

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

ГБПОУ «ТРУБЛЧЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ

# ПРОЕКТ

ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

## БИОМЕХАНИКИ

Студент:

Группа:

Преподаватель:

Иванов.Д.А

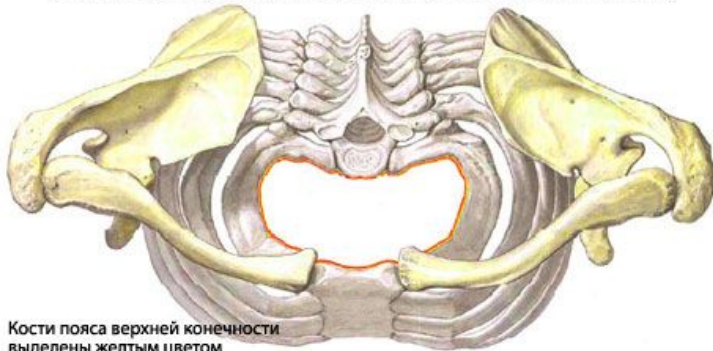
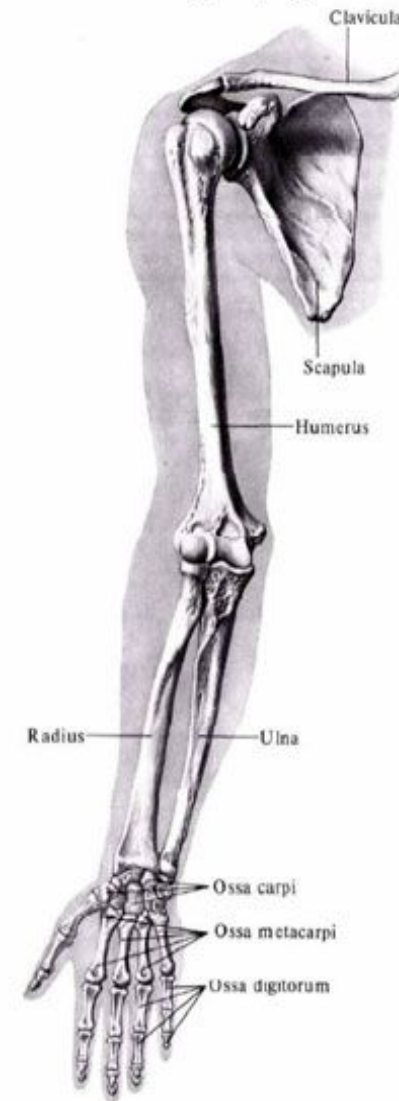
1514

Рухлядко.Г.А

Верхние конечности — максимально приспособлены для выполнения трудовой деятельности. Конечность состоит из трёх отделов: плеча, предплечья и кисти.

**Скелет верхних конечностей** состоит из плечевого пояса и скелета свободных верхних конечностей. Плечевой пояс состоит из пары ключиц и лопаток. Верхняя конечность (руки) складывается из плечевой кости, костей предплечья и костей кисти (кости запястья, пястья и фаланги пальцев). Ключица имеет изогнутую V-образную форму; лопатка - треугольной формы. Суставная впадина лопатки служит для соединения с плечевой костью. Ключица соединяется с грудиной и лопаткой, может двигаться вверх и вниз, вперед и назад. Плечевая кость - длинная трубчатая кость, к которой прикреплены две кости предплечья - локтевая и лучевая (тоже длинные трубчатые кости). Локтевая кость располагается с внутренней стороны. Кости кисти подразделяются на кости запястья (8 костей, расположенных в два ряда), кости пястья (их 5), кости пальцев (фаланги) - небольшие трубчатые кости. Большой палец имеет две фаланги и противопоставлен всем остальным, другие состоят из трех фаланг каждый. Кости свободной верхней конечности соединены друг с другом с помощью суставов. Наиболее крупные из них - плечевой, лучезапястный и локтевой. Суставы кисти значительно отличаются разнообразием движений и подвижностью, что связано с превращением передней конечности в процессе эволюции в орган труда.

Кости верхней конечности, ossa membri superioris, правой; вид спереди



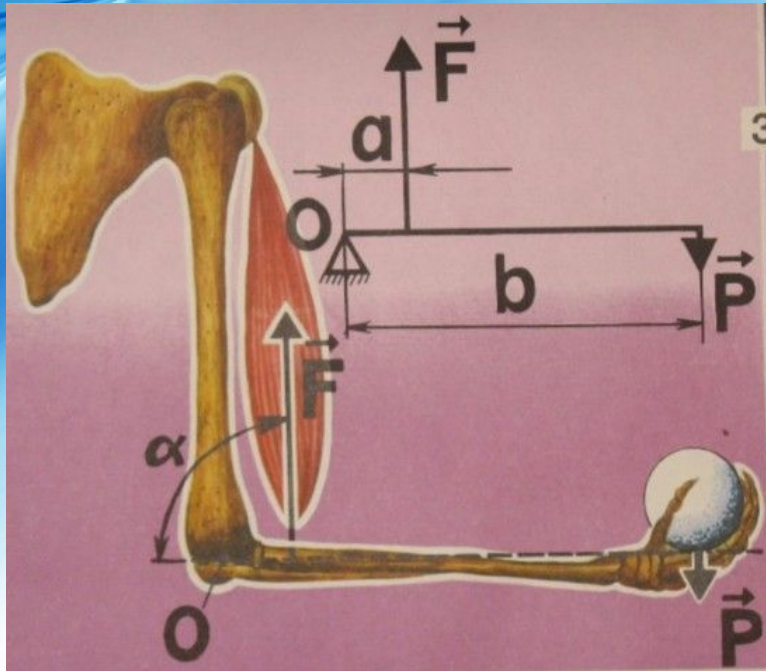
Кости пояса верхней конечности выделены желтым цветом

Пояс нижних конечностей — обеспечивает присоединение нижних конечностей к осевому скелету, а также является вместилищем и опорой для органов пищеварительной, мочевыделительной и половой систем.

**Скелет нижних конечностей** образован костями тазового пояса и свободными нижними конечностями. Тазовый пояс, или таз, состоит из прочно соединенных трех костей: крестца, двух массивных тазовых костей (подвздошной и седалищной), между которыми располагается третья - лонная, кости таза срастаются вместе после 16 лет. Лонные кости соединяются между собой при помощи хряща, внутри которого находится щелевидная полость (соединение называется полусуставом). В состав таза входит и копчиковая кость. Различают большой и малый таз. Большой таз образован крыльями подвздошных костей, а малый - лонными, седалищными костями, крестцом и копчиком. В малом тазу имеются верхнее (вход) отверстие, полость и нижнее отверстие, или выход. В полости малого таза находятся мочевой пузырь, прямая кишка и половые органы (у женщин - матка, маточные трубы и яичники, у мужчин - предстательная железа, семенные пузырьки, семявыносящие протоки). Малый таз у женщин является родовым каналом. Женский таз шире мужского и короче, что имеет большое значение для деторождения (размеры мужского таза на 1,5-2 см меньше размеров женского таза).



Главная ошибка в толковании человеческого прямохождения - считать, что люди кардинально отличаются от всех остальных животных. Люди, как и многие другие животные, морфологически и функционально обладают специализацией во многих областях (например, в отношении способа ходить на двух ногах, хватать или сидеть), но с зоологической точки зрения в них нет ничего особенного. Человек является четвероногим животным - наземным позвоночным - и сохраняет эволюционное наследие древних четвероногих животных, живших около 200 млн лет назад. Позвоночные животные, состоящие из одного туловища (например, рептилии, называемые «змеями»), могут прекрасно передвигаться, не обладая конечностями (которые обычно называют «ногами»/ «задними лапами» или «руками»/«передними лапами»); конечностей без туловища не существует и не может существовать. Поэтому источником всех движений человека следует считать туловище, даже если при современном уровне знаний мы не в состоянии определить, создает оно или просто инициирует движение. Вся нервная информация, необходимая для активации мышц, исходит из спинного мозга, осевого органа, расположенного в туловище и, на ранних филогенетических стадиях, предназначенного для движения туловища. Туловища позвоночных при циклическом движении демонстрируют систематические деформации во всех трех вращательных степенях свободы.



## «Рычаги в организме человека»

### Человек о точке зрения

В скелете животных и человека все суставы и кости, способные к движению, являются рычагами. Например, у человека – кости конечностей, нижняя челюсть, череп, фаланги пальцев. Рычажные механизмы скелета обычно рассчитаны на выигрыш в скорости при потере в силе. Рассмотрим условия равновесия рычага на примере черепа ([приложение №1](#)). Здесь ось вращения рычага  $O$  проходит через сочленение черепа с первым позвонком. Спереди от точки опоры на относительно коротком плече действует сила тяжести головы, позади – сила тяги мышц и связок, прикрепленных к затылочной кости. Рука тоже представляет собой совершенный рычаг, точка опоры которого находится в локтевом суставе. Действующей силой является сила двуглавой мышцы (бицепс), которая прикрепляется к бугорку лучевой кости, преодолеваемым сопротивлением является груз, приложенный к кисти. Под действием силы рычаг – рука поднимает груз, находящийся на ладони. Чертеж показывает этот момент вращения мышечной силы (произведение силы на её плечо) равен в данном случае Момент вращения груза  $M$  будет равен. Если пренебречь массой лучевой кости, то в состоянии

равновесия =

Точка приложения силы находится на расстоянии  $=3$  см (т.е. плечо силы  $=3$  см), а плечо силы тяжести  $=30$  см, отсюда следует

Таким образом, чтобы удержать груз  $M$ , необходимо усилие мышцы, в десять раз превышающую величину груза ([приложение №2](#)). То, что проигрываем здесь в силе, не имеет особого значения, - мышца обладает достаточно большой силой. Зато очень важно то, что, проигрывая в силе, мы выигрываем в других отношениях. Небольшое сокращение длины мышцы позволяет в данном случае осуществить значительное перемещение ладони с грузом (мы можем поднять груз даже к плечу). Кроме того, мы выигрываем в скорости перемещения. Мышцы не могут очень быстро сокращаться; к счастью, при таком рычаге этого не требуется: скорость перемещения ладони с грузом оказывается в 10 раз больше скорости сокращения мышцы. Другими словами, проигрывая в 10 раз силе, мы во столько же раз выигрываем в длине и скорости перемещения груза. Другим примером работы рычага является действие свободы стопы при подъеме на полупальцы. Опорой  $O$  рычага, через которую проходит ось вращения, служат головки плюсневых костей. Преодолеваемая сила – вес всего тела – приложена к таранной кости. Действующая мышечная сила осуществляющая подъем тела, передаётся через ахиллово сухожилие и приложена к выступу пяточной кости ([приложение №3](#)).

Почему вытянутой рукой нельзя удержать такой же груз, как согнутой? Когда рука вытянута, то направление действия мышечной силы составляет малый угол с продольной осью вращения рычага ([приложение №4](#)). Чтобы в этом случае удержать груз такой же, как и при согнутой руке, нужно значительно увеличить мышечное усилие.

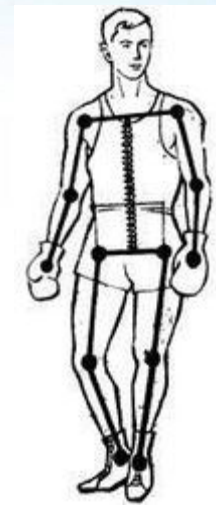
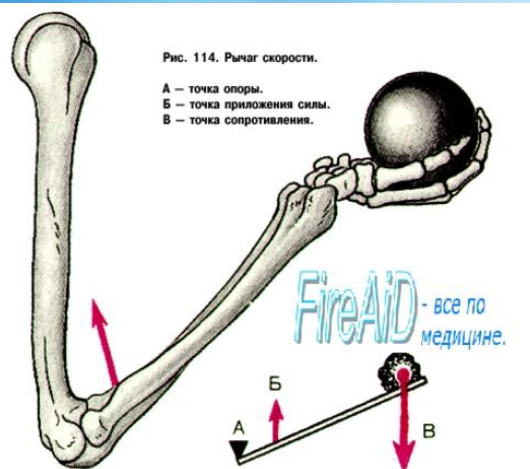
При одном и том же мышечном усилии вытянутой рукой можно удержать значительно меньший груз, чем согнутой.

**Учитель:** Поражает исключительная целесообразность устройства нашей опоры – двигательной системы. Форма костей и суставов, как мы выяснили, обеспечивает человеку наиболее выгодные условия для движения. Ещё сложнее строение и взаимоотношение мышц – двигателей нашего тела.

**Кинематические характеристики** – это меры положения и движения человека в пространстве и во времени: пространственные, временные и пространственно-временные. Кинематические характеристики дают возможность сравнивать размеры тела и его звеньев, а также кинематические особенности движений у различных людей (спортсменов). Кинематика движений тела человека определяет геометрию (пространственную форму) движений и их изменения во времени (характер) без учета масс и действующих сил.

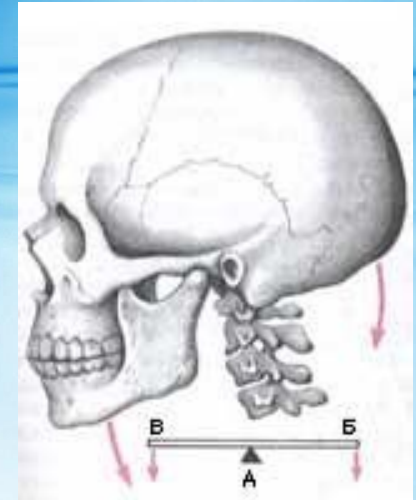
**Система отсчета расстояний** – условно выбранное твердое тело, по отношению к которому определяют положение других тел в различные моменты времени, а также направление отсчета, единицы отсчета, пункт (линия) отсчета. Абсолютно неподвижных тел не существует, все материальные объекты движутся. Но одни из них движутся так, что изменения их скорости (ускорения) незначительны и ими можно пренебречь – это инерциальные тела или инерциальные системы отсчета. Такими телами являются Земля и все объекты, связанные с ней неподвижно. Другие тела – неинерциальные – движутся с ускорениями, которые существенно влияют на решение биомеханической задачи. С телом отсчета связывают начало и направление измерения расстояния и устанавливают единицы отсчета. Система отсчета расстояний включает в себя также пункт отсчета (точка на исследуемом теле), либо линию отсчета (при вращательном движении). В некоторых случаях движущееся тело рассматривают как материальную точку. Для описания (задания) движения применяются естественный, векторный, координатный способы. При естественном способе положение точки отсчитывают от начала отсчета, выбранного на заранее известной траектории (трасса, дорожка). При векторном способе положение точки определяют радиус-вектором, проведенным из центра «0» системы координат к движущейся точке. При координатном способе перемещение точки описывается (задается) изменением численных значений ее координат (численных значений проекции точки на координатные оси).

Различают линейные и угловые единицы измерения расстояния. основная линейная единица 1 метр, угловая – радиан (угол между двумя радиусами круга, вырезающими на окружности дугу, равную радиусу), 1 радиан равен  $180^\circ / \pi$ , приблизительно  $57^\circ$ . В систему отсчета времени входят начало и единицы отсчета. В биомеханике за начало отсчета принимается момент начала движения или его части, либо момент начала наблюдения за движением. В течение одного наблюдения пользуются только одной системой отсчета времени. Единица отсчета времени – 1 секунда. Время движется от прошлого к будущему. Но в биомеханических исследованиях можно отсчитывать время в обратном направлении (например, за 0,5 с до постановки стопы на опору).



**Рычаг 1 рода** называется в биомеханике «**рычагом равновесия**». Поскольку точка опоры расположена между двумя точками приложения силы, рычаг еще называют «**двуплечим**». Такой рычаг нам демонстрирует соединения позвоночника и черепной коробки. Если вращающий момент силы, действующей на затылочную часть черепа равен вращающему моменту силы тяжести, действующему на переднюю часть черепа, и они имеют одинаковое плечо рычага, достигается равновесие. Нам удобно, мы не замечаем разнонаправленного действия, и мышцы не напряжены.

## Рычаг первого рода



**Рычаг 2 рода** в биомеханике подразделяется на два вида. Название и действие этого рычага зависят от места расположения приложения нагрузки, но у рычагов обеих видов точка приложения силы и точка приложения сопротивления находятся по одну сторону от точки опоры, поэтому оба рычага являются «одноплечими». **Рычаг силы** образуется при условии, что длина плеча приложения силы мышц длиннее плеча приложения силы тяжести (сопротивления). В качестве наглядного примера можно продемонстрировать человеческую стопу. Ось вращения здесь являются головки плюсневых костей, пяточная кость служит точкой приложения силы, а тяжесть тела образует сопротивление в голеностопном суставе.

Здесь имеет место выигрыш в силе, за счет более длинного плеча приложения силы и проигрыш в скорости. **Рычаг скорости** имеет более короткое плечо приложения мышечной силы, чем плечо силы противодействия (силы тяжести). Примером может служить работа мышц сгибателей в локтевом суставе. Бицепс крепится вблизи точки вращения (локтевой сустав) и с таким коротким плечом необходима дополнительная сила мышце сгибателю. Здесь имеет место выигрыш в скорости и ходе движения, но проигрыш в силе. Можно заключить, что чем ближе от места опоры будет крепиться мышца, тем короче будет плечо рычага и тем значительнее будет проигрыш в силе.





При соединении двух костных пар образуется биокинетическая пара, характер движения в которой определяется строением костного сочленения (сустава), работой мышц, сухожилий и связок. Подвижность в суставе может зависеть от многочисленных факторов: пола, возраста, генетического строения, состояния ЦНС.



Для того чтобы оптимально и правильно принять исходное положение для выполнения упражнений необходимо напрямую руководствоваться знанием законов рычагов первого и второго типов. Если мы изменим положение конечности или туловища, то в свою очередь определенным образом изменится длина плеча рычага конечности или туловища. В любом случае всегда исходное положение выбирается таким образом, чтобы начальный период тренировки сопровождался менее нагрузочными положениями конечностей и корпуса. В дальнейшем, в зависимости от состояния и формы тренирующегося, можно постепенно увеличивать длину плеча рычага, для усиления воздействия на определенную мышечную группу. Увеличение силы противодействия одновременно с удлинением плеча рычага в свою очередь еще больше акцентирует внимание на укреплении силы конкретной мышечной группы или одной мышцы.

Для осуществления технически грамотного движения в момент выполнения упражнения, необходимо и важно знать, в каком направлении работает сустав, соединяющий активную мышечную группу. Здесь нам необходимо опять обратиться к анатомическим плоскостям. Виды и описание осей и плоскостей даны в разделе кинезиологии. Виды и названия суставов вы можете найти в разделе анатомии. Опорно-двигательный аппарат человека представляет собой различные костные сочленения, соединенные друг с другом посредством суставов. Тело человека может свободно перемещаться в шести направлениях: вперед и назад, вправо и влево, вверх и вниз. Определенная классификация суставов позволяет движения в этих направлениях.