

Ольга Прилепова

# БИОМЕХАНИКА

рук и плечевого пояса в асанах

# ЙОГИ



Для преподавателей йоги  
фитнес-инструкторов  
спортивных тренеров

16+

**Ольга Прилепова**  
**Биомеханика рук и плечевого  
пояса в асанах йоги**  
Серия «Анатомия и  
биомеханика йоги», книга 3

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=62983232](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=62983232)  
SelfPub; 2023*

### **Аннотация**

Руки позволяют нам осуществлять самую разнообразную деятельность, а еще они принимают участие в дыхании и поддержании осанки. В книге рассказывается, как правильно работать руками в асанах йоги, как с их помощью эффективно воздействовать на грудной отдел позвоночника для улучшения осанки, как руки помогают нам дышать и многое другое. Изложенный в книге материал даст возможность посмотреть на практику другими глазами, сделать ее более грамотной, осмысленной, полезной и гармоничной. Это третья из серии книг по анатомии и биомеханике йоги, адресованных преподавателям йоги, пилатеса, фитнес-инструкторам, спортивным тренерам, а также всем, кто занимается йогой и хочет улучшить свою практику и узнать о ней больше. Администрация сайта ЛитРес не несет ответственности за представленную информацию.

Могут иметься медицинские противопоказания, необходима консультация специалиста.

# Содержание

Предисловие	6
Основные понятия	9
Части тела	10
Исходное положение тела	12
Плоскости тела	13
Оси тела	17
Движения по плоскостям	18
Другие стереотипные движения	21
Соединения костей	24
Суставы	26
Анатомическая классификация суставов	28
Биомеханическая классификация суставов	28
Одноосные суставы	31
Двуосные суставы	32
Трехосные или многоосные суставы	33
Симфизы	33
Физиология мышечной деятельности	35
Свойства и функции мышц	36
Строение мышечного волокна	37
Типы мышечных волокон	40
Режимы мышечного сокращения	42
Координация движений	43
Кинематические цепи	47

Анатомия	49
Кости рук и плечевого пояса	50
Скелет плечевого пояса	50
Скелет руки	52
Конец ознакомительного фрагмента.	57

# **Ольга Прилепова**

## **Биомеханика рук и плечевого пояса в асанах йоги**

### **Предисловие**

Наши руки – удивительное творение Природы, позволяющее нам осуществлять самую разнообразную деятельность. Мы можем колоть дрова и вышивать бисером, играть на скрипке и подтягиваться на турнике. В практике асан нашим рукам, порой, приходится нелегко. В упорах и балансах на руках им приходится выполнять совершенно несвойственные для них функции по удержанию веса всего тела и сохранению равновесия.

С другой стороны, руки дают нам возможность воздействовать на грудной отдел позвоночника, улучшая нашу осанку. Однако, из-за особенностей строения плечевого пояса эффективно воздействовать на позвоночник с помощью рук не так просто, как кажется на первый взгляд. Большинство движений, которые мы совершаем руками, никак на позвоночнике не отражаются.

Для понимания того, как грамотно пользоваться руками во время практики асан, нужно хорошо ориентироваться в анатомическом строении рук и плечевого пояса (пояса верхних конечностей, как говорят доктора), знать особенности строения суставов и места прикрепления мышц. Эти знания позволяют нам понять, как наше тело или отдельные его части могут двигаться без риска получить травму и в то же время эффективно и с пользой для здоровья.

Поэтому знание законов движения человеческого тела для преподавателя йоги бесценно. Оно позволяет вывести личную и преподавательскую практику на совершенно новый уровень. Изучение этих законов позволяет посмотреть на тело человека и понять его по-новому и приносит множество неожиданных и удивительных открытий.

Эта книга рассказывает о строении, функционировании и законах движения плечевого пояса и рук, о взаимодействии мышц и суставов в этой области, а также о том, как эти движения отражаются на всем теле. Изложенный здесь материал даст возможность посмотреть на практику другими глазами, сделать ее более осмысленной, базирующейся на фундаментальных теоретических знаниях и понимании механики человеческого тела.

В книге изложены все основные и необходимые сведения о строении и функционировании плечевого пояса и рук. Книга написана доступным языком, материал четко структурирован, наиболее важная информация сведена в таблицы,

текст сопровождается иллюстрациями, снабженными необходимыми пояснениями.

Книга адресована преподавателям йоги и серьезным практикам. Она поможет разобраться понять механику наших движений и физиологические возможности, исключить травмоопасные движения и положения, минимизировать риски и максимально использовать терапевтический потенциал йоги.

# Основные понятия

Для описания и обсуждения движений человека используется ряд специальных понятий: оси и плоскости тела, исходное положение, а также названия определенных движений. Движения и положения частей тела, принятых в результате этих движений, описываются относительно исходного положения тела.

# Части тела

Мы начнем с того, что вспомним, как называются те части тела человека, которые относятся к плечевому поясу. Конечно, мы все понимаем, где у человека нога, а где голова. Но есть некоторые части тела, анатомические названия которых не совпадают с названиями в бытовой речи. Это прежде всего плечо. В обыденной речи плечом принято называть место между шеей и рукой. Вероятно, это пришло от портных, которые именно так это и называют. В анатомии плечом называется верхняя часть руки: от локтевого до плечевого сустава. А вот для части тела между шеей и плечевым суставом специального анатомического названия не существует. Если же врачу нужно указать на эту область, например, если здесь имеется травма, он назовет ее надключичной областью, если речь идет о передней ее части, или надлопаточной, если имеется в виду задняя часть.

Итак, верхняя часть руки от плечевого до локтевого сустава называется плечом. Нижняя часть руки от плечевого до лучезапястного сустава называется предплечьем. Далее у нас следует кисть руки. В ней различают запястье и пясть. Чтобы понять, где они находятся, лучше всего посмотреть на скелет кисти (см. рис. ниже). Мы видим здесь два ряда мелких косточек, которые соединяются с длинными костями, похожими на кости пальцев. Вот эти два ряда мелких ко-

сточек – это запястье, а длинные кости – это пясть.

Если мы, проводя йога-классы, даем словесные инструкции по отстройке асан, нам нужно объяснить и нашим студентам, какая часть тела как называется, и что мы имеем в виду, говоря «плечо» или «предплечье».

## **Исходное положение тела**

Под исходным положением тела подразумевается положение, когда человек стоит, равномерно опираясь на обе ноги. Голова и туловище расположены прямо, позвоночник сохраняет свои физиологические изгибы, таз находится в нейтральном положении, колени выпрямлены, но не переразогнуты, стопы развернуты – пятки вместе, носки разведены на  $65 - 70^{\circ}$ , угол между голенью и стопой равен  $90^{\circ}$ , руки свободно висят, плечи несколько отведены назад, а ладони развернуты вперед.

# Плоскости тела

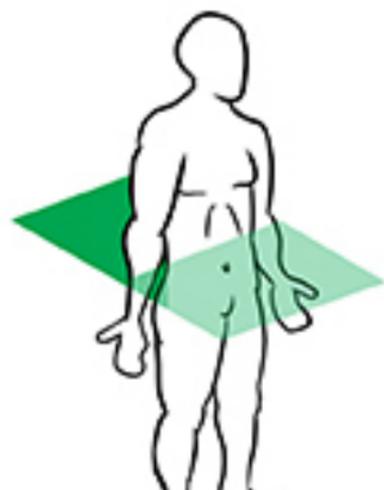
Оси и плоскости тела – это не какие-то реально существующие образования или части тела. Это воображаемые плоскости и линии, помогающие нам описывать человеческое тело и его движения. Для описания движений человеческого тела используются три плоскости: фронтальная, сагиттальная и горизонтальная; и три оси: фронтальная, сагиттальная и вертикальная.

Сагиттальная плоскость

Фронтальная плоскость

Горизонтальная плоскость

Горизонтальная плоскость



## *Плоскости тела.*

Фронтальная плоскость – это плоскость, в которой мы видим человека, если смотрим на него лицом к лицу. Она расположена вертикально параллельно плоскости лба и делит тело человека на переднюю и заднюю части.

Сагиттальная плоскость – это плоскость, в которой мы видим человека в профиль. Сагиттальная плоскость также расположена вертикально, проходит спереди назад и делит тело на правую и левую сторону.

Горизонтальная плоскость – это плоскость, в которой мы могли бы увидеть человека, если бы смогли посмотреть на него сверху. Она, как понятно из названия, расположена горизонтально, перпендикулярно двум предыдущим – фронтальной и сагиттальной.

Глядя на рисунок горизонтальной плоскости, легко догадаться, что она может быть проведена не только в области середины тела, но и выше или ниже. Например, если мы обсуждаем движения тазобедренных суставов, мы проведем горизонтальную плоскость в области этих суставов. А если обсуждаем движения шеи, например, мы проведем горизонтальную плоскость в области шеи. Точно также и другие плоскости могут быть проведены через любую точку тела. При этом фронтальная плоскость может сместиться больше вперед или назад, а сагиттальная плоскость больше вправо или влево. Т.е. плоскостей может быть сколь угодно мно-

го. Но среди них выделяют одну срединную плоскость тела. Это сагиттальная плоскость, проходящая точно по середине тела спереди назад и делящая его на правую и левую части. Срединная плоскость может быть только одна.

## Оси тела

При изучении движений в суставах, кроме плоскостей, условно проводят оси, вокруг которых эти движения осуществляются. Их тоже три: фронтальная, сагиттальная и вертикальная.

Фронтальная ось проходит во фронтальной плоскости слева направо (или справа налево). Движения вокруг фронтальной оси совершаются в сагиттальной плоскости.

Сагиттальная ось проходит в сагиттальной плоскости – спереди назад, а движения вокруг этой оси совершаются во фронтальной плоскости.

Вертикальная ось проходит вертикально сверху вниз, перпендикулярно горизонтальной плоскости. Движения вокруг этой оси совершаются в горизонтальной плоскости.

# Движения по плоскостям

Во фронтальной плоскости мы совершаем движения отведения и приведения. На латыни – абдукция и аддукция, поэтому мышцы, отвечающие за эти движения, называют абдукторами – отводящие мышцы и аддукторами – приводящие мышцы. Отведением называется движение, при котором часть тела удаляется от его срединной плоскости. Приведением – движение, при котором часть тела приближается к срединной плоскости.

Отведение и приведение совершаются вокруг сагиттальной оси.

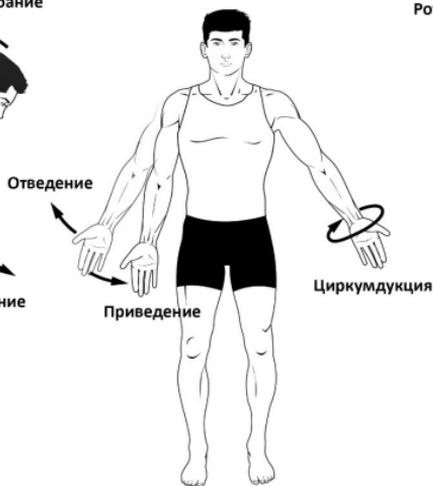
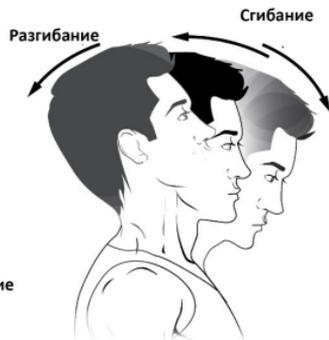
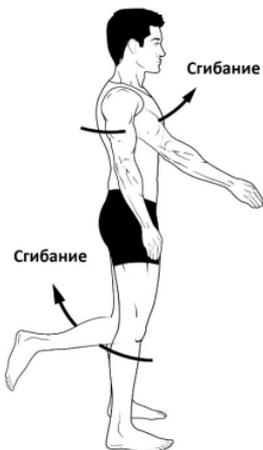
В сагиттальной плоскости мы совершаем сгибание – флексию и разгибание – экстензию. Мышцы, выполняющие такие движения, называют флексорами – сгибателями или экстензорами – разгибателями. Сгибание – это движение в суставе, при котором угол между сочленяющимися в этом суставе костями уменьшается. При разгибании – увеличивается. Сгибание и разгибание совершаются вокруг фронтальной оси.

В горизонтальной плоскости и вокруг вертикальной оси совершается вращение – ротация, которое может быть внутренним, если направлено к центру тела, и наружным, если направлено от центра тела. Вращение к центру тела называется пронацией, от центра – супинацией. Соответственно,

мышцы, выполняющие вращательные движения, называют внешними (наружными) и внутренними ротаторами или супинаторами и пронаторами.

Чтобы легче было запомнить, где пронация, а где супинация, используется так называемая мнемоническая фраза: «суп несу – супинация, суп пролил – пронация». Когда мы несем тарелку с супом, наши руки находятся в положении супинации. Если же мы проливаем суп, суп прольется.

Это основные движения человеческого тела. Но мы совершаем и ряд других стереотипных движений, у которых есть собственные названия.



Источник openstax.org лицензия ССА

*Основные движения.*

## Другие стереотипные движения

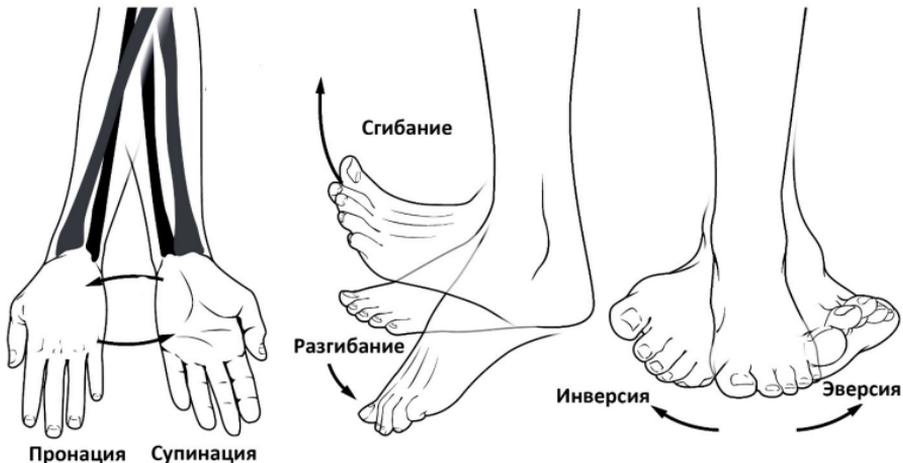
Эверсия и инверсия. Для обозначения движений стопы используются также термины инверсия и эверсия. Эверсия – это поворот внутреннего края стопы в подошвенном направлении. Эверсия – это комплексное движение, одновременно сочетающее сгибание и поворот подошвы наружу. Инверсия – подъем внутреннего края стопы в тыльном направлении – является сочетанием разгибания и поворота подошвы внутрь.

Протракция и ретракция. Протракция – движение части тела вперед, ретракция – движение назад. Эти термины применяют при описании движений лопатки или нижней челюсти.

Депрессия и элевация. Для обозначения движений этих же частей тела также используются термины элевация – движение вверх и депрессия – движение вниз.

Отдельный термин существует для описания движений большого пальца руки – оппозиция – противопоставление большого пальца другим пальцам руки.

И наконец, круговое движение части тела, при котором она описывает круг, называется циркумдукция. Циркумдукция – это последовательное движение вокруг всех осей.



Источник openstax.org лицензия ССА

### *Отдельные виды движений.*

Для описания движений или расположения части тела используются некоторые специальные термины:

Латеральный – «боковой», расположенный дальше от се-

редины тела, ближе к боку.

Медиальный – расположенный ближе к середине тела. Например, медиальная и латеральная лодыжки ноги: медиальная расположена на внутренней стороне ноги, латеральная – на наружной.

Проксимальный – верхний, расположенный ближе к голове по вертикальной оси.

Дистальный – нижний, расположенный дальше головы по вертикальной оси.

Вентральный – передний, обращенный к передней стороне тела.

Дорзальный – задний, обращенный к задней стороне тела.

# Соединения костей

Кости в нашем теле соединяются по-разному. Эти соединения бывают непрерывные, прерывные – суставы, и промежуточные – полусуставы или симфизы.

Непрерывные соединения подразумевают, что между соединяющимися костями нет никакой полости или щели, а лишь небольшое количество фиброзной или хрящевой ткани. Движение в таких соединениях практически отсутствует. Непрерывными являются, например, соединения костей черепа с помощью тонких волокнистых прослоек соединительной ткани. Эти соединения называются швами.

Непрерывные соединения костей с помощью связок, срастающихся с надкостницей, называются синдесмозами. Синдесмозом, например, соединены большая и малая берцовая кости в нижней части. Синдесмозы обеспечивают небольшую подвижность.

Если кости соединены прослойкой хрящевой ткани, такие соединения называются синхондрозами. Синхондрозы малоподвижны. В качестве примера можно привести соединение мечевидного отростка грудины.

Если с возрастом синдесмозы или синхондрозы окостеневают, они превращаются в синостозы – сращение костей.

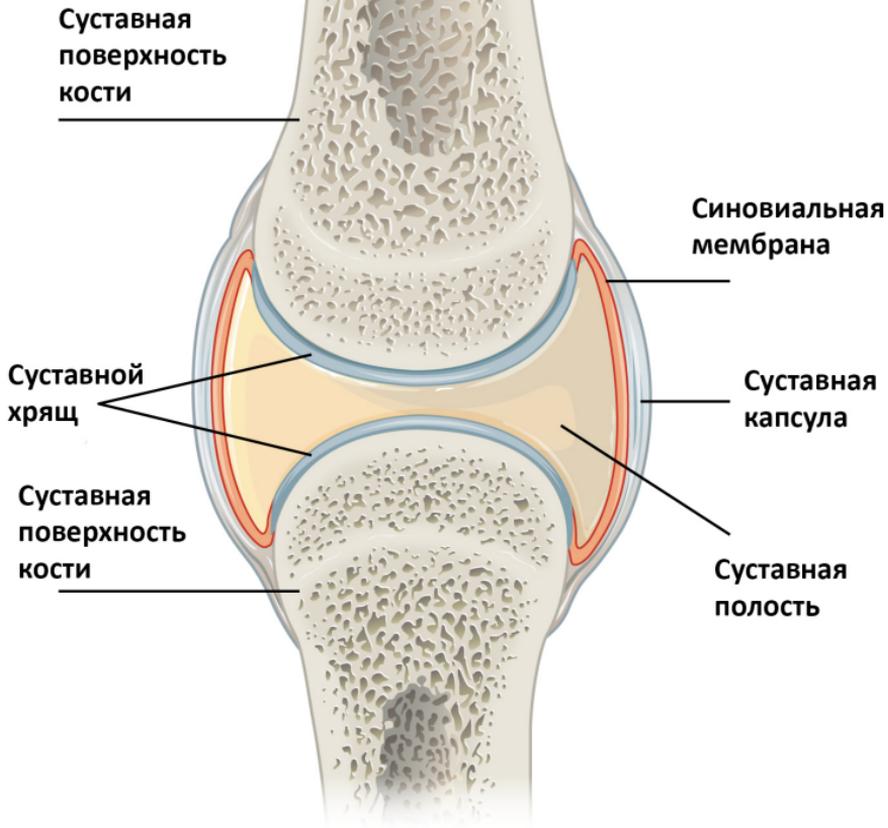
Промежуточным между прерывным и непрерывным соединением являются симфизы или, как их еще называют, по-

лусуставы. Это соединения двух костей с помощью хрящевой ткани, внутри которой есть небольшая щель. Типичным примером является лобковый симфиз. Симфизы – малоподвижные соединения.

# Суставы

Прерывные соединения костей – это суставы. Суставы являются центром любого движения. Именно они обеспечивают все разнообразие движений в нашем теле. Но почти все суставы разные. Они отличаются по форме и по строению, поэтому и возможности движения в разных суставах разные. Объем и амплитуда движения в суставах зависят от формы суставных поверхностей, а также от количества и расположения связок и растяжимости мышц, окружающих сустав.

Тем не менее, все суставы обладают общими качествами и похожим строением. Во всех суставах существуют суставные поверхности как минимум двух костей. Эти суставные поверхности покрыты гиалиновым хрящом. У всех суставов есть суставная капсула – плотная соединительно-тканная оболочка. Внутри всех суставов есть небольшая полость – суставная полость с небольшим количеством синовиальной жидкости, обеспечивающей скольжение костей относительно друг друга. В некоторых суставах есть также внутри-суставные хрящи, связки и другие элементы.



*Типичное строение сустава.*

# **Анатомическая классификация суставов**

По строению суставы делятся на простые, сложные, комплексные и комбинированные.

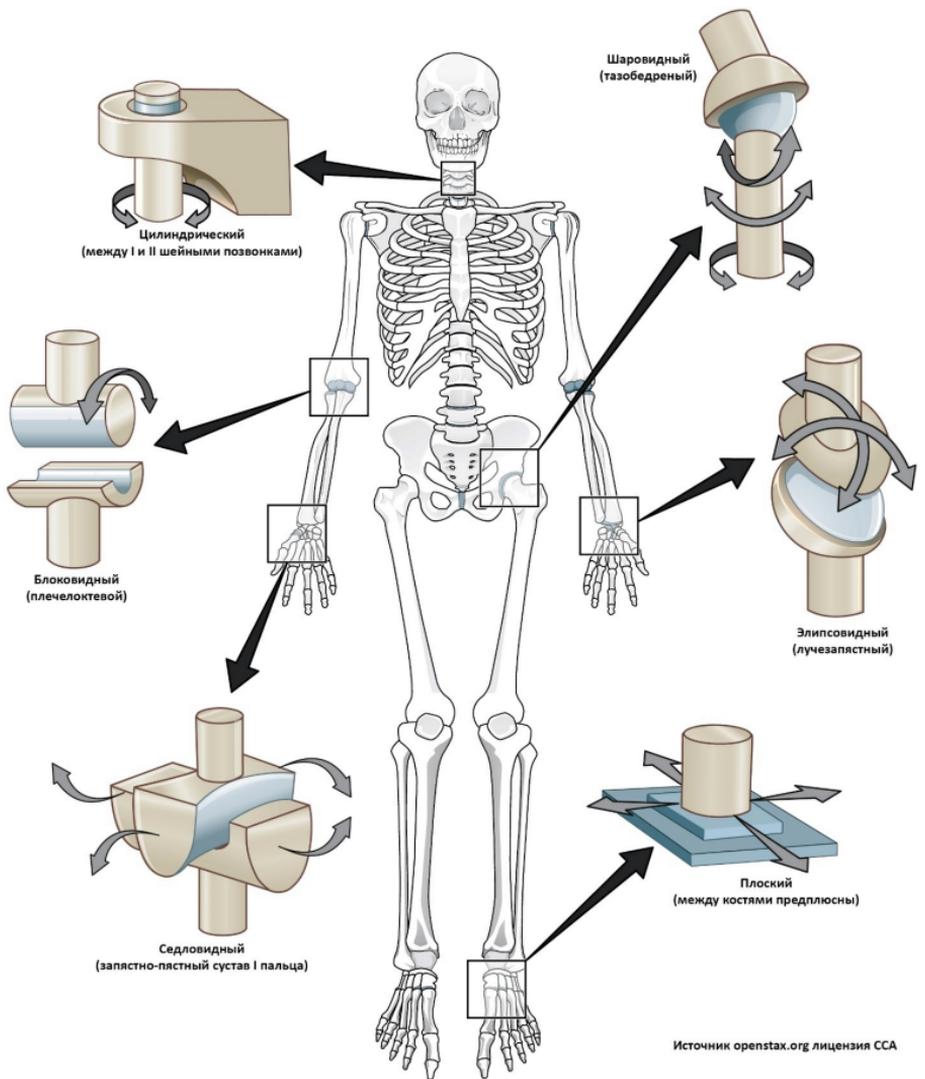
Если в суставе соединяются только две суставные поверхности, такой сустав называют простым. Таковыми являются, например, межфаланговые суставы пальцев. Если в суставе соединяются три или более костей, он называется сложным. Сложным является локтевой сустав. Если внутри сустава находятся внутрисуставные диски или мениски, такой сустав называют комплексным. Например, коленный сустав. Если два расположенных отдельно друг от друга сустава функционируют совместно, их называют комбинированными. Например, височно-нижнечелюстной, соединяющий нижнюю челюсть с костями черепа.

## **Биомеханическая классификация суставов**

Кроме этой, анатомической, существует также биомеханическая классификация суставов, в которой суставы классифицируются по функциональным возможностям. Наше тело потенциально может двигаться в трех плоскостях вокруг трех осей. Но в реальности большинство суставов в нашем теле могут двигаться только вокруг двух или даже

только вокруг одной оси. Возможности движения зависят от формы суставов. Суставы, движения в которых возможны только вокруг одной оси, называются одноосными; вокруг двух – двуосными. Если форма сустава позволяет ему двигаться вокруг трех осей, он называется ... многоосным, потому что движение вокруг трех осей позволяет движение вокруг любых других осей, которых бесконечно много.

Возможность тех или иных движений в суставе определяется не только формой и строением самого сустава, но и мышцами, управляющими этими движениями. Например, пястно-фаланговые суставы кисти рук представляют собой типичные шаровидные суставы, образованные шаровидными суставными головками пястных костей и суставными впадинами первых фаланг пальцев. Потенциально они могли бы обеспечивать любые виды движений, но у нас нет мышц, которые бы позволяли осуществлять их вращение. Мы можем осуществлять только сгибание/разгибание и отведение/приведение в этих суставах, но не ротацию. Однако в этих суставах возможна циркумдукция – круговое движение.



## Классификация суставов.

## Одноосные суставы

Суставы, движения в которых возможны только вокруг одной оси называются одноосными. По форме и строению такие суставы похожи на блоки или цилиндрические соединения, используемые в технике.

В цилиндрическом суставе имеется цилиндрическая суставная поверхность. Если мы посмотрим на цилиндрический сустав, нетрудно понять, что движение в нем возможно только вокруг вертикальной оси, т.е. только вращение. Такими суставами в нашем теле являются атланта-аксиальный сустав между I и II шейными позвонками и луче-локтевые суставы.

Если похожая конструкция расположена горизонтально во фронтальной плоскости, сустав называется блоковидным. Такой сустав тоже обеспечивает движение только вдоль одной оси – сагиттальной, т.е. сгибание и разгибание. Такими суставами являются межфаланговые суставы пальцев.

В качестве разновидности блоковидного сустава рассматривается винтообразный сустав, каковым является локтевой сустав. Сгибание и разгибание в нем совершается с винтообразным смещением.

## Двуосные суставы

Суставы, движения в которых возможны вокруг двух осей, называются двуосными. По форме такие суставы бывают эллипсоидными, седловидными и мыщелковыми.

В эллипсоидных суставах суставные поверхности имеют форму эллипса: одна выпуклая, другая вогнутая; и обеспечивают движения вокруг фронтальной и сагиттальной осей. Примером является лучезапястный сустав, в котором возможно сгибание/разгибание и отведение/приведение.

В седловидном суставе также одна суставная поверхность выпуклая, а другая вогнутая, но они теснее входят одна в другую. Примером является первый запястно-пястный сустав кисти. Движения также возможны в двух плоскостях: фронтальной и сагиттальной – сгибание/разгибание, отведение/приведение.

Третья возможная форма двуосных суставов – мыщелковая: одна суставная поверхность выпуклая, округлой формы в виде выступающей головки – мыщелка (могут быть два мыщелка), другая – вогнутая в виде неглубокой ямки или плоская. В таких суставах возможны движения вокруг фронтальной и вертикальной осей: сгибание/разгибание и вращение. Примерами таких суставов являются коленный и височно-нижнечелюстной.

## Трехосные или многоосные суставы

Суставы, обеспечивающие движения вокруг трех осей, могут обеспечивать движения в любых направлениях, т.е. вокруг любых возможных осей, поэтому их называют многоосными. У таких суставов одна суставная поверхность приближена к форме шара и представляет собой шаровидную головку кости, а другая суставная поверхность представляет вогнутую суставную впадину. Примером такого сустава является плечевой (плечелопаточный) сустав и тазобедренный сустав. Поскольку в тазобедренном суставе суставная впадина глубокая, его называют чашеобразным суставом.

К трехосным суставам относят и плоские суставы, в которых суставные поверхности совсем слабо изогнуты, почти плоские, что можно рассматривать, как участок поверхности шара с очень большим радиусом. Таковыми, например, являются соединения костей предплюсны.

## Симфизы

Кроме истинных суставов, у нас еще есть полусуставы, которые называются симфизами. Симфиз – это соединение костей посредством хрящевой ткани, внутри которой есть небольшая щель. У симфизов нет суставной капсулы, а внутри щели нет синовиальной оболочки. В этих соединениях

возможны небольшие смещения костей относительно друг друга. Примеры: лобковый симфиз, рукоятка грудины.

# Физиология мышечной деятельности

Любое движение, которое мы совершаем, и даже поддержание неподвижной позы требует участия многих мышц. В любом двигательном акте мышцы работают слаженно и согласованно, последовательно включаясь в работу.

В данной книге под словом «мышцы» подразумевается поперечнополосатая скелетная мускулатура, т.е. мышцы скелета. При этом нужно отметить, что у нас есть и другой вид мышечной ткани – гладкие мышцы. Гладкие мышцы находятся в стенках внутренних органов, например, желудка, пищевода, в стенках протоков, в эндокринных железах и в стенках сосудов.

Мышцы составляют около 40% массы тела взрослого человека. Мышцы позволяют нам перемещаться в пространстве, поддерживать определенную позу и совершать разнообразные движения.

Действие мышцы проявляется в виде силы тяги, которая стремится сблизить концы мышцы – места ее прикрепления. Только несколько мышц в нашем теле, напрягаясь, не могут сблизить места своего прикрепления, например, диафрагма или поперечная мышца живота.

В описании функционирования мышц используются слова: напряжение, расслабление, сокращение и растяжение. Терминами «напряжение» и «расслабление» обозначается

увеличение или уменьшение силы тяги мышцы. Термины «сокращение» и «растяжение» обозначают укорочение и удлинение мышцы. Сокращение мышцы не всегда сопровождается ее напряжением. Мышца напрягается в ответ на сопротивление; мышца, не встречающая сопротивления, не может быть напряжена. А растяжение мышцы не всегда сопровождается ее расслаблением.

## **Свойства и функции мышц**

Функции, которые мышцы выполняют в нашем теле:

Поддержание тела и внутренних органов.

Движения тела в целом и его отдельных частей.

Терморегуляция – мышцы вырабатывают большое количество тепла. Можно вспомнить, например, как мы начинаем дрожать, когда нам холодно. Дрожь – это мышечные сокращения. Совершая их, мышцы вырабатывают тепло.

Гемодинамическая функция – сокращаясь, мышцы способствуют продвижению крови по венам.

Свойства мышц

Все мышцы в нашем теле обладают определенными свойствами.

Возбудимость – способность воспринимать нервный импульс и отвечать на него.

Сократимость – способность укорачиваться при получении соответствующего стимула.

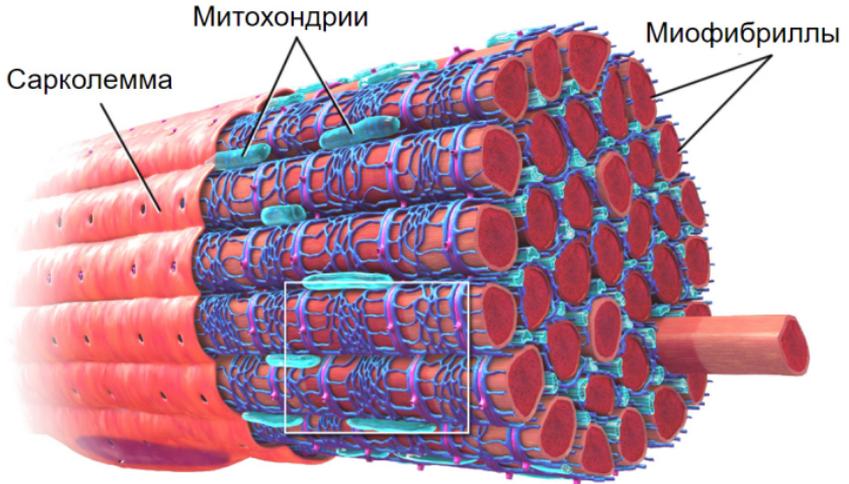
Растяжимость – способность удлиняться под воздействием внешней силы.

Эластичность – способность возвращаться к нормальной форме после сокращения или растяжения.

Тонус – мышцы постоянно находятся в состоянии некоторого сокращения, которое называется мышечным тонусом.

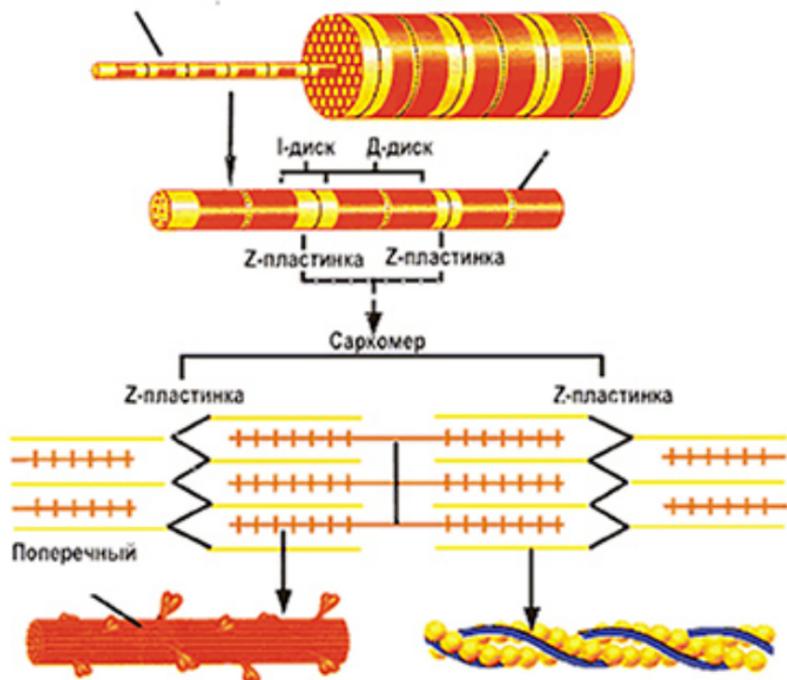
## Строение мышечного волокна

Скелетные мышцы называют поперечно-полосатыми. Такое название они получили из-за того, как они выглядят в электронном микроскопе.



### *Строение мышечного волокна.*

Однако даже без микроскопа, невооруженным глазом, видно, что мышца состоит из отдельных волокон. Под микроскопом видно, что эти волокна состоят из еще более тонких волокон – миофибрилл. Миофибриллы «построены» из «кирпичиков», которые называются саркомерами. Саркомеры отделены друг от друга Z-пластинами. Расположение саркомеров в миофибриллах совпадает, поэтому в электронном микроскопе создается картинка поперечной исчерченности, полосок, которые создают чередующиеся саркомеры и Z-пластины. Отсюда и название – поперечнополосатые мышцы.



Автор рисунка Koswac - <http://medbiol.ru/medbiol/anatomia/00045cd2.htm>, CC BY-SA 3.0, <https://uk.wikipedia.org/w/index.php?curid=955556>

## *Строение саркомера.*

От Z-пластинок в обе стороны отходят нити, состоящие из белка актина – актиновые филаменты. Одним концом они прикреплены к пластине, а второй свободно расположен внутри саркомера. Между нитями актина располагаются нити белка миозина – миозиновые филаменты. На боковых сторонах миозиновых нитей располагаются выступы, которые называются поперечные мостики. Во время мышечно-

го сокращения нити актина скользят вдоль нитей миозина. Длина саркомера уменьшается, как и длина всей мышцы в целом. При этом длина самих нитей актина и миозина не изменяется, только увеличивается площадь их перекрытия. Так происходит мышечное сокращение.

Мышца сокращается в ответ на нервный импульс, который поступает от нервной клетки – мотонейрона спинного мозга.

## **Типы мышечных волокон**

В зависимости от задач, которые выполняют те или иные мышцы, их структура несколько отличается. Выделяют три типа мышечных волокон: белые, красные и промежуточные.

Красные волокна окружены обширной сетью капилляров, в них много митохондрий и окислительных ферментов, благодаря чему они могут выполнять работу в течение продолжительного времени. Эти волокна преобладают в мышцах, для которых основной является статическая нагрузка, например, поддержание вертикального положения тела. Эти волокна называют медленными.

Белые мышечные волокна содержат большое количество сократительных элементов, благодаря чему они способны развивать большую силу, но легко и быстро утомляются. Белые мышечные волокна называют быстрыми.

Наши мышцы содержат все виды волокон, но в разных

соотношениях. Мышцы, обладающие способностью к быстрому сокращению, в которых преобладают белые волокна, называются фазическими. А мышцы, в которых преобладают красные волокна, называются тоническими; они обладают способностью к длительному сокращению и отвечают преимущественно за поддержание положения тела. В тонических мышцах миофибриллы работают асинхронно: часть из них находится в состоянии напряжения, а другая – в состоянии расслабления, затем они меняются. Благодаря этому мышца в целом может поддерживать напряжение в течение длительного времени. Тонические мышцы поддерживают позу и работают против силы тяжести, поэтому их называют постуральными.

При мышечных дисфункциях фазические мышцы проявляют тенденцию к утомлению и перерастяжению, а тонические – к укорочению и гипертоничности.

### Типы мышечных волокон

Мышечные волокна	Красные	Белые
Особенности строения	Обширная сеть капилляров, много митохондрий и окислительных ферментов	Большое количество сократительных элементов
Скорость сокращения	Медленные	Быстрые
Преобладающий режим сокращения	Тонический	Фазический
Преобладающая функция	Поддержание положения тела	Способность развивать большую силу
Мышечные дисфункции	Тенденция к укорочению и гипертоничности	Тенденция к утомлению и перерастяжению

# Режимы мышечного сокращения

Мышцы могут работать в разных режимах: в режиме изометрического сокращения, концентрического сокращения и эксцентрического удлинения. Когда мы совершаем какое-то движение, мышцы, отвечающие за это движение, сокращаются концентрически, т.е. сокращение мышцы сопровождается ее укорочением. Мышца сокращается, укорачивается, места ее прикрепления сближаются, происходит движение. Например, когда мы сгибаем руку в локтевом суставе, бицепс плеча, ответственный за это движение, сокращается концентрически.

Но мышца может напрягаться и без изменения своей длины. Такой режим работы называется изометрическим напряжением. Например, когда мы соединяем ладони и давим ими друг на друга, или когда мы «толкаем» стену. Мышцы напрягаются, но их длина не изменяется и движения не происходит. Это изометрическое напряжение.

Эксцентрическое удлинение мы наблюдаем, когда мышца сопротивляется силе тяжести. Например, в бхадрасане (баддха конасане): если наши колени не опускаются на пол, а остаются на весу, приводящие мышцы бедра находятся в состоянии эксцентрического удлинения, т.к. они сопротивляются силе тяжести. В этом режиме мышца напрягается, но не укорачивается, а наоборот, растягивается. Эксцентрическое

удлинение мышц называют также работой в уступающем режиме.

Если направление движения противоположно силе тяжести, активная мышца сокращается концентрически, в противном случае мышца сокращается эксцентрически.

При "устранении" силы тяжести при движениях, выполняемых на опоре (на полу), каждая мышечная группа сокращается концентрически, производя нужное движение.

С точки зрения развития мышечной силы, самым эффективным режимом является режим эксцентрического удлинения. Затем следует изометрическая работа, и на последнем месте концентрическое сокращение.

Наиболее эффективно мышца сокращается, когда она находится в состоянии некоторого натяжения и напряжения одновременно. Такое состояние дает мышце возможность действовать мощнее и развивать большую силу за короткое время и скорее и точнее отвечать на управляющие импульсы нервной системы. Пассивно растянутая и расслабленная мышца функционирует плохо. Мышца также теряет свою силу и большую часть сократительного потенциала, когда места ее прикрепления сближены и она находится в положении относительного удлинения.

## **Координация движений**

Все мышцы в нашем теле работают согласованно, на-

пряжение одних вызывает сопутствующее изменение тонуса других: их напряжение или, наоборот, расслабление. Согласованная деятельность мышц всего тела в процессе двигательной активности называется координацией движений.

### Агонисты

Когда мы совершаем какие-то движения, в работу вовлекается не одна, а сразу несколько мышц, способных выполнять данную функцию. Например, когда мы сгибаем бедро (приподнимает ногу), в этом движении принимают участие прямая мышца бедра, подвздошно-поясничная мышца, портняжная, а также им помогают мышца, напрягающая широкую фасцию бедра и приводящие мышцы бедра. Мышца, в первую очередь ответственная за данное движение, называется агонистом. В движении она сокращается концентрически, укорачиваясь и сближая места прикрепления. Именно агонист определяет направление движения. В нашем примере со сгибанием бедра пояснично-подвздошная мышца является агонистом.

### Синергисты

Мышцы, работающие совместно, имеющие одинаковую направленность с агонистом и помогающие агонисту, называются синергистами. Синергисты включаются в движение позднее агонистов также концентрическим сокращением. Чаще всего синергистами выступают двусуставные мышцы, т.е. те, которые пересекают два сустава и могут вызвать движения в каждом из них. Наличие мест прикрепления синер-

гиста около 2-х суставов позволяет ему участвовать в движении каждого сустава. После исчерпания движения в одном суставе, около которого прикрепляется синергист, этот сустав становится местом фиксации для начала движения в другом суставе. Изменяя положение сначала одного места своего прикрепления, а затем – второго, синергист обеспечивает плавность перехода движения из одного сустава в другой. Например, экстензоры (разгибатели) бедра – седалищно-бедренные мышцы – обеспечивают плавность и последовательность перехода экстензии тазобедренного сустава во флексию (сгибание) коленного сустава.

### Антагонисты

Мышцы с функцией, противоположной агонисту, называются антагонистами. Антагонисты включаются в движение позднее агонистов. Они могут не вовлекаться в движение, если нет сопротивления силе тяжести, например, когда движущиеся части тела расположены на полу. Если же сопротивление силе тяжести присутствует, антагонисты напрягаются эксцентрически, удаляя места своего прикрепления и обеспечивая плавность движения. Например, подвздошно-поясничная мышца выступает в роли антагониста при разгибании бедра (отведении ноги назад).

### Фиксаторы

Поскольку движения в одном и том же суставе могут осуществляться в разных направлениях, работа мышц должна как-то отличаться. Например, сгибание тазобедренного су-

става может поднять бедро, а может наклонить корпус вперед. Эту разницу обеспечивают мышцы фиксаторы, фиксирующие одно из мест прикрепления агониста. Фиксаторы активизируются раньше агонистов изометрическим типом сокращения, сохраняя места своего прикрепления неподвижными. Они также обеспечивают отсутствие добавочных движений в соседних регионах. Предварительное изометрическое напряжение фиксаторов играет большую роль в формировании преднастройки организма, его готовности к совершению движения.

### Нейтрализаторы

И наконец, у нас есть мышцы нейтрализаторы, которые нейтрализуют ненужные в данном движении функции синергистов. Нейтрализаторы сокращаются изометрически или эксцентрически, сохраняя места своего прикрепления неподвижными или вызывая их взаимоудаление. Они обеспечивают однонаправленность движения и наиболее короткую траекторию. Например, при разгибании бедра агонистом выступает большая ягодичная мышца. Но она не только разгибает бедро, но и отводит его в сторону и поворачивает наружу. Поэтому, чтобы получить «чистое» отведение ноги назад, в движение включаются также аддукторы (приводящие мышцы) бедра, предупреждающие его отведение, и пронаторы, нейтрализующие его наружную ротацию.

# Кинематические цепи

Две кости, соединенные суставом, образуют кинематическую пару. Несколько кинематических пар, соединенных последовательно, образуют кинематическую цепь. Например, наши руки содержат множество кинематических пар, образованных суставами, и представляют собой кинематические цепи.

Кинематическая цепь может быть открытой или закрытой (замкнутой). В открытых кинематических цепях последнее (концевое) звено цепи свободно, оно соединено только с одним соседним звеном. В каждом суставе открытой цепи возможны движения, независимые от других суставов. Например, если наши руки свободны, мы можем сгибать и разгибать их только в плечевых или только в локтевых суставах или во всех суставах одновременно.

В закрытой или замкнутой кинематической цепи нет свободного последнего звена. Типичным примером замкнутой цепи является грудная клетка, в которой ребра соединяются с позвонками и грудиной. В грудной клетке нет свободного звена. Открытая кинематическая цепь превращается в замкнутую, если последнее звено контактирует с опорой. Например, наши руки в обычном положении представляют собой две отдельные кинематические цепи. Но когда они становятся опорой, они превращаются в цепи замкну-

тые. Например, в васиштхасане (боковой планке) опорная рука становится закрытой кинематической цепью. А в обычной планке обе руки замыкаются в единую кинематическую цепь, т.к. они объединены общей опорой.

В замкнутых кинематических цепях суставы – кинематические пары – не могут двигаться изолированно, и движения одних звеньев вызывают движения других. Например, если в планке мы согнем локти или только один из них, это вызовет изменение положения плечевого и лучезапястного суставов, положения лопатки и т.д.

В естественных условиях мышцы проявляют свою силу не в изолированных суставах, а именно в кинематических цепях, в результате чего возникают движения, которые, на первый взгляд, никак не связаны с действием той или иной мышцы. Например, простое сгибание руки в локтевом суставе приводит к разгибанию плеча – из-за смещения общего центра тяжести руки плечо (верхняя часть руки) смещается назад. Еще более наглядный пример: когда мы наклоняемся вперед, сгибаясь в тазобедренных суставах, таз смещается назад. Это смещение происходит за счет разгибания голеностопных суставов. Получается, что мышцы – сгибатели тазобедренного сустава вызвали разгибание голеностопа, к которому они прямого отношения не имеют.

# Анатомия

Скелет нашего тела условно делится на осевой, к которому относятся позвоночник, кости черепа, ребра и грудина, и добавочный. Добавочный скелет – это кости таза, ног, рук и плечевого пояса.

При этом кости добавочного скелета нижних конечностей, а именно таз, связан с позвоночником в его крестцовом отделе очень прочно. Настолько прочно, что практически любые движения таза отражаются на положении позвоночника. А вот пояс верхних конечностей – плечевой пояс – связан с позвоночником очень опосредованно, и в большей степени эта связь обеспечивается мышцами, а не костями и суставами. Именно эта автономность обеспечивает огромную и разнообразную подвижность рук в любых направлениях и с большой амплитудой. Однако же это делает плечевой пояс довольно хрупким, непрочным и подверженным разнообразным травмам.

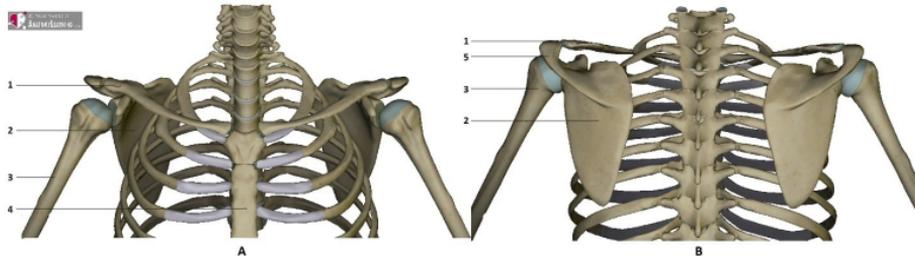
Каким же образом наши руки связаны с позвоночником? Верхняя кость руки, которая называется плечевой, плечевым суставом крепится к лопатке. Лопатка соединяется с ключицей. Ключица – с грудиной. Грудина с ребрами. И только ребра соединяются с позвоночником. Таким образом, в плечевом поясе несколько костей и суставов, а их взаимоотношения, анатомия и движения – это целая история.

# Кости рук и плечевого пояса

## Скелет плечевого пояса

Скелет плечевого пояса с каждой стороны тела состоит из двух костей: ключицы и лопатки. Ключица – это небольшая кость, хорошо всем знакомая, поскольку она видна и хорошо контурируется и прощупывается под кожей. Мы все без труда можем ее обнаружить. Одним концом ключица соединяется с грудиной – костью, расположенной на передней поверхности грудной клетки и соединяющей ребра. Этот конец ключицы называется грудинным. Другим концом ключица соединяется с лопаткой, точнее – с отростком на лопатке, который называется акромиальным отростком или акромионом. Этот конец ключицы называется акромиальным. Ключица – единственная кость, которая соединяет руки с осевым скелетом, единственное связующее звено между ними.

К ключице прикрепляются несколько крупных мышц: дельтовидная, большая грудная, трапецевидная, грудинно-ключично-сосцевидная мышцы, а также небольшая подключичная.



A

B

*Скелет плечевого пояса: 1 – ключица, 2 – лопатка, 3 – плечевая кость, 4 – грудина, 5 – ость лопатки.*

Лопатка – это плоская кость треугольной формы, которая располагается позади грудной клетки на уровне от II до VII ребра. У лопатки выделяют три края: внутренний (медиальный) – тот, который ближе к позвоночнику, наружный (латеральный) и верхний; и три угла: нижний, латеральный и верхний. Латеральный угол лопатки расположен на уровне остистого отростка II грудного позвонка, нижний – на уровне остистых отростков VII – VIII грудных позвонков. Поверхность, обращенная к грудной клетке, называется реберной поверхностью лопатки. Она немного вогнутая и достаточно гладкая.

На задней – обращенной наружу – поверхности лопатки находится поперечно расположенный гребень, который называется остью лопатки. Над ним находится надостная ямка, под ним – подостная ямка. Ость лопатки заканчивается широким отростком, который называется акромионом или акромиальным отростком. Именно этим отростком лопатка

соединяется с ключицей. На лопатке расположен еще один отросток, который называется клювовидным. Этот отросток соединяется с акромиальным мощной связкой.

Латеральный угол лопатки утолщен и на нем расположена суставная впадина плечевого сустава.

## Скелет руки

Скелет руки состоит из плечевой кости, двух костей предплечья – локтевой и лучевой, костей запястья, пястных костей и костей пальцев рук.



*Скелет руки и плечевого пояса. А – вид сзади, В – вид спереди.*

Плечевая кость – это длинная трубчатая кость. Вверху

она заканчивается шарообразной суставной головкой, которая соединяется с лопаткой, образуя плечевой сустав. Возле головки находятся большой и малый бугорки плечевой кости. Это места прикрепления мышц. К большому бугорку прикрепляются надостная, подостная и малая круглая мышцы. К малому – подлопаточная мышца. Для нас важно запомнить это место, потому что мы будем упоминать его при описании мест прикрепления мышц плечевого пояса.



*Плечевая кость, вид спереди: 1 – суставная головка плечевого сустава, 2 – большой бугорок плечевой кости, 3 – малый бугорок, 4 – полусферическая суставная поверхность плече-лучевого сустава, 5 – блоковидная суставная поверхность плече-локтевого сустава.*

В верхней своей части плечевая кость цилиндрическая, а в нижней части она расширяется, уплощается и принимает трехгранную форму. Нижний ее конец образует мыщелок, на котором находятся суставные поверхности локтевого сустава: с медиальной стороны блоковидная суставная поверхность для соединения с локтевой костью, а с латеральной – полусферическая для соединения с лучевой костью. Сзади над мыщелком находится ямка локтевого отростка, в которую при разгибании руки в локтевом суставе входит локтевой отросток, а спереди – венечная ямка, в которую при сгибании локтя входит венечный отросток локтевой кости. Эти две ямки отделены друг от друга тонкой перегородкой, в которой иногда бывает отверстие.

Предплечье состоит из двух костей: медиально расположенной локтевой и латерально – лучевой. Когда мы находимся в любом обычном положении, наши ладони обращены к телу, а большие пальцы направлены вперед. В этом положении нельзя сказать, которая из двух костей расположена медиально, а которая – латерально. Но за исходное положение рук принимается такое, когда ладони обращены впе-

ред, а большие пальцы направлены наружу. В этом положении становится понятно, что одна из костей предплечья расположена ближе к туловищу и к его срединной плоскости, т.е. медиально, а другая – дальше от срединной плоскости, т.е. латерально.

# 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.