

Основы биомеханики

гр. Ф4 29.10.2020г (задание выполнить в тетради к 05.10.2020г, фото или скан работы отправить в ЛС ВКонтakte <https://vk.com/id22790125>)

Тема занятия: «Определение общего центра тяжести тела».

1. Рассмотрите теоретический материал лекции (смотрите ниже), запишите основные понятия в тетрадь:
 - масса;
 - центр масс;
 - общий центр масс;
 - геометрия масс тела;
 - антропометрия;
 - общий центр тяжести.
2. Просмотрите презентацию, в которой рассмотрен процесс определения общего центра тяжести аналитическим способом
https://drive.google.com/file/d/1Ko68kJ6Ac-JyoKn0F4LM_xL5B8J_P4mq/view?usp=sharing
3. Произведите расчет общего центра тяжести аналитическим способом. Для расчетов используйте следующую таблицу:

| № п/п | Звенья тела | Относительный вес звена, % | Абсолютный вес звена, кг | Длина звена, мм | Расстояние от проксимального конца до центра тяжести звена, мм | Абсцисса центра тяжести, мм | $P \times OX$ | Ордината центра тяжести звена, мм | $P \times OY$ |
|-------|-------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------|--|-----------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|
| 1 | Голова | 0,069 | | | - | | | | |
| 2 | Туловище | 0,435 | | | (0,44) | | | | |
| 3 | Плечо правое | 0,027 | | | (0,47) | | | | |
| 4 | Плечо левое | 0,027 | | | (0,47) | | | | |
| 5 | Предплечье правое | 0,016 | | | (0,42) | | | | |
| 6 | Предплечье левое | 0,016 | | | (0,42) | | | | |
| 7 | Кисть правая | 0,006 | | | - | | | | |
| 8 | Кисть левая | 0,006 | | | - | | | | |
| 9 | Бедро правое | 0,142 | | | (0,44) | | | | |
| 10 | Бедро левое | 0,142 | | | (0,44) | | | | |

| | | | | | | | | | |
|----|------------------------|-------|---------|--|--------|--|--|--|--|
| 11 | Голень правая | 0,043 | | | (0,42) | | | | |
| 12 | Голень левая | 0,043 | | | (0,42) | | | | |
| 13 | Стопа правая | 0,014 | | | (0,44) | | | | |
| 14 | Стопа левая | 0,014 | | | (0,44) | | | | |
| | Общий вес человека, кг | | P = ... | | | | | | |

За основу берете фото из примера (распечатать), значение общего веса смотрите ниже.

| № | ФИ студента | Общий вес тела |
|----|--------------|----------------|
| 1 | Бурков Р | 52 кг |
| 2 | Варанкин Д | 53 кг |
| 3 | Глушенкова И | 50 кг |
| 4 | Головкова Л | 53 кг |
| 5 | Гурин С | 54 кг |
| 6 | Дюняшев М | 57 кг |
| 7 | Закиров А | 50 кг |
| 8 | Кабанова Д | 59 кг |
| 9 | Кислицына Т | 58 кг |
| 10 | Леденцов Р | 54 кг |
| 11 | Ляпунов Д | 57 кг |
| 12 | Маштаков П | 57 кг |
| 13 | Михеева Д | 58 кг |
| 14 | Нуров Ф | 57 кг |
| 15 | Попов С | 53 кг |
| 16 | Садырин И | 51 кг |
| 17 | Сергеев Д | 56 кг |
| 18 | Урванцев А | 51 кг |
| 19 | Фалалеев Р | 54 кг |
| 20 | Хлебников О | 50 кг |
| 21 | Чураков В | 53 кг |
| 22 | Яковлев К | 51 кг |
| 23 | Ямщиков К | 52 кг |



Определение общего центра тяжести тела

В процессе познания телесно-двигательного упражнения, двигательных действий, составляющих его содержательную сущность, пользуются понятиями «общий центр масс» и «общий центр тяжести» тела человека.

Как известно, под *массой* (m) понимается количество, объем вещества, составляющего, образующего тот или иной предмет, а также само вещество, материя, из которого состоит предмет. Применительно к телу человека, масса - это количество вещества (в килограммах), содержащегося в его теле или отдельном звене. Масса представляет собой одну из основных физических характеристик материи, является мерой ее инерционных и гравитационных свойств.

Масса - количественная мера инертности тела по отношению к действующей на него силе. Чем больше масса, тем инертнее тело и тем труднее вывести его из состояния покоя или изменить его движение. При вращении инертность тела зависит не только от массы, но и от того, как она распределена относительно оси вращения, то есть от того, в каком положении находятся звенья тела относительно оси.

Центр масс - это точка, где пересекаются линии действия всех сил, приводящих тело к поступательному движению и не вызывающих его вращения. Центр масс твердого тела, за которое можно условно принять каждое звено тела человека или тело в целом, является определенной фиксированной точкой, не изменяющей своего положения относительно звена (тела), то есть, каждое звено имеет свой центр масс с определенным местоположением (рис. 12).

Общий центр масс тела человека трактуется так же, как и центр масс любого звена, но относительно совокупности масс всех звеньев тела. Если при изменении местонахождения любого звена положение его центра масс не меняется, то при изменении позы тела человека общий центр масс может менять свое местоположение и выходить за пределы тела, что имеет место, например, при сгибании или прогибе (рис. 13). При анализе техники упражнения движение общего центра масс олицетворяет движение всего тела, и его перемещение рассматривается как движение материальной точки.

Геометрия масс является одной из характерных сторон биомеханической системы тела человека. Под нею понимается схема локализации масс в теле, то есть схема распределения масс по его частям и звеньям. Примерные расположения центров масс частей и звеньев тела, выраженные в процентном соотношении, их расстояния от проксимальных и дистальных точек, как и относительные веса частей и звеньев, даны на рис. 12.

Распределение массы тела между его частями и звеньями, положения их центров масс, моменты инерции частей и звеньев - всё отмеченное определяет сущность геометрии масс тела спортсмена. Поскольку выполнение упражнений связано с решением спортсменом задач по управлению двигательными действиями, то знание учеником и тренером особенностей распределения масс, а также влияние производных от массы

биомеханических характеристик на качество выполнения упражнения, несомненно, важно для создания верных представлений о технике упражнения.

Массы частей и звеньев тела распределяются в относительном исчислении примерно следующим образом от массы тела: голова - 7%; туловище - 43%; плечо - 3%; предплечье - 2%; кисть - 1%; бедро - 12%; голень - 5%; стопа - 2%. Знание относительных значений масс частей и звеньев тела может быть применено для решения ряда технических и практических задач. К первым можно отнести

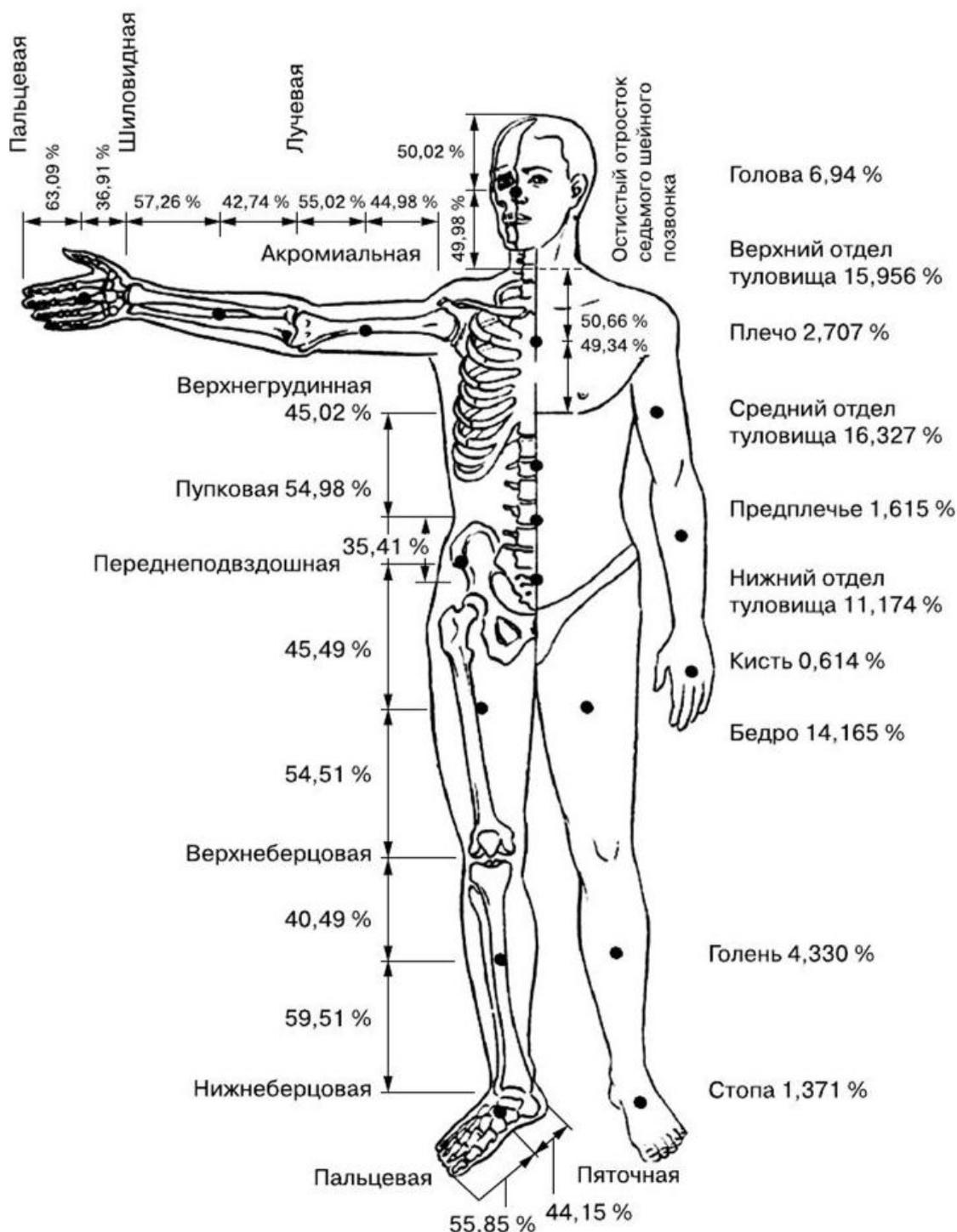


Рис. 12. Относительные веса и положения центров масс отдельных звеньев тела

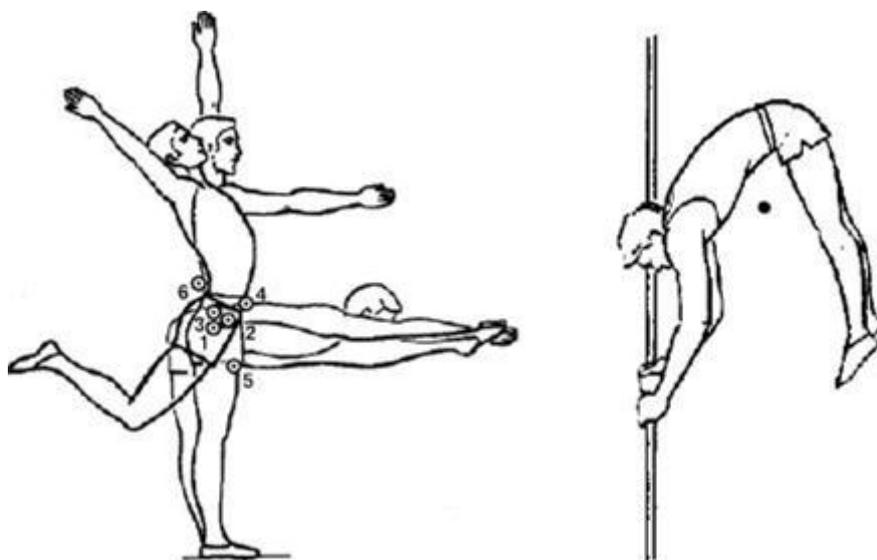


Рис. 13. Положение общего центра тяжести при различных положениях тела

аналитические расчеты биодинамических характеристик движений с последующим анализом двигательных действий. Знание соотношений масс частей и звеньев тела позволяет решать логические смысловые задачи, связанные, например, с изучением вклада различных частей или звеньев тела в энергетическое обеспечение двигательных действий в целом - выполнение упражнения.

Важную роль в методическом аспекте играет знание местоположения центров масс звеньев тела и его частей. Для каждого спортсмена положение центров масс звеньев индивидуально и зависит от антропометрических особенностей. Напомним, что под *антропометрией* понимается совокупность приемов антропологического исследования, состоящего в измерении человеческого тела, его частей и звеньев. Знание длин звеньев и частей тела спортсмена позволяет определить анатомическое местоположение центра масс конкретной части или звена по специальной таблице усредненных соотношений, полученных В.Брауне и О. Фишером (табл. 2).

Таблица 2

Центры масс частей и звеньев тела

| Часть тела | Положение центра части (от проксимального конца) |
|------------|---|
| Бедро | 0,44 длины звена |
| Голень | 0,42 длины звена |
| Плечо | 0,47 длины звена |
| Предплечье | 0,42 длины звена |
| Туловище | 0,44 расстояния от поперечной оси плечевых суставов до оси тазобедренных (измеряют от головы) |

| | |
|--------|---|
| Голова | Расположен в области турецкого седла клиновидной кости (проекция спереди на поверхность головы - между бровями, сбоку - на 3,0 3,5 см выше наружного слухового прохода) |
| Кисть | В области головки третьей пястной кости |
| Стопа | На прямой, соединяющей пяточный бугор пяточной кости с концом второго пальца на расстоянии 0,44 от первой точки |

Если известны массы и моменты инерции частей и звеньев тела, а также расположение центров масс, то представляется возможным решение ряда важных практико-биомеханических задач. Прежде всего, можно определить количество движения, которое равно произведению массы тела на его линейную скорость (mv); вычислить кинетический момент, как произведение момента инерции на угловую скорость ($I\omega$), при этом надо учитывать то обстоятельство, что величины момента инерции относительно разных осей различны; определить степень управляемости скоростью всего тела или отдельной его части и звена; установить степень устойчивости тела.

При изучении вращательных движений, следует иметь в виду то обстоятельство, что инертность тела спортсмена зависит не только от массы, но и от позы, которую он принимает или изменяет. К примеру, фигуристка, вращаясь на одной ноге, совершает до 10 оборотов (туров) в секунду, при этом ее руки и «неопорная» нога максимально приближены к продольной оси. Далее, отводя руки в стороны, фигуристка активно замедляет вращение и затем прекращает его. Это связано с тем, что тело становится инертнее, поскольку масса рук удаляется от оси вращения, то есть увеличивается радиус инерции, а следовательно, и момент инерции. Этот пример иллюстрирует тот факт, что если материальные точки, звенья или части тела дальше отстоят от оси вращения, то момент инерции тела увеличивается.

Знание положений центров масс позволяет, например, верно располагать (закреплять) дозированные отягощения в виде манжет с карманами по форме патронташа на звеньях и частях тела в процессе применения методов сопряженного воздействия. Это одновременно направлено на совершенствование техники определенного упражнения и развитие физических качеств, обуславливающих ее эффективность.

Геометрия масс, антропометрия, конституция тела спортсмена в своей совокупности играют ведущую роль в овладении техникой упражнений, в прогрессировании спортсмена. Отмеченные базовые «категории» тела человека оказывают интегральное влияние на динамические и, в частности, инерционные характеристики двигательных действий, на целенаправленный подбор подготовительных и подводящих упражнений, средств направленной физической подготовки.

Известно, что в поле гравитации, то есть в поле земного притяжения, в случае, когда действует сила тяжести, центр масс совпадает с центром тяжести. Что тогда есть *тяжесть*? Это проявление взаимного тяготения тел, свойство тела притягиваться к

земле. Понятия «тяжесть» и «центр тяжести» часто правомерно отождествляют. При этом центр тяжести - это точка, к которой приложена равнодействующая сила тяжести всех звеньев тела.

Общий центр тяжести есть точка, к которой приложена сила тяжести всего тела. Такая геометрическая точка совпадает с общим центром масс тела и находится в месте пересечения осей, относительно которых сумма моментов сил тяжести всех частей и звеньев тела равна нулю.

Для анализа спортивной техники важно представление о местоположении общего центра тяжести в любой, интересующий нас, момент времени. Знание его расположения позволяет получить траекторию движения ОЦТ, а с этим и основные значения кинематических характеристик двигательных действий, без чего трудно осуществлять их точное познание.

Для специалиста важно представлять местоположение ОЦТ в состоянии покоя. Так, у взрослых мужчин ОЦТ в среднем располагается на 15 мм позади от передненижнего края пятого поясничного позвонка. У женщин ОЦТ, опять же в среднем, располагается на 55 мм спереди от передненижнего края первого крестцового позвонка (рис. 14). Во фронтальной плоскости ОЦТ у мужчин незначительно, примерно на 2,6 мм смещен вправо, у женщин - на 1,3 мм. При этом на правую ногу постоянно приходится несколько большая нагрузка, чем на левую. Важно помнить, что для сохранения равновесия проекция его центра тяжести не должна выходить за пределы площади опоры. Высота расположения ОЦТ зависит от пола человека, возраста, телосложения и др. У мужчин ОЦТ расположен несколько выше, чем у женщин. У детей раннего возраста ОЦТ тела находится выше относительно последующих возрастных периодов, чем объясняется, помимо прочих факторов, неустойчивость ребенка в вертикальном положении.

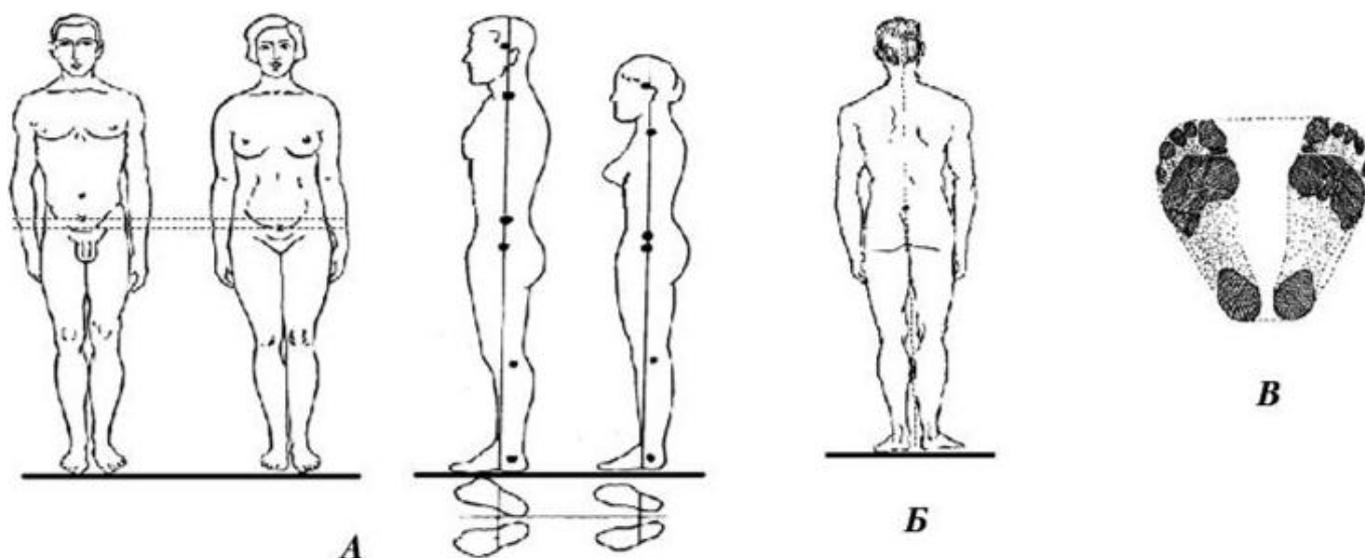


Рис. 14. Центр тяжести и площадь опоры.

А - различие в положении центра тяжести у мужчины и женщины; *Б* - вертикаль центра тяжести;

В - площадь опоры при стоянии (по М.Ф. Иваницкому)

В процессе выполнения телесно-двигательных упражнений изменяется взаимное расположение частей и звеньев тела. При этом меняется и его устойчивость, что для спортивных двигательных действий чрезвычайно важно. Известно, что при большей устойчивости возможно выполнение упражнений с большей амплитудой без потери при этом равновесия. Существует биомеханическая закономерность, суть которой заключается в том, что чем ниже расположен ОЦТ тела и чем больше площадь опоры, тем больше устойчивость тела.