**8.1. Звенья человеческого тела как рычаги**

Опорно-двигательный аппарат человека состоит из сочлененных между собой костей скелета. Кости скелета действуют как рычаги, которые имеют точку опоры в сочленениях или во внешней среде и приводятся в движение силой тяги, возникающей при сокращении мышц, прикрепленных к костям.

***Рычаг первого рода,*** обеспечивающий перемещение или равновесие **головы** в сагиттальной плоскости(рис. 7.22)

* + - Ось вращения (О) проходит через сочленение черепа с первым позвонком. На череп действуют две силы, приложенные по разные стороны от оси.
		- Сила тяжести *(R),* приложенная к центру тяжести черепа. Плечо этой силы обозначено буквой *b.*



* Сила тяги мышц и связок *(F),* приложенная к затылочной кости. Плечо этой силы обозначено буквой *а.*

Условие равновесия рычага *F·а = R·b.*

***Рычаг второго рода,*** дающий человеку возможность вставать на цыпочки. На рис. 7.23 изображена **стопа в положении на цыпочках** и действующие на нее силы.

Ось вращения (О) проходит через головку плюсневых костей. На стопу действуют две силы, приложенные по одну сторону от оси:

* Сила тяжести (R), равная половине силы тяжести, действующей на все тело. Плечо этой силы обозначено буквой *b -* расстояние от соединения стопы до точки контакта плюсны и пола (обычно 12см);
* Сила тяги мышц *(F),* передаваемая с помощью ахилловых сухожилий и приложенная к выступу пяточной кости. Плечо этой силы обозначено буквой *а -*расстояние от точки опоры до точки действия ахилловых сухожилий (обычно 18 см).

Условие равновесия рычага: *F·a = R·b.* В данном случае *а > b,* следовательно, *F < R.* Поэтому рычаг дает выигрыш в силе, но проигрыш в перемещении.

По принципу рычага второго рода работает **предплечье** человека. На рис. 7.24 изображены предплечье и кисть с грузом, а также действующие на них силы.

 Ось вращения (О) находится в локтевом суставе. На рычаг действуют две силы, приложенные по одну сторону от оси:

* Сила тяжести (R), равная весу груза. Плечо этой силы обозначено буквой *b.* Сила тяги мышц *(F),* передаваемая с помощью бицепса. Плечо этой силы обозначено буквой *а.*

Условие равновесия рычага: *F·а = R·b.* В данном случае *а < b,*

следовательно, *F > R.* Поэтому рычаг дает проигрыш в силе (примерно в 8 раз).

*Целесообразно ли такое устройство?* На первый взгляд, как будто нет, поскольку имеется потеря в силе. Однако согласно «золотому правилу» механики потеря в силе вознаграждается выигрышем в перемещении: перемещение кисти в 8 раз больше величины сокращения мышцы. Одновременно происходит и выигрыш в скорости движения: кисть движется в 8 раз быстрее, чем сокращается мышца.

Таким образом, способ прикрепления мускулов, который имеется в теле человека (животных), обеспечивает конечностям быстроту движений, более важную в борьбе за существование, нежели сила. Человек был бы крайне медлительным существом, если бы руки у него не были устроены по этому принципу.

**8.2. Работа мышц опорно-двигательного аппарата**

Работа любой мышцы человеческого **опорно-двигательного аппарата** основаны на умении и возможности мышцы **сокращаться**. В момент мышечного сокращения сама мышца укорачивается, а обе точки крепления к костям сближаются одна относительно другой. Подвижная точка Insertion начинает приближаться к начальной неподвижной точке крепления Origin, так осуществляется движение данной конечности.

Если применить это качество и свойство мышечной материи к области спорта, то открывается возможность выполнения определенной механической работы (подъем штанги, перемещение конечности с гантелей), прилагая разную степень мышечного усилия. Мышечная сила в данном случае будет определяться площадью сечения мышечных волокон, или говоря простым языком площадью разреза мышцы в поперечнике. Размер мышечного сокращения определен длиной мышечного волокна. Соединения костей и взаимодействие с мышечными группами устроено в форме механического рычага, позволяющего выполнять простейшую работу по поднятию и передвижению предметов.

Механика учит нас, что чем дальше от оси будет приложена сила, тем выше кпд, ибо благодаря большому плечу рычага, работу можно выполнить с меньшими усилиями. Так и в биомеханике - **если мышца крепится дальше от опорной точки, тем более выгодно будет использована ее сила.** П.Ф. Лесгафт в этом смысле квалифицировал мышцы на **сильные**, имеющие крепление дальше от опорной точки и **быстрые** или ловкие, имеющие точку крепления вблизи опоры.

Мышечное движение всегда производится в двух противоположных направлениях. По этой причине для выполнения двигательного процесса вокруг одной опорной точки необходимо наличие двух мышц на противоположных сторонах одна от другой. Направления движения в биомеханике тоже получили свои определения: сгибание и разгибание, приведение и отведение, горизонтальное приведение и горизонтальное отведение, ротация медиальная и ротация латеральная.

Мышца, которая вызывает момент движения при сокращении и принимает на себя основную нагрузку, называется **агонистом** - Prime mover. Каждое сокращение мышцы-агониста приводит к полному расслаблению противоположной ей мышцы-**антагониста**. Если мы выполняем сгибание в локте, агонистом будет являться сгибатель локтя - бицепс, а антагонистом в этот момент будет разгибатель локтя - трицепс. После окончания движения обе мышцы будут уравновешивать друг друга, находясь в немного растянутом состоянии. Это явление называется м**ышечным тонусом**. Мышцы, помогающие выполнять движение мышце-агонисту и действующие в одном с ним направлении, но испытывающие меньшую нагрузку и меньшую степень сокращения называются **синергистами**. Мышцы, обеспечивающие устойчивость и равновесие определенному суставу при выполнении движения, называются **фиксаторами.** Помимо фиксаторов значительную роль в тренировочном процессе выполняют мышцы **стабилизаторы**, которые работают в качестве элементов равновесия тела при смещении центра тяжести и увеличении общей силовой нагрузки. Кроме того мышцы стабилизаторы участвуют в повседневной жизни человека в обеспечении равновесного расположения частей тела относительно друг друга вне силовой тренировки.

**8.3. Виды костных сочленений (суставов)**

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.

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.

Для осуществления технически грамотного движения в момент выполнения упражнения, необходимо и важно знать, в каком направлении работает сустав, соединяющий активную мышечную группу. 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.

**Суставы трехосные** - это самые подвижные суставы, они свободно обеспечивают движение в 3 направлениях. Примером служат: соединения черепа и позвоночника, межпозвонковых дисков, плечевые суставы, лучевой и тазобедренный. Подобные суставы имеют шарообразную форму. Движения в этих суставах происходят в сагиттальной, корональной и трансверсальной плоскостях. В этих суставах тренирующийся имеет возможность выполнять все виды движений: сгибание и разгибание, приведение и отведение, горизонтальное приведение и отведение, медиальную и латеральную ротацию.

**Суставы двухосные** - обеспечивают движение в 2 направлениях, менее подвижны. Они имеют форму эллипса или седла. Движения в этих суставах происходят в сагиттальной и корональной плоскостях. Примером служат суставы пальцев рук, лучезапястный сустав. Здесь возможны сгибание и разгибание, приведение и отведение.

**Суставы одноосные** - обеспечивают однонаправленное движение. Они имеют форму цилиндров и блоков. Примером служат плечелоктевой, лучевой, коленный, голеностопный суставы. Движения возможны в сагиттальной плоскости и это сгибания и разгибания. В лучевом суставе возможна ротация латеральная (супинация) и ротация медиальная (пронация).

**8.4. Особенность работы мышц при различных спортивных движениях**

Несмотря на то, что многие крупные мышцы рассматриваются в анатомии как единое целое, различные части и отделы больших мышц могут осуществлять неодинаковые движения. В сгибании плеча, например, принимает участие Deltoid Anterior, в отведении плеча Middle Deltoid, а в разгибании Deltoid Posterior. Данные знания являются основой для составления индивидуальной программы тренировок, которую инструктор или тренер готовит для тренирующегося. Это позволяет грамотно осуществить подбор необходимых упражнений для воздействия на конкретную мышцу или мышечную группу.

В зависимости от того, какое исходное положение принимает тренирующийся, выполнение определенного упражнения может усложняться или облегчаться. Поэтому общая эффективность тренировки также зависит от исходного положения в выполнении упражнения.

Для сглаживания разбалансировки в положениях тела с неустойчивым равновесием используются **упоры**. Очень распространенным является упор лежа. Это закрытая кинематическая цепь, поскольку все части тела замкнуты. Устойчивость и равновесие имеют достаточно высокую степень, центр тяжести расположен низко, площадь опоры большая.

Для *примера верхней опоры* могут послужить **висы**. Висы тоже считаются достаточно устойчивыми. Тело человека испытывает силу растяжения под тяжестью собственного веса. Руки прямые и соприкасаются с опорой в фиксировано положении. Вис является силовым упражнением уже сам по себе. **Подтягивания на перекладине** являются сложным силовым упражнением, которое может выполнить только подготовленный спортсмен с сильно развитыми мышцами верхнего пояса и верхних конечностей. В таком положении любая двигательная активность является сложно выполнимой, поэтому можно использовать опору для ног.

**Ходьба** - повседневная двигательная активность человека. Это попеременное движение ног. Одна нога служит опорой в тот момент, когда другая находится в воздухе и движется вперед. Ноги поочередно сменяют друг друга, меняя последовательно опорную фазу на двигательную.

**Бег** - быстрые циклические шаги, требующие от опорно-двигательного аппарата достаточно больших энергозатрат, напряжения центральной нервной системы, хорошей физической формы. Измеряется длиной шага, скоростью бега и длительностью временного промежутка.

**Приседания** - выполняются мышцами нижних конечностей. Площадь опоры достаточно мала, равновесие не обладает достаточной устойчивостью. При опоре руками выполнение приседаний значительно облегчается. Чем приседания глубже, тем они тяжелее. Усложнение упражнений осуществляется за счет темпа и числа приседаний, возможно дополнительное отягощение на плечи.

**Прыжки** - это поочередные отталкивания тела от площади опоры. Главную работу выполняют мышцы нижних конечностей, мышцы туловища и рук участвуют в движении, обеспечивая вспомогательную функцию.