

Индивидуальные и групповые особенности моторики

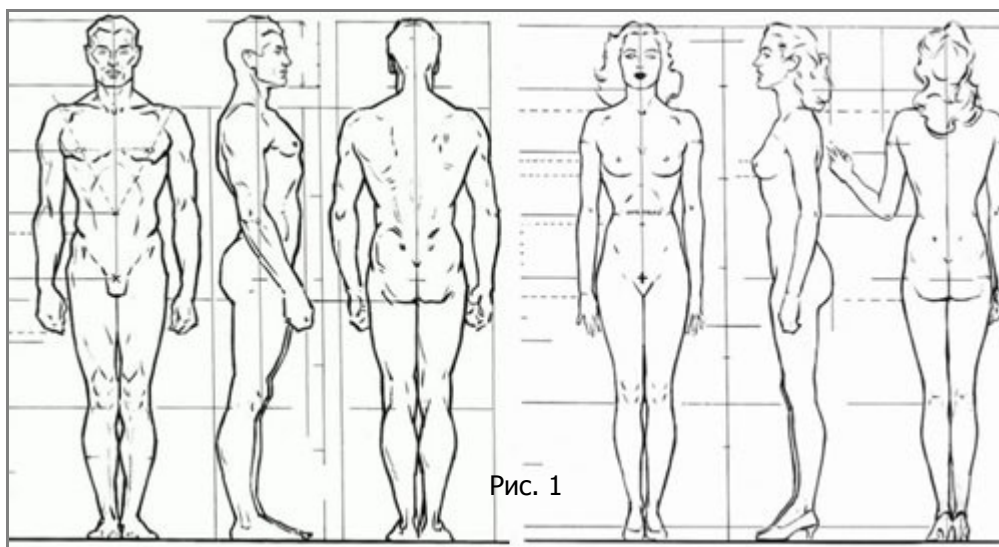
Индивидуальные и групповые особенности движений и двигательных возможностей людей изучают в разделе биомеханики, называемом **дифференциальной биомеханикой**. Подобные разделы существуют и в смежных научных дисциплинах. Так, дифференциальная психология изучает индивидуальные и групповые психологические различия и т. п.

Телосложение и моторика человека

Как двигательные возможности людей, так и многие другие индивидуальные черты спортивной техники в значительной степени зависят от особенностей телосложения.

К ним в первую очередь относят:

- а) тотальные размеры тела – основные размеры, характеризующие его величину (длина тела, вес, окружность грудной клетки, поверхность тела и т. п.);
- б) пропорции тела – соотношение размеров отдельных частей тела (конечностей, туловища и др.);
- в) конституциональные особенности (рис. 1).



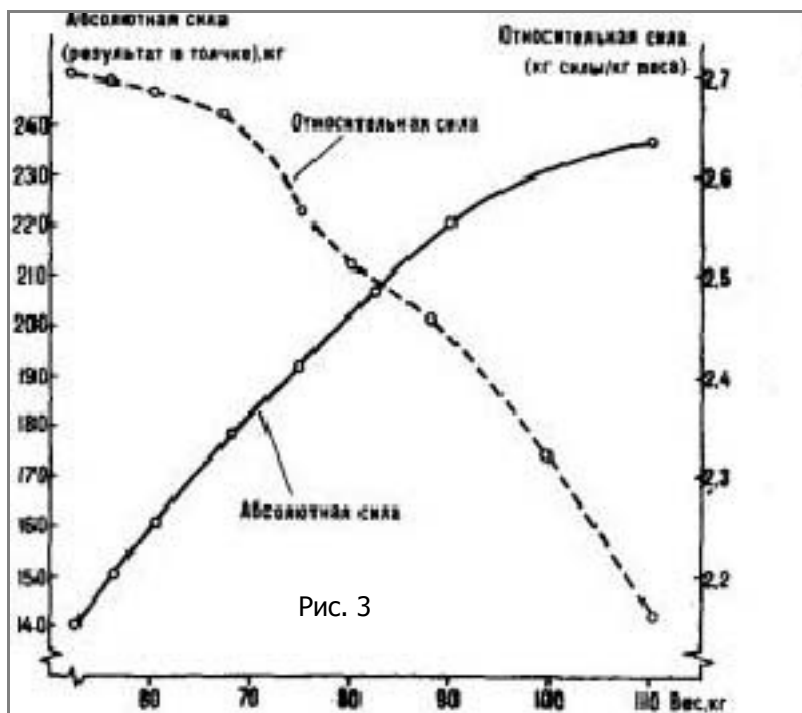
Тотальные размеры тела у людей существенно различны. В одном и том же виде спорта (например, в борьбе или тяжелой атлетике) можно встретить спортсменов с весом тела менее 50 и свыше 150 кг. Двигательные возможности этих спортсменов будут разными.

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 (рис.2).



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:

$$\text{Относительная сила} = \frac{\text{Абсолютная сила}}{\text{Собственный вес}}$$



У людей примерно одинаковой тренированности, но разного веса абсолютная сила с увеличением веса возрастает, а относительная падает (рис. 3). Аналогичные закономерности наблюдаются и в отношении некоторых других функциональных показателей (например, максимального потребления кислорода – МПК). В то же время, скажем, высота подъема ОЦТ в прыжках или дистанционная скорость бега не зависят от тотальных размеров тела, а максимальная частота движений и стартовое ускорение уменьшаются с их увеличением.

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, чем другой: 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:

Параметр/Спортсмен	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).

Высота подъема ОЦМ тела при прыжке вверх (высота прыжка) прямо пропорциональна той максимальной работе, которую мышцы могут совершить при отталкивании (h^3) 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. Длина шага (l),

очевидно, пропорциональна линейным размерам тела (h); средняя скорость v ноги пропорциональна $\frac{l}{t}$, где t – время одного шага; ускорение (a) пропорционально $\frac{l}{t^2}$

Подставляя это в формулу второго закона Ньютона, получим: $F = \frac{ml}{t^2}$.

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 $h \cdot h^{-1} = h^0 = 1$, т. е. не зависит от размеров тела.

Другие показатели, характеризующие двигательные возможности человека, могут быть проанализированы подобным образом (см. табл. ниже) «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 данной таблице 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 этой таблице, 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 хват выполняется лишь тремя пальцами, что снижает его силу. Поэтому у большинства рекордсменов мира в рывке длина кистей выше средних размеров.

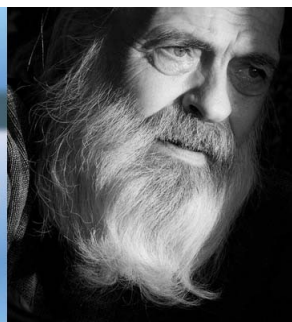
В практической работе тренеры должны учитывать неодинаковые двигательные возможности людей с различным строением тела.

Онтогенез моторики

Онтогенезом моторики называется изменение движений и двигательных возможностей человека на протяжении его жизни. Новорожденный – существо, не



Рис. 4



владеющее даже простейшими осмысленными движениями. С возрастом его двигательные возможности расширяются, достигают расцвета в молодости и постепенно снижаются к старости (рис. 4).

Роль созревания и научения в онтогенезе моторики

Два основных фактора определяют развитие моторики – созревание и научение. *Созреванием* называют наследственно обусловленные изменения анатомического строения и физиологических функций организма, происходящие в течение жизни человека: увеличение размеров и изменение формы тела ребенка в процессе его роста, изменения, связанные с половым созреванием, старением и др. В раннем детстве громадное значение имеет дозревание нервно-мышечного аппарата (в частности, коры больших полушарий головного мозга, которая к моменту рождения еще не сформировалась). В основных чертах двигательный аппарат ребенка формируется лишь к 2–2,5 годам.

Под *научением* понимают освоение новых движений или совершенствование в них под влиянием специальной практики, обучения или тренировки.

Не всегда легко определить, что лежит в основе того или иного изменения двигательных показателей – созревание или научение, особенно в младенческом и дошкольном возрасте (до 3 лет). Например, почему младенец начинает сам сидеть, стоять, ходить (рис. 5)? Потому, что он научился этому или вследствие того, что его



Рис. 5



нервная система и мышечный аппарат настолько созрели, что он оказывается в состоянии это сделать без обучения и поэтому обучать его подобным движениям вовсе не надо?

Подобные вопросы часто исследуют на идентичных близнецах: одного из них обучают, а другого нет. Оказывается, есть такие позы и движения (сидение, стояние, ходьба, произвольное мочеиспускание и др.), специальное обучение которым в младенческом возрасте практически не ускоряет овладения ими (рис.6). Приходит время, и дети, не подвергавшиеся специальной тренировке, догоняют своих братьев и сестер.



Рис. 6

Такого рода факты привели некоторых западных ученых к мысли о том, что главное в онтогенезе моторики в раннем детском возрасте – созревание. Они предполагали, что все основные движения наследуются ребенком от родителей и проявляются вонне по мере того, как созревает его нервная система и двигательный аппарат.

Эта теория является неправильной. Также неправильна и противоположная точка зрения, согласно которой ребенка в любом возрасте можно научить чему угодно, лишь бы была соответствующая методика обучения. Исследователи, стоящие на этой точке зрения, вовсе отрицают роль созревания.

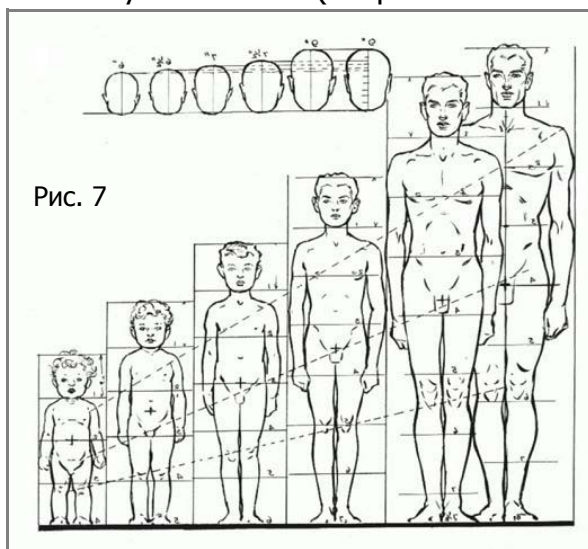
В действительности же научение эффективно лишь тогда, когда достигнута необходимая степень анатомо-физиологической зрелости организма, и вовсе без обучения (хотя бы в виде возможности наблюдать правильный образец) овладение новыми движениями невозможно. Это доказывается, в частности, тем, что дети, выключенные из человеческого общества, не овладевают типичными для человека движениями, например прямохождением.

Таким образом, онтогенез моторики определяется взаимодействием созревания и научения. При попытках, в частности, отдельного обучения близнецов было показано, что сроки овладения некоторыми движениями (например, начало ходьбы) не изменялись под влиянием обучения и помощи; другие движения осваивались намного быстрее обычного (например, можно обучить ребенка катанию на роликовых коньках одновременно с началом ходьбы, а обучить плавать даже раньше, чем ходить). Однако иногда чрезмерно раннее обучение мешает овладению движением. Например, годовалые дети, ежедневно обучавшиеся в течение полугода езде на трехколесном велосипеде, хуже ездили на нем впоследствии из-за неправильных навыков и потери интереса, чем дети, которые впервые сели на велосипед в более позднем возрасте.

Созревание у детей проявляется, в частности, в их росте, т. е. увеличении тотальных размеров и изменении пропорций тела. Увеличение тотальных размеров по-разному влияет на двигательные показатели. Одни из них (например, скорость бега, высота прыжка) не зависят от размеров тела, другие (например, относительная сила, величина МПК, приходящаяся на 1 кг веса тела, и зависящая от нее критическая скорость) снижаются с увеличением тотальных размеров. Увеличение размеров тела у детей в процессе роста тоже должно было бы приводить к таким изменениям. Однако здесь картина более сложная. Если говорить, например, об относительной силе, то созревание ребенка выражающееся, в частности, в его росте, должно приводить к снижению относительной силы. Но в процессе созревания происходят такие анатомо-физиологические перестройки в организме, которые вызывают увеличение силовых возможностей. В результате нередко относительная сила у детей длительное время не изменяется, т. е. абсолютные силовые показатели растут в той же мере, что и

собственный вес ребенка (если, конечно, он не занимается специально силовыми упражнениями). Поэтому юные гимнасты при соответствующем уровне подготовки могут поднимать свое тело так же успешно, как и взрослые спортсмены. Совершенно аналогичная картина наблюдается и в отношении других показателей, которые изменяются пропорционально квадрату линейных размеров тела (h^2 , где h – линейный размер тела, например длина тела). У детей школьного возраста такие показатели изменяются мало.

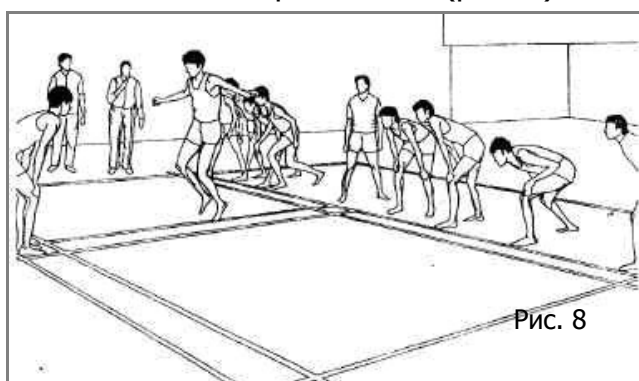
У детей одного возраста, но с разными размерами тела зависимость спортивных результатов от длины тела, в принципе, такая же, как и у взрослых. Например, максимальная скорость бега не зависит от тотальных размеров. Однако есть и существенное различие. Большая длина тела нередко свидетельствует о более раннем созревании, в частности о наступлении полового созревания, что сопровождается очень большими перестройками в организме. Поэтому в 14 лет у мальчиков (возраст полового созревания) отмечается положительная зависимость между длиной тела и максимальной скоростью бега. В 11 и 18 лет такой зависимости нет. Если же сравнивать детей разного возраста, но имеющих одинаковую длину тела, то старшие бегут быстрее, что, конечно, совершенно, естественно (рис. 7).



Рост связан с изменением пропорций тела. Это также влияет на показатели моторики. Например, при одной и той же длине тела дети более старшего возраста делают при беге шаги большей длины. Частично это объясняется тем, что у них в среднем более длинные ноги.

Двигательный возраст

Если измерить результаты в каких-либо двигательных заданиях большой группы детей одного возраста, то можно определить средние достижения, которые они показывают. Зная затем результаты отдельного ребенка, можно установить, какому возрасту в среднем соответствует данный результат. Таким образом определяют двигательный возраст детей (рис. 8).



Конечно, не все дети одного и того же возраста показывают одинаковые результаты. Детей, у которых двигательный возраст опережает календарный, называют *двигательными акселерантами*. Детей, у которых двигательное развитие отстает, называют *двигательными ретардантами*. Например, если подросток в возрасте 14 лет и 2 месяца прыгает в длину с места на 170 см, он двигательный ретардант (в этом

упражнении), а если его результат более 210 см, – двигательный акселерант.

Акселеранты в одних двигательных заданиях могут быть ретардантами в других. Полные акселеранты или ретарданты встречаются редко.

Методы математической статистики позволяют точно определить, какой процент людей в состоянии показать тот или иной результат. Подобного рода данные используют при отборе талантливых в спортивном отношении детей.

Если ребенок почему-либо попадает в неблагоприятные условия (болезнь, недостаточное питание и т. п.), то темпы развития моторики у него замедляются. Однако после устранения этих вредных влияний, если они не были чрезмерными, его двигательные возможности развиваются ускоренными темпами, так что он возвращается,

как говорят в данном случае, в свой канал развития. Подобное свойство живых организмов (оно касается не только движений, но и других показателей) называют *катализированием* или *гомеорезом*.

Прогноз развития моторики

При начальном выборе спортивной специализации, отборе в ДЮСШ и некоторые специальные школы (балетную, цирковую и др.) встает задача прогноза двигательной одаренности. Как порекомендовать ребенку именно тот вид спорта, в котором он сможет добиться наибольших успехов, как выявить наиболее одаренных? Для ответа на эти вопросы проводят научные исследования в двух основных направлениях:

- а) изучение стабильности показателей моторики,
- б) изучение наследственных влияний.

При изучении стабильности показателей моторики измеряют, например, у 7-летних детей скорость бега, силу, выносливость и другие.

Примечание. В биомеханике приземлением называется момент касания опоры, а не последующие действия (амортизация).

Контрольные вопросы:

1. Что изучает дифференциальная биомеханика?
2. От чего зависят двигательные возможности людей и многие другие индивидуальные черты спортивной техники?
3. Что именно относят к особенностям телосложения?
4. С чем связано деление на весовые категории в различных видах спорта?
5. Раскройте смысл понятия «относительная сила».
6. Что такое «абсолютная сила»?
7. Как абсолютная и относительная сила зависят от веса спортсмена?
8. В чем заключается биомеханическая основа зависимости закономерности и в отношении различных функциональных показателей?
9. Что надо учитывать при оценке максимальных показателей мощности людей разных тотальных размеров тела?
10. Как зависит время отдельных движений от линейных размеров тела?
11. Почему уравнения и зависимости типа приведенных в таблице (стр. 3) не могут быть абсолютно точными?
12. Как пропорции, конституциональные особенности тела, тотальные размеры, влияют на выбор вида спорта, спортивной техники, тактику действий на соревнованиях?
13. Что называется онтогенезом моторики?
14. Как двигательные особенности меняются с возрастом?
15. Какие основные факторы влияют на развитие моторики?
16. Что называют созреванием?
17. Что называют научением?
18. Что важнее в онтогенезе моторики в раннем детском возрасте – созревание или научение?
19. Когда научение эффективно?
20. Чем же определяется онтогенезом моторики?
21. Как определяют двигательный возраст детей?
22. Каких детей называют двигательными акселерантами?
23. Каких детей называют двигательными ретардантами?
24. Могут ли какие-либо условия влиять на темпы развития моторики?
Какое свойство живых организмов называют катализированием или гомеорезом?
25. Как порекомендовать ребенку именно тот вид спорта, в котором он сможет добиться наибольших успехов?