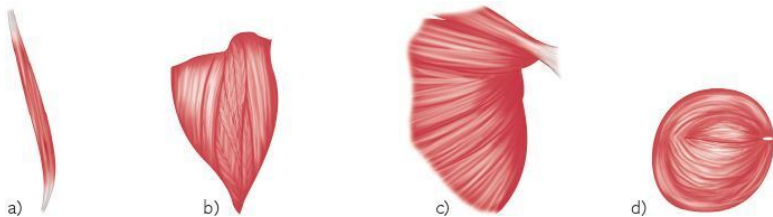


Рис. 1.3. Формы мышц: а – параллельные; б – перистые; с – суживающиеся; д – круговые

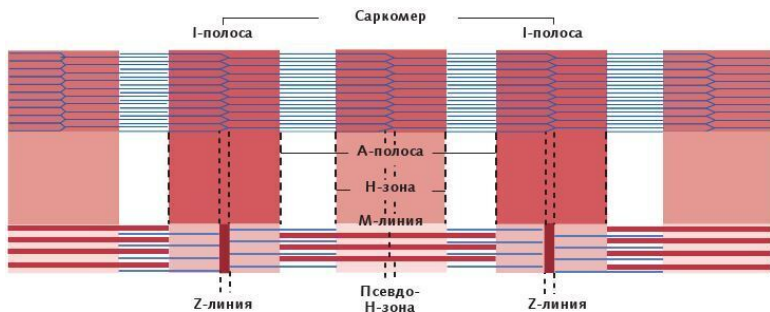


Рис. 1.4. Миофиламенты внутри саркомера. Саркомер связан с обеих сторон Z-линией; М-линия является центром саркомера; I-полоса состоит из актина, А-полоса – из миозина

Каждое мышечное волокно состоит из небольших структур, называемых мышечными фибриллами, или миофибриллами (*латин.* *miō* – «мышца»). Миофибриллы расположены параллельно друг другу и придают мышечной клетке «сло-

истый» внешний вид, поскольку состоят из одинаково упорядоченных миофиламентов. Миофиламенты – это цепочки протеиновых молекул, которые под микроскопом выглядят как светлые и темные полосы. Светлые изотропные (I) полосы состоят из белка актина, темные анизотропные (A) – из белка миозина. (Третий вид белка, известный как титин, был идентифицирован и отвечает примерно за 11 % от общего содержания белка в мышцах.) При сокращении мышцы филаменты актина двигаются между филаментами миозина, образуя поперечные мостики, что приводит к укорачиванию и утолщению миофибрилл (см. «Физиология мышечного сокращения»).

Зачастую эпимизий, перимизий и эндомизий простираются за пределы мясистой части мышцы, так называемого брюшка, формируя толстое «кабельное»<sup>1</sup> сухожилие или широкую, плоскую, слоистую сухожильную ткань, известную как апоневроз. Сухожилие и апоневроз формируют не прямые места «прикрепления» мышц к надкостнице или соединительной ткани других мышц. Более сложные мышцы могут иметь несколько мест прикрепления, например, четырехглавая мышца имеет четыре крепления. Поэтому, как правило, мышца перекрывает сустав и крепится по обе стороны кости при помощи сухожилий. Один конец мышцы остается в относительно зафиксированном или стабильном положении, в то время как другой ее конец двигается в ре-

---

<sup>1</sup> Сухожилие, состоящее из отдельных продольных волокон. – *Примеч. пер.*

зультате мышечного сокращения.

Каждое мышечное волокно иннервируется единичным двигательным волокном, которое заканчивается недалеко от центра мышечного волокна. Единичное двигательное волокно и все мышечные волокна, которые оно задействует, являются двигательной единицей. Количество мышечных волокон, задействованных единичным двигательным волокном, зависит от движения, которое необходимо выполнить. Когда требуется точная, контролируемая степень подвижности, например движение глазом или пальцем, задействуется лишь несколько мышечных волокон; при необходимости выполнить более масштабное движение, например движение такими крупными мышцами, как большая ягодичная мышца, может быть задействовано несколько сотен мышечных волокон.

Отдельные мышечные волокна работают по принципу «все или ничего», когда стимуляция волокна приводит к полному его сокращению или к полному отсутствию такого сокращения – волокно не может сократиться чуть-чуть. Общее сокращение любой отдельно взятой мышцы предполагает сокращение определенного количества ее волокон в определенный момент времени, при этом остальные волокна находятся в расслабленном состоянии.

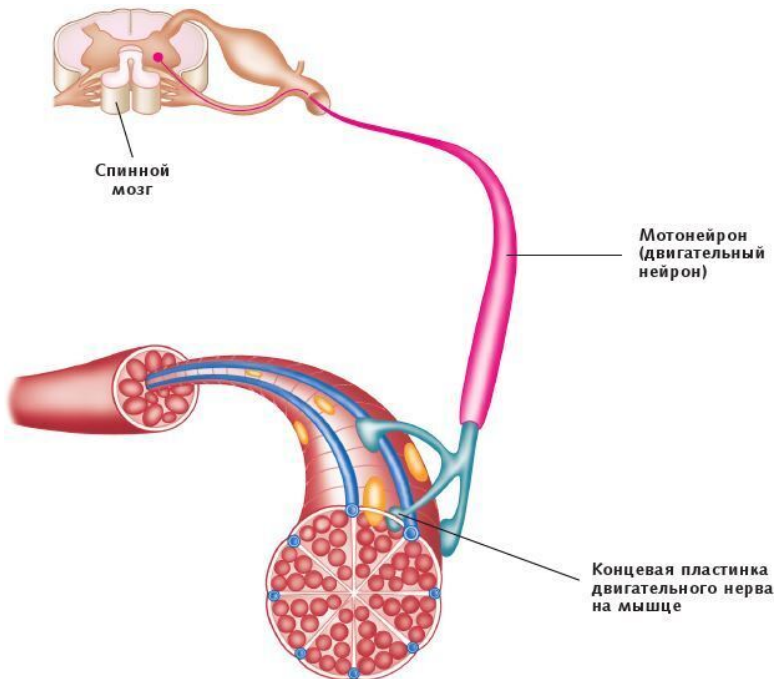


Рис. 1.5. Двигательная единица мышечного волокна скелетной мышцы

# Физиология мышечного сокращения

Нервные импульсы приводят к сокращению мышечных волокон. Соединение между мышечным волокном и двигательным нервом известно как нейромышечное соединение, и именно здесь осуществляется взаимодействие между нервом и мышцей. Нервный импульс передается на нервные окончания, называемые синаптическим окончанием аксона, рядом с сарколеммой. В таких окончаниях содержатся тысячи пузырьков, наполненных нейромедиатором ацетилхолином (АХ). Когда нервный импульс достигает синаптического окончания аксона, сотни этих пузырьков высвобождают свой АХ, также и АХ открывает каналы, в которых происходит рассеивание ионов натрия ( $\text{Na}^+$ ). Потенциал покоя неактивного мышечного волокна составляет примерно  $-95$  мВ. Инфлюкс ионов натрия уменьшает заряд, создавая потенциал концевой пластинки. Если потенциал концевой пластинки достигает порогового значения потенциала (примерно  $-50$  мВ), ионы натрия попадают в поток, вследствие чего внутри волокна создается потенциал действия.

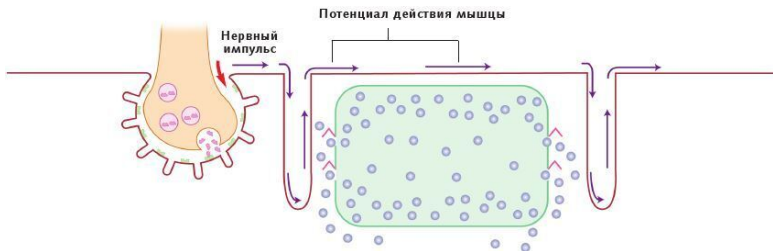


Рис. 1.6. Нервный импульс, представляющий собой триггер потенциала действия или сокращения мышцы

В мышечном волокне не происходит видимых перемен во время (и сразу после) потенциала действия. Этот период, называемый латентным, длится от 3 до 10 мс. Перед окончанием латентного периода фермент ацетилхолинэстераза (АХЭ) расщепляет АХ в нейромышечном соединении, натриевые каналы закрываются, и поле очищается в ожидании следующего нервного импульса. Потенциал покоя волокна восстанавливается путем оттока ионов калия из возбужденной клетки. Короткий период, требуемый для восстановления потенциала покоя, называется рефрактерным периодом.

Так каким же образом укорачивается мышечное волокно? Этот механизм можно лучше всего объяснить при помощи теории скользящих нитей (Huxley & Hanson, 1954), согласно которой мышечные волокна получают нервный импульс (см. выше), что приводит к выделению ионов кальция, сосредоточенных в саркоплазматическом ретикулуме (СР). Что-

бы мышцы работали эффективно, нужна энергия, которая создается в результате распада аденозинтрифосфата (АТФ). Такая энергия позволяет ионам кальция связываться с филаментами актина и миозина для формирования магнитной связи, в результате чего волокна укорачиваются, вызывая сокращение мышц. Мышечное действие продолжается вплоть до истощения запасов кальция, после чего кальций начинает возвращаться в СР, где он будет храниться до следующего нервного импульса.

# Мышечные рефлексy

В скелетных мышцах содержатся специальные сенсорные единицы, восприимчивые к удлинению (укорачиванию) мышцы. Такие сенсорные единицы называются мышечным веретеном и нервно-сухожильным веретеном (сухожильным органом Гольджи), они важны для обнаружения изменений в длине мышцы, реагирования на такие изменения и для их регулирования.

Мышечные веретена состоят из спиральных нитей, которые называются интрафузальными мышечными волокнами, а также нервных окончаний, расположенных внутри оболочки соединительной ткани для регулирования скорости удлинения мышцы. Если мышца удлиняется слишком быстро, сигналы, поступающие из интрафузальных мышечных волокон, уведомят об этом нервную систему через спинной мозг, чтобы нервный импульс был отправлен обратно, вызывая тем самым сокращение мышцы. Сигналы постоянно направляют в мышцу и из мышцы информацию, касающуюся положения и силы (проприорецепция).

Кроме того, когда мышца удлиняется и удерживается в таком положении, сократительная реакция будет сохраняться до тех пор, пока растянута мышца. Такой механизм известен как дуга разгибательного рефлекса. Мышечные веретена будут стимулироваться во время проведения растяжения мыш-

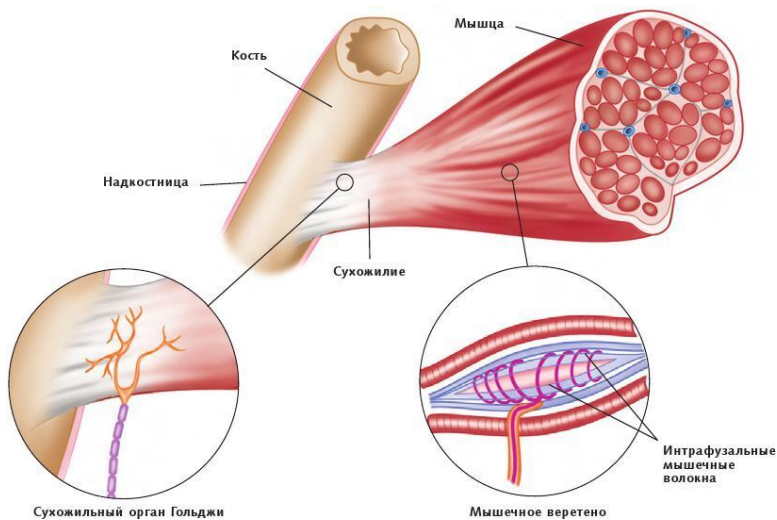


Рис. 1.7. Анатомия мышечного веретена и сухожильного органа Гольджи

Классический клинический пример разгибательного рефлекса – коленный рефлекс, который предполагает активацию рецептора растяжения сухожилия, что вызывает рефлексорное сокращение прикрепленной мышцы, то есть четырехглавой мышцы.

В то время как мышечные веретена контролируют длину мышцы, сухожильные органы Гольджи (СОГ) настолько чувствительны к напряжению в мышечно-сухожильном

комплексе, что могут отреагировать на сокращение единичного мышечного волокна. СОГ по своей природе являются ингибирующими, выполняя защитную функцию и снижая риск травмы. При получении стимуляции СОГ ингибируют (тормозят) сокращающиеся мышцы (агонисты) и возбуждают мышцы-антагонисты.

# **Механика скелетно-мышечной системы**

В большинстве случаев скоординированные движения предполагают прикрепление скелетной мышцы, которая остается в относительно стационарном состоянии с одной стороны и двигается с другой стороны места прикрепления. Проксимальное, стационарное прикрепление считается источником, а более дистальное, подвижное прикрепление считается вставкой. (В любом случае в настоящее время предпочтительнее употреблять именно выражение «место прикрепления» вместо «источник» и «вставка», поскольку мышцы устроены таким образом, что любой конец мышцы может двигаться или быть зафиксирован в зависимости от ситуации.)

В большинстве случаев движение требует задействования определенной мышечной силы, генерируемой мышцами-агонистами (или первичной движущей силой), которые в первую очередь отвечают за движение и обеспечивают большую часть силы, необходимой для осуществления движения. В движении также принимают участие мышцы-антагонисты, которые, удлиняясь, гарантируют движение, производимое первичной движущей силой, и выполняют защитную функцию. Кроме того, потребуется участие и мышц-синергистов (известных как стабилизаторы), помогающих первич-

ной движущей силой и также порой участвующих в корректировке направления движения. Простым примером является сгибание локтевого сустава, требующее укорачивания плечевой мышцы и двуглавой мышцы плеча (первичная движущая сила) и расслабления трехглавой мышцы плеча (антагонист). Плечелучевая мышца выступает в качестве мышцы-синергиста, помогая плечевой и двуглавой мышцам плеча.

Мышечное движение можно разделить на три типа сокращений: концентрические, эксцентрические и статические (изометрические). Во время большинства видов деятельности, например во время бега, занятий пилатесом и йогой, могут наблюдаться все типы сокращений для обеспечения плавного и скоординированного движения.

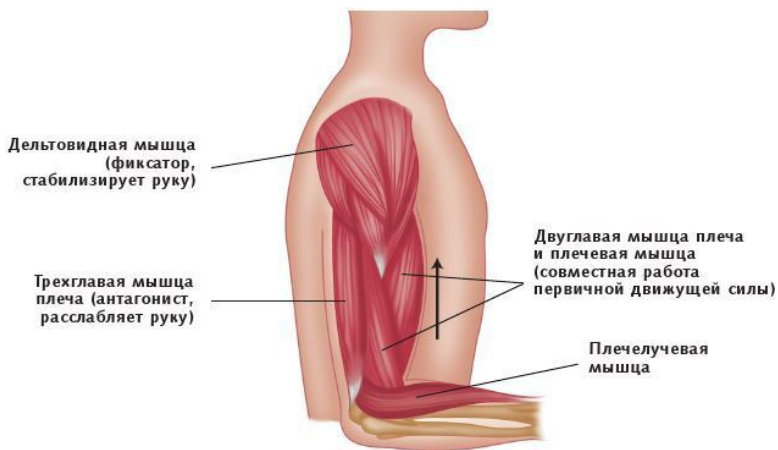


Рис. 1.8. Сгибание локтевого сустава, при котором плечевая мышца и двуглавая мышца плеча выступают в качестве первичной движущей силы, трехглавая мышца плеча является антагонистом, а плечелучевая мышца – мышцей-синергистом

## **Скелетные мышцы можно разделить на два типа:**

1. Стабилизирующие мышцы<sup>2</sup> фактически стабилизируют сустав. Они состоят из медленно сокращающихся волокон для обеспечения выносливости, а также способствуют удержанию положения. В свою очередь, их можно подразделить на первичные стабилизирующие мышцы, которые характеризуются очень глубокими креплениями и располагаются вблизи оси вращения сустава, и вторичные стабилизирующие мышцы, которые представляют собой очень сильные мышцы, способные поглощать большое количество силы. Стабилизирующие мышцы противодействуют силе тяжести и часто с течением времени становятся слабее и длиннее (Norris, 1998). В качестве примера можно привести многогроздельную мышцу, поперечную мышцу живота (первич-

---

<sup>2</sup> Важно отметить, что все скелетные мышцы являются либо стабилизирующими, либо мобилизирующими, в зависимости от движения и положения тела в конкретный момент реагирования мышц.

ные), а также большую ягодичную мышцу и большую приводящую мышцу (вторичные).

2. Мобилизирующие мышцы (см. примеч. 2) отвечают за движение. Они считаются более поверхностными и менее сильными по сравнению со стабилизирующими мышцами, но при этом обеспечивают более широкую амплитуду движения. Как правило, они пересекают два сустава и состоят из быстросокращающихся волокон, которые отличаются силой, но лишены выносливости. Мобилизирующие мышцы способствуют быстрому, или баллистическому, движению и развивают высокую силу. С течением времени и по мере их использования они, как правило, твердеют и укорачиваются. В качестве примера можно привести подколенное сухожилие, грушевидную мышцу и ромбовидные мышцы.

Основная функция мышцы – ее укорачивание. Когда места прикрепления мышцы сближаются, это называется концентрическим сокращением. Поскольку происходит движение сустава, концентрические сокращения также можно считать динамическими. В качестве примера приведем удержание предмета: при выполнении данного действия двуглавая мышца плеча сокращается концентрически, локтевой сустав сгибается, а рука поднимается вверх к плечу.

Движение считается эксцентрическим сокращением, если мышца может прилагать силу во время удлинения. Как и в случае с концентрическим сокращением, в результате движения сустава такое сокращение также можно считать ди-

намическим. Филаменты актина все больше отдаляются от центра саркомера, эффективно его растягивая.

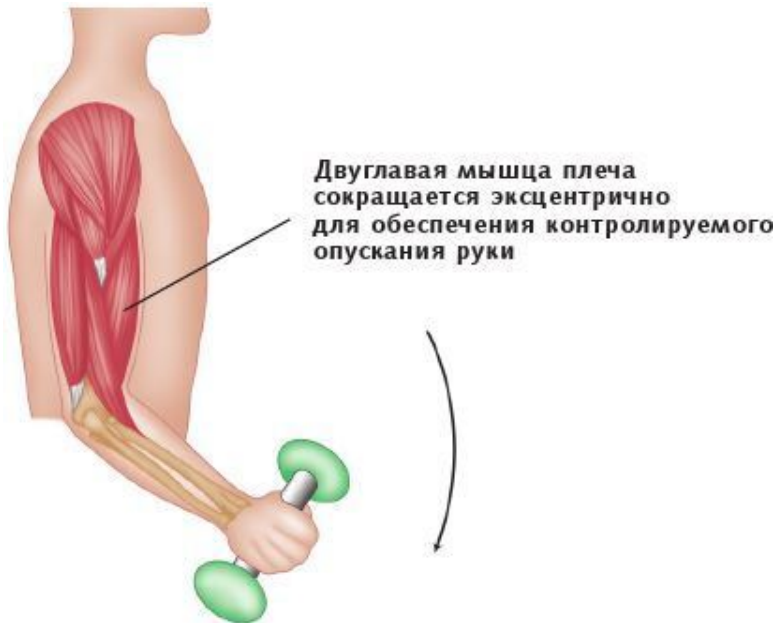


Рис. 1.9. Пример эксцентрического сокращения – движение двуглавой мышцы плеча, когда локоть выпрямляется, чтобы опустить тяжелый предмет. В данном случае двуглавая мышца плеча контролирует движение путем постепенного удлинения, чтобы противостоять силе притяжения

Когда мышца действует без движения, генерируется сила,

но длина мышцы остается неизменной. Этот механизм называют статическим (изометрическим) сокращением.

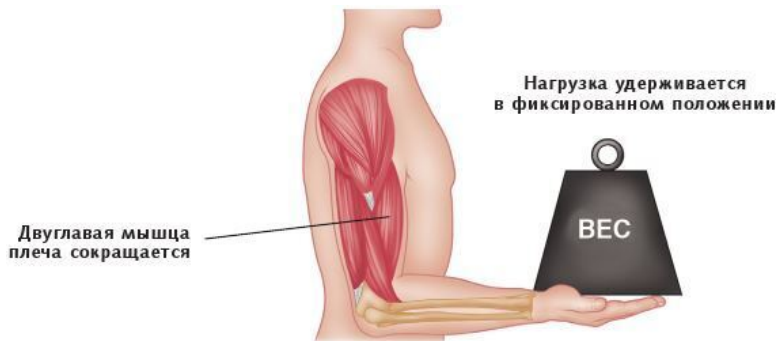


Рис. 1.10. Пример статического (изометрического) сокращения, когда удерживается большой вес, при этом локоть находится в фиксированном положении и согнут под углом в  $90^\circ$

# Рычаги

Рычаг представляет собой механизм для передачи (но не создания) силы, он состоит из жесткого стержня, который двигается вокруг неподвижной точки (центра вращения). Если быть точнее, рычаг включает импульс силы, силу сопротивления, жесткий стержень и центр вращения. Кости, суставы и мышцы в совокупности формируют систему рычагов, причем суставы выступают в качестве центра вращения, мышцы прилагают усилие, кости несут массу той части тела, которую необходимо переместить. Рычаги можно классифицировать в зависимости от положения центра вращения, сопротивления (нагрузки), а также усилия относительно друг друга.

В рычаге первого класса усилие и сопротивление расположены на противоположных сторонах центра вращения. В рычаге второго класса усилие и сопротивление находятся с одной стороны центра вращения, а сопротивление – между центром вращения и усилием. Наконец, в рычаге третьего класса усилие и сопротивление размещены с одной стороны центра вращения, но усилие действует между центром вращения и сопротивлением – это самый распространенный тип рычага в человеческом теле.

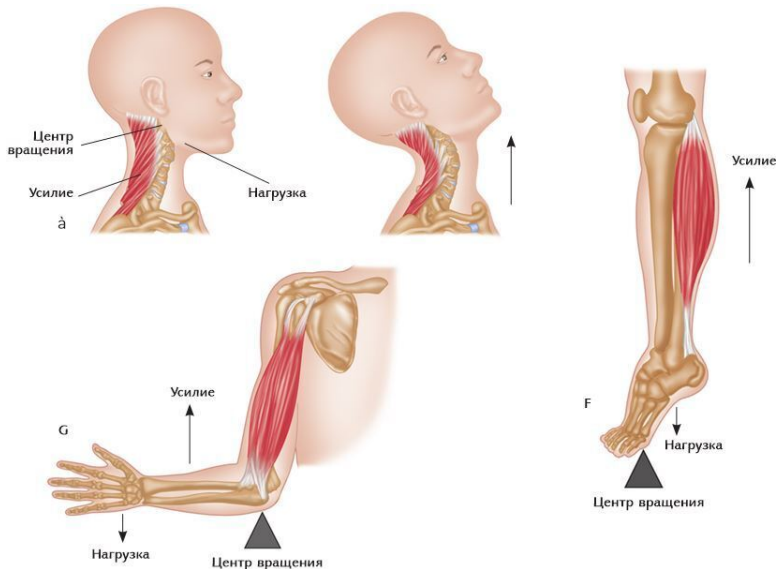


Рис. 1.11. Примеры рычагов в человеческом теле: а – рычаг первого класса; б – рычаг второго класса; с – рычаг третьего класса

# Создание силы

Крепость скелетной мышцы отражается в ее способности генерировать силу. Если тяжелоатлет способен поднять 75 кг, мышцы должны производить достаточное количество силы для того, чтобы он мог сделать это. Даже если вы не пытаетесь поднять вес, мышцы все равно должны производить достаточно силы, чтобы двигать кости, к которым они крепятся. Генерирование силы зависит от ряда факторов, включая количество и тип активированных моторных единиц, размер мышцы, а также угол, под которым располагается сустав.

## Взаимное (реципрокное) торможение

Большинство движений предполагает совместное усилие двух и более мышц, причем одна из мышц обязательно должна выступать в качестве первичной движущей силы. Многие первичные движущие мышцы, как правило, берут «в помощники» мышцу-синергиста. Кроме того, у большого числа скелетных мышц имеется одна или даже больше мышц-антагонистов, которые выполняют противоположное действие. Хорошим примером может послужить абдукция бедра, при которой средняя ягодичная мышца выступает в качестве первичной движущей силы, напрягатель широкой фасции

бедрa действует синергетически, а приводящие мышцы бедра функционируют как антагонисты, при этом происходит их реципрокное торможение (РТ) под действием агонистов.

Реципрокное торможение – это физиологический феномен, предполагающий автоматическое ингибирование мышцы при сокращении ее антагониста. В определенных обстоятельствах агонисты и антагонисты могут сокращаться одновременно – такой феномен известен как *координация сокращения*.

Теперь, когда вы имеете общее представление о гибкости, мышцах и мышечной механике, можно переходить к определению стретчинга. Поскольку стретчинг связан с физическим здоровьем и хорошей физической формой, он представляет собой способность определенных частей тела принимать такие положения, в которых мышцы и связанные с ними мягкие ткани удлиняются.

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.