Биомеханика

Лекция 1

на тему:

«Влияние размеров и пропорций тела человека на его моторику»

Москва – 2015

Оглавление

[Основные понятия и определения 3](#_Toc409468125)

[Введение 4](#_Toc409468126)

[Телосложение и моторика человека 5](#_Toc409468127)

[Список литературы 10](#_Toc409468128)

# Основные понятия и определения

**Мотрика**  ([лат.](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) Motus- движение) - двигательная активность организма или отдельных органов. Под моторикой понимают последовательность движений, которые в своей совокупности нужны для выполнения какой-либо определённой задачи.

[**Морфология** (биология)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%80%D1%84%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_(%D0%B1%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F)) - наука о форме и строении организмов.

**Физиологическим поперечником** называют сумму поперечного сечения (площадей) всех мышечных волокон данной мышцы.

**Анатомическим поперечником** мышцы является величина (площадей) поперечного ее сечения в наиболее широком месте.

**Сила** -это произведение массы на сообщенное ей ускорение.

При выполнении некоторых трудовых и спортивных [движений](http://www.polnaja-jenciklopedija.ru/nauka-i-tehnika/dvizhenie.html) наибольшая сила мышц достигается либо за счет наибольшего увеличения массы поднимаемого или перемещаемого груза, либо за счет возрастания ускорения, т. е. изменения скорости до максимальной величины. В первом случае увеличивается напряжение мышцы, а во втором -скорость ее сокращения.

# Введение

Морфологический статус человека во многом предопределяет его функциональные возможности, которые, в конечном счете, отражаются на предрасположенности к различным видам деятельности (Э.Г. Мартиросов, Г.С.Туманянин,1982). Лица с определенным телосложением оказываются более чем другие приспособленными к высоким достижениям в конкретных видах спорта. Это определяется тем, что многие индивидуальные черты спортивной техники существенно зависят от особенностей телосложения (распределения масс инерционных характеристик тела, длины отдельных звеньев, роста, массы человека и т.д.).

# Телосложение и моторика человека

Как двигательные возможности людей, так и многие индивидуальные черты спортивной техники в значительной степени зависят от особенностей телосложения. К морфологическим особенностям относят:

а) тотальные размеры тела – основные размеры, характеризующие его величину (весовые- масса тела, пространственные (объемные)-объем тела, поверхностные- поверхность тела и площадь сечений, линейные-длина тела и периметр грудной клетки);

б) пропорции тела – соотношение размеров отдельных частей тела . Они зависят прежде всего от соотношения скелетных размеров, и лишь незначительное влияние оказывают на них толщина подкожно-жировой клетчатки, степень развития мускулатуры;

в) конституця - взаимоотношение формы и функции.

Тотальные размеры тела у людей существенно различаются. В одном и том же виде спорта (например, в борьбе или тяжелой атлетике) можно встретить спортсменов с весом тела менее 50 и свыше 150 кг. Двигательные возможности, моторика, а значит, и многие биомеханические показатели этих спортсменов будут различны.

При одинаковом уровне тренированности люди большего веса могут проявлять большую силу действия. С этим, в частности, связано деление на весовые категории в таких видах спорта, как борьба, бокс, тяжелая атлетика.

Для сравнения силовых качеств людей различного веса обычно пользуются понятием «относительная сила», под которым понимают величину силы действия, приходящейся на 1 кг собственного веса. Силу действия, которую спортсмен проявляет в каком-либо движении безотносительно к собственному весу, иногда называют абсолютной силой:

Абсолютная сила  
Относительная сила = ------------------------------

        Собственный вес

У людей примерно одинаковой тренированности, но разного веса абсолютная сила с увеличением веса возрастает, а относительная падает.

Аналогичные закономерности наблюдаются и в отношении некоторых других функциональных показателей (например, максимального потребления кислорода – МПК).

В то же время, скажем, высота подъема ОЦМ (общий центр масс) в прыжках или дистанционная скорость бега не зависят от тотальных размеров тела, а максимальная частота движений и стартовое ускорение уменьшаются с их увеличением.

Например, линейные размеры тела охарактеризуем величиной *h.* Тогда поверхностные размеры, в частности площадь сечений, будут пропорциональны *h*^2.

В таком случае и физиологический поперечник мышц будет пропорционален *h*^2. А это значит, что пропорционально растет и сила мышц, поскольку она определяется физиологическим поперечником.

Другой пример: величина механической работы рассчитывается как произведение силы на пройденное под действием этой силы расстояние. Сила пропорциональна *h*^2, путь *h,* поэтому механическая работа составит *h*^2\* *h* = *h*^3.

Биомеханическая основа этих явлений заключается в следующем.

Предположим, что два спортсмена (А и Б) одинаково тренированы и во всех отношениях равны друг другу, но один из них в 1,5 раза крупнее другого: у одного из них рост 140 см, а у другого – 210 см. Сопоставим линейные (*h* – длина, ширина, глубина), поверхностные (*h*^2 – площадь сечений, поверхность тела) и объемные *(h*^*3*– объем и вес тела) размеры этих людей:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Показатели / спортсмены** | **А** | **Б** |
| Линейные размеры | 1 | 1,5 |
| Поверхностные размеры (площади) | 1^2 = 1 | 1,5^2 = 2,25 |
| Объемные размеры | 1^3 = 1 | 1,5^3 = 3,375 |

Видно, что если длина тела возрастает в 1,5 раза, то площади сечений (*h*^2 , например, физиологические поперечники мышц) увеличатся в 2,25 раза, а, скажем, вес тела – в 3,375 раза. Поскольку при прочих равных условиях сила тяги мышц определяется величиной их физиологического поперечника, то Б будет в 2,25 раза сильнее, чем А (например, поднимет вес в 2,25 раза больше). Но если этим людям надо поднимать собственное тело (т. е. проявлять относительную, а не абсолютную силу), то преимущество будет у А , ведь он легче в 3,375 раза.

Величина механической работы пропорциональна одновременно силе (т. е. физиологическому поперечнику *h*^2) и пути действия силы (*h* ). Поэтому она пропорциональна линейным размерам тела в третьей степени (*h*^3 ), т.к

A=F\*s, F= *h*^2, s= *h*

*h*^2\* *h* = *h*^3.

Высота подъема ОЦМ тела при прыжке вверх (высота прыжка) прямо пропорциональна той максимальной работе, которую мышцы могут совершить при отталкивании, и обратно пропорциональна весу тела ( h ^(-3 ).

В результате высота прыжка не зависит от размеров тела, а высота планки, которую может преодолеть спортсмен, зависит.

При оценке максимальных показателей мощности людей разных тотальных размеров тела надо учитывать, что время выполнения движения (например, одного шага или выпрямления ноги при отталкивании или даже время дыхательного или сердечного цикла) при прочих равных условиях зависит от размеров тела. Это выводится из второго закона Ньютона *(F=ma).*

Рассмотрим, например, шаг при ходьбе:

*l*- длина шага*,* которая пропорциональна линейным размерам тела.

*h*- линейные размеры тела;

*l* /*t-* средняя скорость ноги , где *t*– время одного шага;

*а* – ускорение, которое равно отношению средней скорости на время *l* /*(t*^2)*.* Подставляя это в формулу второго закона Ньютона, получим: *F=ml/t*^*2 .*

Поскольку мышечная сила пропорциональна *h*^2 , вес тела *h*^*3 ,* а длина шага *h* , имеет место следующая пропорциональность: *h*^2~ *h*^3 \**h* /*t*^2 .

Отсюда следует, что *t*^2 ~ *h*^2 и *t*~ *h,* т. е. с увеличением линейных размеров тела время отдельных движений увеличивается. Следствием этого является то, что максимальная мощность (т.е. работа, деленная на время) пропорциональна

*h*^3 / *h* = *h*^2 *.*

Максимальная частота движений обратно пропорциональна времени выполнения движений, и, следовательно, максимальная частота ~   *h* ^(-1) . Поскольку максимальная скорость бега равна произведению длины и частоты шагов, то она пропорциональна *h,*

*h* -1 = *h* => 0 = 1, т. е. не зависит от размеров тела.

Другие показатели, характеризующие двигательные возможности человека, могут быть проанализированы подобным образом (табл.1). Изменение показателей моторики и морфофункциональных показателей человека при увеличении тотальных размеров тела (*h*) (по Д.Д.Донскому, В.М. Зациорскому,1979) (табл.1)

Таблица 1

Теоретически предсказанные изменения двигательных возможностей и некоторых морфофункциональных показателей человека при увеличении тотальных размеров тела*(h)*

|  |  |
| --- | --- |
| **Показатель** | **Пропорционален** |
| Абсолютная сила | *h*^ 2 |
| Относительная сила | *h* ^(-1) |
| Механическая мощность | *h* ^2 |
| Частота движений | *h* ^(-1) |
| Высота прыжка | *h*^0 |
| Скорость бега | *h*^0 |
| Стартовое ускорение | *h* ^(-1) |
| Жизненная емкость легких | *h* ^3 |
| Максимальная легочная вентиляция | *h* ^2 |
| Максимальное потребление кислорода | *h* ^2 |
| Систолический объем крови | *h* ^3 |

Часто за основу такого анализа берут не линейные размеры, а вес тела, который сам пропорционален кубу этих размеров. Тогда, например, для мышечной силы можно записать: *F = k w* -2/3 *,*где *F –* максимальная сила действия, которую может проявить спортсмен, *w –*его вес, *k–*параметр, характеризующий подготовленность спортсмена.

Разумеется, подобного рода уравнения и зависимости типа приведенных в табл. 1 не могут быть идеально точными. Ведь они очень многое не учитывают. Например, люди больших тотальных размеров геометрически не вполне подобны людям маленького роста и веса (скажем, если один человек тяжелее другого в 2 раза, вес его головы или кистей не обязательно будет в 2 раза больше). Не учтены физиологические различия этих людей (скажем, различная активность гипофиза, что, возможно, и было одной из причин больших различий в размерах тела), а также психологические факторы (замечено, что дети, отличающиеся по тотальным размерам от своих сверстников, меньше участвуют в играх и, следовательно, имеют меньше возможностей для развития моторики). Тем не менее многочисленные проверки показали, что данные, приведенные в табл. 1, в принципе справедливы.

Пропорции и конституциональные особенности тела, как и тотальные размеры, влияют на выбор вида спорта, узкой специализации в рамках данного вида, используемого варианта спортивной техники, а также тактики действий на соревнованиях (например, в единоборствах).

Так, техника подъема штанги различна у тяжелоатлетов одной и той же весовой категории и примерно с одной и той же длиной тела, но разными пропорциями (длинные ноги–короткое туловище или короткие ноги–длинное туловище и т. п.). В борьбе спортсмены более низкого роста (по сравнению со своим противником) не показывают высокой результативности, применяя, скажем, такие приемы, как броски прогибом; броски через спину и подхватом в этом случае, как правило, более эффективны.

У спортсменов высокого класса даже отдельные мелкие особенности телосложения могут иметь значение. Например, у тяжелоатлетов длинная кисть позволяет захватить штангу при рывке всеми пальцами; при короткой кисти захват выполняется лишь тремя пальцами, что снижает его силу. Поэтому у большинства рекордсменов мира в рывке длина кистей выше средних размеров.

Успех толкателей ядра зависит от высоты вылета снаряда, которая тем выше, чем больше длина тела. У метателей диска наблюдается удлиненные(относительно туловища) руки и ноги, что объясняется зависимостью величины линейной скорости снаряда при вылете от длины рычага, посылающего диск, т.е чем с большее высокой начальной скоростью посылается диск, тем большее расстояние он преодолевает.

У бегунов замечена тенденция: чем короче дистанция, тем больше длина тела легкоатлетов, за исключением спринтеров, у которых одинаково успешно выступали как высокорослые спортсмены (В.Борзов), так и низкорослые (А.Корнелюк) спортсмены. Так же была замечена закономерность относительной длине ног у бегунов: у стаеров они короче, чем у спринтеров, самые длинные ноги у барьеристов.

Однако в спортивной практике существует много примеров, когда у бегунов, выступающих даже на одной и той же дистанции, разная относительная длина ног. Считается, что спортсмены с длинными ногами бегут более широким шагом, особенностью их техники является то, что они поддерживают равновесие за сет естественного наклона туловища вперед. Бегуны с короткими ногами вынуждены с этой целью отклоняться назад. Эти примеры, взятые из легкоатлетических видов спорта, показывают, что у одних легкоатлетов (в зависимости от специализации) решающим фактором результативности являются тотальные размеры тела, у других его форма, т.е пропорции отдельных частей тела и, наконец, у третьих- такие конституционные особенности, как степень развития и специфика распределения мышечной и жировой масс, относительный вес тела и др.

В практической работе тренеры должны учитывать неодинаковые двигательные возможности людей с различным строением тела.

# Список литературы

1. Биомеханика: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений/Г.И. Попов-4-е изд.,-М.: Издательский центр «Академия», 209.-256с.;
2. Статья «Классификация скелетных мышц» [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://lib.nspu.ru/umk/7e13c2043103d900/t6/ch2.html>
3. Свободная электронная энциклопедия [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/>
4. Статья «телосложение и моторика человека» [Электронный ресурс].- Режим доступа:

<http://gled.myorel.ru/page/1/213.html>