

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА, ТУРИЗМА И МОЛОДЕЖНОЙ
ПОЛИТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ЦЕНТР СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ СБОРНЫХ КОМАНД РОССИИ»

Для ограниченного пользования

Т.Ф. АБРАМОВА Т.М. НИКИТИНА, Н.И. КОЧЕТКОВА

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ –
ПОКАЗАТЕЛИ ПРИГОДНОСТИ, ОБЩЕЙ
ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ
И КОНТРОЛЯ ТЕКУЩЕЙ И ДОЛГОВРЕМЕННОЙ
АДАПТАЦИИ К ТРЕНИРОВОЧНЫМ
НАГРУЗКАМ**

Учебно-методическое пособие



ТВТ Дивизион
Москва 2010

**Рекомендовано к печати редакционной коллегией
«Центра спортивной подготовки сборных команд России»**

*Редакционная коллегия ФГУ «Центр спортивной
подготовки сборных команд России»:*

А.М. Кравцов (главный редактор), А.Г. Абалян,
С.П. Евсеев, Е.Б. Мякинченко, Т.Г. Фомиченко,
С.Л. Хоронюк, М.П. Шестаков (зам. главного редактора),
Ю.Н. Шилин (ответственный секретарь)

Абрамова Т.Ф., Никитина Т.М., Кочеткова Н.И.

Морфологические критерии – показатели пригодности, общей физической подготовленности и контроля текущей и долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам: Учебно-методическое пособие – М.: ТВТ Дивизион, 2010. – 104 с.

ISBN 978-5-98724-082-3

В настоящем пособии изложены основные понятия о тотальных размерах тела, биологическом возрасте, как ведущих морфологических критериях отбора на этапах спортивного становления, а так же о мышечном и жировом компонентах массы тела как организменных маркерах адаптации организма к напряженной физической деятельности.

ISBN 978-5-98724 -082-3

УДК: 796.325.015.82(043)

© Абрамова Т.Ф., Никитина Т.М., Кочеткова Н.И., 2010
© Оформление ТВТ Дивизион, 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ПРИГОДНОСТЬ: ТОТАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ ТЕЛА И БИОЛОГИЧЕСКОЕ СОЗРЕВАНИЕ	6
2. МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ	20
3. ДИНАМИКА ЛАБИЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ МАССЫ ТЕЛА	37
4. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЫШЕЧНОГО И ЖИРОВОГО КОМПОНЕНТОВ МАССЫ ТЕЛА	51
5. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В ПРОГРАММАХ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ СБОРНЫХ КОМАНД СТРАНЫ	56
6. ПРАВИЛА И МЕТОДИКА АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ	59
7. ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА КОМПОНЕНТОВ МАССЫ ТЕЛА	75
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	77

ВВЕДЕНИЕ

Морфология человека изучает строение и форму тела человека на разных уровнях организации и составляющих его структурах в связи с их функциями и историей развития (Чтецов В.П., Никитюк, Б.А., 1983). Морфологические особенности человека – один из генетически predetermined факторов, наиболее полно и наглядно определяющий индивидуальную специфичность, позволяющий оценить возможности человека в том или ином виде спорта.

Особенности телосложения в двуединой ипостаси объединяют причинно-следственную роль в области теории и практики спорта, с одной стороны являясь маркерами морфологической пригодности, а с другой – продуктом, а значит и маркером воздействия спортивной деятельности в полном соответствии биомеханическим и энергетическим требованиям спорта. Так, лестница к успеху в большинстве видов спорта начинается со ступеньки, называемой «особенности телосложения». С другой стороны, длинный путь к высоким достижениям в виде спорта целенаправленно формирует специфические макроморфологические проявления, касающиеся непосредственно структур, обеспечивающих специальную работоспособность, таких как развитие лабильных компонентов массы тела (мышечной и жировой), развитие мышечного обеспечения отдельных сегментов конечностей и туловища.

Для оценки особенностей телосложения используется набор стандартных антропометрических методов (В.В.Бунак, 1941; Э.Г.Мартиросов, 1982). При этом измеряются и определяются:

- устойчивые общие размеры тела (масса тела, длина тела, обхват грудной клетки, поверхность тела), продольные и поперечные размеры частей тела и конечностей (длина руки, плеча, предплечья, кисти, ноги, бедра, голени, стопы, туловища, корпуса; ширина плеч, таза, диаметры грудной клетки и эпифизов конечностей), позволяющие определить пропорции тела и конечностей;

- изменяющиеся размеры частей тела и конечностей, позволяющие определить состав массы тела – развитие активных компонентов – мышечного и жирового (обхваты плеча, предплечья, бедра и голени, кожно-жировые складки на спине, под лопаткой, на плече сзади и спереди, на предплечье, груди, животе, бедре и голени) (J.Matiegka, 1921).

Определение общих размеров тела, пропорций тела и конечностей, и состава массы тела позволяет оценить одновременно несколько аспектов важных в спорте высших достижений:

- морфологическую пригодность – соответствие модели – перспективность;
- морфологическое состояние – маркер тренированности – подготовленность.

I. МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ПРИГОДНОСТЬ: ТОТАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ ТЕЛА И БИОЛОГИЧЕСКОЕ СОЗРЕВАНИЕ

Морфологическая пригодность для занятия конкретным видом спорта оценивается при соотнесении индивидуальных значений морфологических признаков спортсмена с морфологической моделью для конкретного вида спорта. Морфологическая модель — это совокупность некоторых морфологических признаков, обеспечивающих оптимальную реализацию биомеханического стереотипа вида спорта. Наибольшее значение для большинства видов спорта имеет длина тела, как определяющий интегральный признак соответствия энергетическим и биомеханическим требованиям спорта. Соответствие модели телосложения является базовым преимуществом для успешности и долголетия в виде спорта. Несоответствие модели при высокой мотивации спортсмена, как правило, требует высокой активности дополнительных компенсаторных механизмов, что в итоге снижает вероятность высоких результатов, долголетия в спорте, более того является фактором риска для состояния здоровья и требует осуществлять наиболее жесткий текущий контроль за процессами адаптации организма спортсмена к тренировочному воздействию, особенно за состоянием сердечно-сосудистой системы. Однако, соотношение индивидуальных значений и морфологической модели достаточно просто осуществить для взрослых спортсменов (приложение 1: табл. 14-15). В случае детско-юношеского возраста в правильную оценку перспективности для конкретной специализации вмешивается биологическое развитие (приложение 1: табл. 1-13).

Возрастное становление организма происходит непрерывным изменением в том числе и морфологических признаков параллельно с развитием функциональных возможностей и двигательных функций, что определяется особенностями биологического развития. Общая последовательность и индивидуальные особенности прохождения стадий биологического развития заложены в генети-

ческой программе, предопределяющей постепенное нарастание количественных изменений с переходом в качественные сдвиги. Наиболее интенсивные изменения, ведущие к биологической зрелости организма, происходят в пубертатный период биологического развития, включающий второе детство, подростковый и отчасти юношеский возраст и подразделяющийся на препубертатный, собственно пубертатный и постпубертатный. Препубертатный период предшествует на 3 — 4 года собственно пубертатному, начинается в среднем в 7 лет у девочек и в 8 лет — у мальчиков, характеризуется созревaniem андрогенной зоны коры надпочечников, что проявляется возрастающим ускорением ростового процесса и начальным половым развитием — переход от ребенка к подростку. Собственно пубертатная стадия обозначается главным событием — созревaniem репродуктивного гормонального ансамбля, первая роль в котором принадлежит половым гормонам и гормону роста. Эти гормоны вызывают очень серьезные сдвиги в морфофункциональной организации подростка: регулируют половое поведение, развитие первичных и вторичных половых признаков, обмен веществ и морфогенез, приводя к скачкообразному увеличению роста в 13-15 лет у мальчиков и 11-13 лет у девочек (скорости роста достигают 11-12 см и снижаются до 7-6 см/год), изменению пропорций тела по половому признаку, усиленному развитию мускулатуры у мужчин и жировотложения у женщин. Пубертатный период отличается самыми значительными сдвигами морфо-функциональных параметров, предопределяя высокий фактор риска отклонений показателей здоровья. Постпубертатный период определяется завершением созревания репродуктивной функции, что происходит к 18-20 годам: устанавливаются овуляторные циклы, у женщин, циркадные ритмы секреции тестостерона и выработка зрелой спермы у мужчин, завершение линейного роста отмечается в 16-20 лет, раньше у женщин. Однако и после прекращения роста в длину продолжается морфофункциональное развитие — повышение массы тела, обхвата грудной клетки, ее экскурсии, жизненной емкости легких, кистевой динамометрии. Как правило, оптимальный статус связывается с возрастом 20-25 лет.

Как видно длина тела на этапе роста и развития определяется общими закономерностями и индивидуальными особенностями биологического созревания, его темпами, сроками вступления в пубертатный периода, определяя в конечном счете дефинитивные размеры тела и косвенно –перспективность на этапе начальной подготовки.

Основные критерии биологической зрелости – это скелетная зрелость (сроки и порядок окостевания скелета), зубная зрелость (сроки прорезывания молочных и постоянных зубов), соматическая зрелость, развитие вторичных половых признаков.

Скелетная зрелость определяется по остеологическому критерию. Оссификация каждой кости начинается с первичного центра и проходит ряд последовательных стадий увеличения и формирования области окостенения. В некоторых случаях к основному центру окостенения добавляется один или несколько дополнительных центров в эпифизах костей, где процессы оссификации происходят относительно независимо от основного центра. Созревание кости завершается при срастании эпифизов с телом кости, что хорошо диагностируется на рентгенограмме, где дифференцированы зоны окостенения и хрящевые зоны. Последовательность стадий формирования центров окостенения в теле (средняя часть) и эпифизах постоянна, что на основе учета числа и стадий развития центров окостенения позволяет оценивать скелетную зрелость (Таннер Дж., 1968). Остеологический критерий является универсальным, действующим на протяжении всей жизни человека, но его использование регламентируется небезвредной для растущего организма рентгенологической процедурой.

Зубная зрелость оценивается по одонтологическому критерию, который действует в период прорезывания молочных зубов (период от 6 мес до 2 лет) и их замены на постоянные (с 5-6 до 12-13 лет) без учета сроков прорезывания «зубов мудрости». Зубную зрелость определяют по общему количеству прорезавшихся зубов на верхней и нижней челюсти (табл. 1).

Соматическая зрелость определяется по форме тела ребенка, т.к. в процессе роста и развития в соответствии с изменением гра-

Таблица 1. Возрастные нормативы (количество) прорезывания постоянных зубов (Ямпольская Ю.А., Ужвий В.Г., 1999)

Возраст (лет)	Мальчики	Девочки
7,0	5-10	6-11
7,5	8-12	8-13
8,0	8-14	11-14
8,5	11-17	12-17
9,0	12-17	12-18
9,5	12-18	13-19
10,0	14-21	15-22
10,5	15-22	16-24
11,0	16-24	18-25
11,5	18-26	21-27
12,0	21-27	22-28
12,5	25-29	26-29

диента роста отдельных частей тела изменяются пропорции тела. Рамки использования соматической зрелости шире, но ограничены адекватным выбором признаков. Например, длина и масса тела, широко используемые в медицинской практике для оценки биологической зрелости, начиная с 3 лет высоко коррелируют с окончательными размерами тела, т.е. в большей мере отражают индивидуальные темпы роста, в меньшей мере и не дифференцированно – биологическую зрелость (Васильев С.В., 1996). Адекватная оценка соматической зрелости базируется на замедлении роста головы и шеи при, напротив, одновременном ускорении роста конечностей. Примером такой оценки может быть «Филиппинский тест» (правая рука, положенная поперек темени, должна достать до левого уха), отражающий относительное удлинение рук и укорочение головы и шеи. По данным Г. Гримма (1967) к 8.5 годам этот тест положителен для 100% детей. Кроме того, для оценки школьной зрелости используются 3 индекса, рассчиты-

ваемые по соотношению высоты верхнего отрезка тела (длина головы и шеи), обхвата головы и физиометрической высоты лица (от границы волос на лбу до бодбородка) с длиной тела. Репрезентативность теста ориентирована на границу 1 и 2 детства.

Наиболее распространенным и доступным способом идентификации биологического возраста является оценка развития вторичных половых признаков (табл. 2), которая работает в перипубертатный период, период полового созревания, наиболее значимый для юных спортсменов. При оценке развития вторичных половых признаков учитываются: развитие волос на лобке (P-пубис) и в подмышечной области (Ax-аксельарис) у обоих полов, развитие молочных желез и время наступления менархе (Me) – у женщин; пубертатное набухание сосков (C), ломка голоса (V), рост волос на лице (F) – у мальчиков (последние два признака дополнительные). Каждый признак имеет четыре стадии развития признака, сумма которых и является маркером соответствия возрастной группе (табл. 3). У мальчиков половое созревание начинается с роста волос на лобке (P), затем рост волос в подмышечных впадинах (Ax), позже манифестация грудной железы (C) и ломка голоса (V) с завершающим оформлением волос на лице (F). У девочек первым признаком полового созревания является развитие молочных желез (Ma), затем рост волос на лобке (Pb) и в области подмышек (Ax), возраст Menarche (Me) обычно синхронизирован со вторым и третьим баллами развития обволошения лобка, подмышек и развития молочных желез.

Сочетание ростового процесса и биологического созревания дает наиболее полное представление о текущей или дальней перспективе спортсмена в соответствии с требованиями вида спорта. Каждый из этих процессов может проходить по-разному: с опережением – акселерация; при соответствии возрастной группе – норма; с отставанием – ретардация) при следующих вариантах сочетания:

1. Акселерация роста и акселерация развития;
2. Акселерация роста и норма развития;
3. Акселерация роста и ретардация развития;

Таблица 2. Схема оценки развития вторичных признаков полового созревания (Штефко В.Г., Островский А.Д., 1929)

Признак	Стадия	Балл	Характеристика
1	2	3	4
Оволосение подмышечной впадины	Ax ₀	0	Отсутствие волос
	Ax ₁	1	Единичные тонкие волосы
	Ax ₂	2	Выраженный волосяной покров
	Ax ₃	3	Полный покров
Оволосение Лобка	P ₀	0	Отсутствие волос
	P ₁	1	Единичные волосы на центральном участке лобка
	P ₂	2	Выраженный волосяной покров
	P ₃	3	Длинные густые волосы по всему лобку
Молочные железы (девочки)	Ma ₀	0	Железы не выступают над поверхностью груди
	Ma ₁	1	Околососковый кружок с соском в виде конуса
	Ma ₂	2	Сосок поднимается на околососковым кружком
	Ma ₃	3	Железа характерна для взрослой особи
Menarche (девочки)	Me ₀	0	Отсутствие менструации
	Me ₁	1	Первая менструация
	Me ₂	2	Нерегулярная, неустановившаяся менструация
	Me ₃	3	Установившаяся менструация
Пубертатное набухание сосков (мальчики)	C ₀	0	Маленький непигментированный сосок
	C ₁	1	Набухание околососкового кружка
	C ₂	2	Околососковый кружок плоский, темнокоричневый, с волосами вокруг

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Ломка голоса (мальчики)	V ₀	0	Детский голос
	V ₁	1	Ломающийся голос
	V ₂	2	Взрослый голос различного тембра
Рост волос на лице (мальчики)	F ₀	0	Отсутствие волос
	F ₁	1	Рост волос на верхней губе (усы)
	F ₂	2	Усы и волосы на подбородке
	F ₃	3	Смыкание усов и бороды в углах рта
	F ₄	4	Рост волос от подбородка к вискам
	F ₅	5	Рост волос вверх на щеки

Таблица 3. Шкала биологического созревания в соответствии с возрастом

Возраст	Мальчики				Девочки				
	Р	Ах	С	Σ балл	Р	Ах	Ма	Ме	Σ балл
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	1	1	1	0	3
13	1	1	1	3	1	1-2	1-2	1-2	4-7
14	2	1-2	1	4-5	2-3	2-3	2	2	8-10
15	2-3	2	1-2	5-7	3	3	2-3	3	11-12
16	3	3	2	8	3	3	2-3	3	11-12
17	3	3	2	8	3	3	3	3	12

4. Норма роста и акселерация развития;
5. Норма роста и норма развития;
6. Норма роста и ретардация развития;
7. Ретардация роста и акселерация развития;
8. Ретардация роста и норма развития;
9. Ретардация роста и ретардация развития.

Наиболее выгодный вариант развития определяется требованиями вида спорта. Например, для баскетбола, волейбола, гребли и ряда других видов с необходимостью больших размеров тела все варианты с ретардацией или отставанием роста не подходят априори, особенно нехорош вариант с акселерацией биологического развития (кроме того, что длина тела мала уже сама по себе, ее рост и быстрее прекратится). Как вариант для ближней реализации, т.е. в подростковом и юношеском возрасте, можно рассматривать вариант «норма роста с ретардацией развития» в надежде на пубертатный скачок, если это наблюдается в возрасте 12-13 лет и спортсмен по двигательным и психологическим качествам соответствует требованиям этих специализаций. Так же в подобных видах спорта к вариантам ближней, т.е. подростковой или юношеской реализации относятся:

- акселерация роста и развития при полном завершении развития, но конечные размеры тела спортсмена не соответствуют морфологической модели спортсмена международного класса;
- гармоничное развитие, т.е. соответствие с паспортным возрастом, что в принципе предполагает обычный вариант развития и средний уровень дефинитивных размеров тела. Однако в этом случае выделяются два варианта: до 12 лет, до вступления непосредственно в пубертатный период — когда еще не определяются вторичные половые признаки — в этом случае меньше уверенности в правильности прогноза, т.к. в ближайшее время может оказаться, что многие ее представители ретарданты по биологическому развитию, т.е. увеличится их шанс на более длительный период роста, а значит и на большую длину тела; второй вариант — дети

старше 12 лет, в этом случае прогноз дефинитивного варианта роста и развития имеет большую достоверность.

Варианты дальней перспективы (сборные команды страны) для видов спорта с большими тотальными размерами тела:

- акселерация роста и биологическая ретардация. Однако, как правило, такие высокорослые дети существенно отстают от своих сверстников с нормальным развитием по уровню развития двигательных качеств и функционального обеспечения. Большие размеры тела этих детей часто формируют ложное представление у тренеров об их функциональной зрелости, в связи с чем программа их подготовки включает высокие объемы тренировочной и соревновательной нагрузки, превышающие их возможности. Они либо не выдерживают предлагаемую физическую нагрузку (травмы, сердечно-сосудистые нарушения, ухудшение здоровья), либо не устраивают тренера, т.к. с ними надо более тщательно работать для формирования двигательного навыка и логики игрового мышления (тактико-стратегической компоненты). Вместе с тем, одна из главных причин в том, что таких детей мало в популяции, естественно еще реже они попадают в спортивные секции. Вместе с тем именно они впоследствии становятся наиболее перспективным резервом для сборных команд страны (например — центровыми в баскетболе, или блокирующими в волейболе), при корректной и грамотной работе тренеров с учетом биологических особенностей развития высокорослых детей.
- акселерация роста и нормальное биологическое созревание — такие дети наиболее часто привлекаются в секции и спортивные школы, т.к. они уже имеют нормативные размеры тела и хорошо (в соответствии с возрастной группой) сформированную систему функционального обеспечения, хорошо усваивают и физическую и технико-тактическую программу обучения. Однако, дефинитивная длина тела может не достигать модельных значений (например, для крайних и центральных нападающих в баскетболе и блокирующих в волейболе).

Напротив, для видов спорта с ранним началом специализации, и ориентированных на малые размеры тела, приоритетными являются варианты с ретардированным ростовым развитием и нормальным (в препубертатном периоде) или опережающим (в пубертатном периоде) биологическим созреванием. Однако и в этом случае следует различать варианты, ориентированные на текущую реализацию и на дальнюю перспективу.

Кроме того, независимо от видовой специализации на любом этапе спортивного отбора оценка варианта сочетания роста и развития является объективным основанием и помощником в выборе средств, методов и объемов тренировочных нагрузок, адекватных реальному уровню развития ребенка. Например, высокорослый ребенок, по длине тела соответствующий 15 годам, по биологическому созреванию может быть 13-летним, т.е. готов к тренировочным нагрузкам для 13 лет, в то время как использование для него тренировочной программы 15-летних спортсменов будет провоцировать перегруз и накопление утомления вплоть до срывов адаптации, в том числе и по состоянию сердечно-сосудистой системы, что чрезвычайно важно для перспективного развития ребенка в спорте.

Реальные данные по возрастной динамике длины тела, массы тела и суммарному баллу биологической зрелости современных юных спортсменов обоего пола и различной специализации указывают на направленность отбора (табл. 4-7). Как видно, в настоящее время в группы начальной подготовки (препубертатный период развития) приходят или набираются дети с опережающим биологическим созреванием, в меньшей мере это касается мальчиков (до 12 лет), в большей мере — девочек (до 13 лет). При этом мальчики с небольшим ускорением биологического созревания на этом этапе развития отличаются и большей длиной тела (8-9 лет — теннис; водное поло; 10-11 лет — баскетбол и водное поло). Среди девочек отмечается почти противоположная картина — девочки с опережением биологического созревания имеют практически нормальные скорости роста. Расслоение по типам роста и развития в зависимости от специализации начинается в наиболее чувствительный период — пубертатный, приходящийся, как правило, на 12-14 лет у девочек и 13-15 лет у мальчиков.

Таблица 4. Возрастная динамика биологической зрелости у юных спортсменов различной специализации

Возраст	Норма	Хоккей	Теннис	Водное поло	Баскетбол	Бег	Льжи	Бокс	Вольная борьба	Дзюдо
5	0	0								
6	0	0								
7	0	0	0							
8	0	0	0							
9	0	0	0	0,1						
10	0	0,2	0	0,2	0					
11	0	0,3	0,4	0,4	0		0,3			
12	0	0,5	0,7	0,3	1,0	0,1	1,7		1,3	
13	3	1,7	3,2	3,9	2,4	2,4	3,8	0,6	0,6	5,3
14	4-5	4,2	2,2	4,8	5,4	5,8	5,4	2,5	4,9	1,0
15	5-7	4,9	6,8	7,6		7,2	6,7	4,5	6,7	3,8
16	8		7,4			8,0	7,8	6,4	7,4	
17	8						7,9		7,0	

Реальные данные свидетельствуют, что у мальчиков в возрасте 12 лет в такие виды спорта, как лыжный спорт, баскетбол, вольная борьба, отбираются дети с опережающим биологическим развитием, что в случае баскетбола и лыжных гонок сопровождается высокими или повышенными скоростями роста, в вольной борьбе – полностью соответствует возрастной норме длины тела. В 13 лет (должное начало пубертата) у мальчиков выделяются баскетболисты, хоккеисты и бегуны с небольшим замедлением биологического созревания при нормальной или повышенной длине тела, боксеры и борцы вольного стиля с сильно замедленным биологическим созреванием при нормальной или сниженной длине

Таблица 5. Возрастная динамика биологической зрелости у юных спортсменов различной специализации

Возраст	Норма	Теннис	Баскетбол	Бег	Льжи
6	0	0			
7	0	0			
8	0	0			
9	0	0,3			
10	0	1,8			
11	0	2,4	2,5		
12	3	3,8	3,8	4,7	2,0
13	4-7	5,9	8,1	6,8	6,3
14	8-10	7,8	9	9,5	8,8
15	11-12	10,2	11,1	11,1	11,1
16	11-12	10	11,1		11,6
17	12	12			11,6

тела (соотв.), а также – ватерполисты и лыжники с опережающим биологическим созреванием и повышенной длиной тела и дзюдоисты с выражено опережающим биологическим созреванием при нормальной длине тела. Далее на протяжении всего пубертата в основном доминируют мальчики с нормальными скоростями биологического созревания (за исключением боксеров и дзюдоистов с низкими темпами полового созревания) при постепенном (особенно после 14 лет) расслоении по признаку специализации – длине тела, с максимальной величиной у баскетболистов и минимальной – у борцов вольного стиля.

Среди девочек – опережение биологического созревания среди спортсменок отмечается в основном в начале и середине пубертаса (12-14 лет), что в большей мере характерно для тенниса,

Таблица 6. Возрастная динамика длины тела у юных спортсменов различной специализации

Возраст	Норма	Хоккей	Теннис	Водное поло	Баскетбол	Бег	Лыжи	Бокс	Вольная борьба	Дзюдо
5	111,0	110,4								
6	117,0	115,1								
7	122,5	121,9	125,0							
8	128,5	131,4	142,6							
9	133,5	134,9	142,7	139,7						
10	137,5	139,8	142,1	140,5	148,8					
11	142,5	147,7	148,6	150,6	153,8		141,1			
12	148,0	153,0	152,9	155,8	161,5	151,1	154,2		146,0	
13	155,0	154,5	161,7	161,8	172,1	160,2	166,0	155,0	150	156,0
14	163,0	166,6	162,2	168,2	181,0	167,3	168,7	156,0	161,0	155,0
15	169,0	168,9	176,8	178,8		167,3	173,5	164,0	165,0	162,0
16	173,5		172,7		191,2	173,0	176,3	171,0	169,0	
17	175,0						175,2		170,0	

беговых специализаций и баскетбола при постепенном нарастании приоритета девушек с отстающим биологическим развитию у бегуний. Завершение пубертатного периода с приоритетом функционального становления, соотносящееся с более выраженным специализированным отбором отличается во всех рассматриваемых видах спорта «модой» на ретардированных девушек (чаще в теннисе, реже – в баскетболе и беге, где в основном – норма), что сопровождается так же как и у мужчин дифференциацией по длине тела, ориентировано к требованиям специализации.

Как видно динамика биологического развития в разных специализациях отражает одно и то же явление – отбор в спортивные школы по физической готовности и росту (особенно для девочек), что характерно для детей с более ранним биологическим созреванием.

Таблица 7. Возрастная динамика длины тела у юных спортсменов различной специализации

Возраст	Норма	Теннис	Баскетбол	Бег	Лыжи
6	117,5	113,7			
7	122,5	122,4			
8	128,0	127			
9	133,5	136,3			
10	138,0	140,9			
11	144,5	149,2	154		
12	151,0	153,3	164	153,1	148,2
13	157,0	160	171,1	158,9	156,9
14	160,5	163,4	173,5	160,1	162,1
15	162,5	172,1	175,8	163,9	163,9
16	163,5	169,3	177,7		163,7
17	164,0	169,9			165,0

нием. В то же время дети, высокорослость которых в большей мере определяется не высокими темпами роста, а акселерацией биологического развития впоследствии (после 14-15 лет), как правило, выбывают из перспективного для сборных команд пула.

Неизменные морфологические признаки, интегральным представителем которых является длина тела являются лишь указателем потенциальной пригодности спортсмена. Текущая результативность во многом и в основном определяется уровнем подготовленности.

2. МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ

Управление тренировкой спортсмена с самого начала пути в спорте — неотъемлемая часть подготовки. Управление предполагает достижение конкретного результата к определенному сроку, что требует знания не только конечной цели и конечного состояния, но и текущего состояния контролируемого — го объекта в каждый данный момент времени.

Состояние спортсмена обуславливается как срочной, так и долговременной адаптацией к спортивной деятельности. Адаптация к мышечной деятельности охватывает все функциональные системы организма, проявляя как специфичные для воздействия, так и общие черты. Общая структурная схема адаптации к любому стрессовому фактору, к физической нагрузке в том числе, включает:

1. Повышение энергопотенциала и возможностей его использования и восстановления;
2. Адаптивный синтез структурных и энзимных белков, мембранных липидов;
3. Изменение в системе регуляции метаболизма и расширение ее диапазона (Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г., 1988).

Систематическая физическая тренировка вызывает привилегированное пластическое обеспечение или белковый синтез в мышечной системе. Увеличение мышечной массы отражает увеличение миофибриллярных белков в мышцах, увеличение толщины моторных нервных волокон в мышцах, числа ядер и миофибрилл в мышечных волокнах. Гипертрофия мышечной массы может быть обусловлена как увеличением саркоплазмы, так и миофибриллярного аппарата. Так, длительные упражнения умеренной интенсивности, повышающие выносливость, способствуют преимущественно гипертрофии саркоплазмы без значительного повышения массы миофибрилл и силы сокращения мышц. Напротив, силовые и скоростно-силовые нагрузки вызывают гипертрофию преимущественно сократительного аппарата.

Вместе с тем, практически любая нагрузка, кроме очень короткого спринта, требует повышенного снабжения рабочих мышц субстратами извне, в частности свободных жирных кислот, которые освобождаются при расщеплении депонированного жира и используются в энергетических процессах как субстрат окисления. Депонированные жиры имеют высокую и основную значимость как источник энергии при мышечной деятельности. Однако, жировая ткань активно используется как энергодатель только при нагрузках умеренной мощности, т.к. накопление молочной кислоты отсутствует, а интенсивность окисления углеводов снижается в связи с уменьшением их запасов. При работе высокой мощности большая концентрация молочной кислоты и активный гликолиз тормозят и снижают участие жиров в обеспечении мышечной деятельности (А.А.Виру, П.К.Кырге, 1983; П.Хочачка, Дж.Сомеро, 1988).

Таким образом, изменения мышечного и жирового компонентов под воздействием тренировочных нагрузок отражают направленность и выраженность адаптивных сдвигов структурного уровня в организме спортсмена под воздействием тренировки и преимущественный характер энергообеспечения, т.е. лабильные морфологические показатели человека могут служить маркерами адаптации к напряженной мышечной деятельности при достаточном информационном обеспечении.

Знания о составе тела — одна из активно развивающихся и относительно новых отраслей морфологии. Терминологическое образование "состав тела" обозначает соотношение тканевых компонентов массы тела. Знание характера соотношения отдельных тканевых компонентов очень важно, так как изменение общего веса тела, которое обычно служит основным мерилем состояния, представляет собой слишком обобщенный показатель, не дифференцирующий специфичность изменения (Мартиросов Э.Г., 1998).

Исследования компонентного состава массы тела давно и широко проникли в теорию и практику современного спорта, представляя собой одно из направлений спортивной антропологии (Мартиросов Э.Г., 1985, Никитюк, Б.А., 1990).

Компонентный состав массы тела в спорте имеет широкое информационное поле: возрастные и квалификационные различия; видовая специфика, модельные характеристики, взаимосвязь с физическими качествами и функциональными показателями. Было показано, что под влиянием занятий спортом в детском и юношеском возрастах происходит значительно более выраженное, чем у детей, не занимающихся спортом, увеличение мышечной и снижение жировой масс; спортсмены высших рядов обладают более высокими величинами мышечной и низкими величинами жировой масс, чем менее квалифицированные спортсмены. Видовая принадлежность определяет специфику величин компонентов массы тела: спортсмены, занимающиеся силовыми видами спорта, отличаются максимальными величинами мышечной массы, видами спорта на выносливость – менее высоким содержанием мышечной массы и минимальным содержанием жировой; спортсмены игровых видов спорта характеризуются внутривидовой дифференциацией величин мышечной и жировой масс в соответствии с игровым амплуа (Дорохов Р.Н., 1982; Синяков, А.Ф., 1982; Ключникова М.В., 1985; Мартиросов Э.Г., 1985, 2006; Битицкая Л.А. и др., 1986; Абрамова Т.Ф., 1989; Кочеткова Н.И., 1989; Соболев Д.В., 1998; и др.; Шовгеня Н.Е., 2004; Федотова Е.В. 2005; Зайцев А.А. 2006 и др.; Cureton T.R., 1951; Parizkova J., 1973; Burke E.J. et al, 1980; Adams J. et al, 1982; Malina R.M. et al, 1982; Ackland T.R. et al, 1998 и др.).

Неслучайность специфики особенностей телосложения в соответствии с требованиями вида спорта подтверждается связью величин компонентов массы тела с проявлением различных физических качеств и развитием различных функциональных систем организма: с показателями силы, быстроты и гибкости – отдельными сторонами подготовленности, так и с интегральным показателем – специальной физической работоспособностью и, прямо или косвенно, со спортивным результатом (Абрамова Т.Ф., 1986, 1993. 2005; Мартиросов Э.Г. с соавт, 1982, 1983; Губа В.М., 2000 и др.). Показана взаимосвязь развития мышечной массы с уровнем мощности разных систем энергообеспечения мышеч-

ной деятельности: аэробной и анаэробной производительностью (Климин В.П. с соав., 1971, 1977; Шпрынарова Ш., Паржискова Я. 1968, 1971). В ряде работ указывается на определяющую роль величины мышечной массы в формировании реакции сердечно-сосудистой системы на физические нагрузки (Чоговадзе А.В., 1970, 1971; Мартиросов Э.Г., Жданова А.Г., Иорданская Ф.А., 1984). Исследования Т.И.Алексеевой (1970) показали высокую прямую связь общих липидов и холестерина в крови в покое с жировой массой. Известный антрополог Чтецов В.П. (1980) полагает, что соматические компоненты так или иначе связаны с биохимическими признаками внутренней среды, выполняющими роль пластических и энергодающих субстратов.

Динамические исследования компонентов массы тела проводились в самых различных аспектах многими учеными. Было показано, что состав тела изменяется под влиянием различного содержания белков, жиров и углеводов в пищевом рационе при повышении жирового компонента в случае увеличения доли углеводно-жирового комплекса в диете и обратной реакции при ограничении количества жирной и углеводосодержащей пищи (Чтецов В.П., 1988; Kuroda et al, 1974; Jirandola R. et al, 1977; J.Deurenberg D. et al, 1987). Применение различных препаратов также оказывает влияние на компонентный состав тела: использование анаболизирующих препаратов приводит к увеличению мышечной массы (Виру А.А., Кырге П.К., 1983), применение кофеина способствует мобилизации депонированных жиров (Wilcox F., 1982). Гиподинамия, вызванная космическими полетами, приводит к атрофии мышечной массы (Дитлейн Л.Ф. и др., 1984; Чтецов В.П., 1988). Клинические исследования показали, что избыточное ожирение – фактор риска для ишемической болезни сердца, нарушений углеводного обмена, термогенеза, гипертонических заболеваний (Татонь Я., 1981; Segal K. et al, 1987; Sims E., 1985; Д.Г.Бессенен, Р.Кушнер, 2004); а также выявили изменения состава тела при хирургических вмешательствах и инфекциях, при ожоговых травмах, гинекологических патологиях (Bencich J. et al, 1986, Kuroda et al, 1974). Работа Оскай

и Холоши, 1969 показала, что воздействие на организм разных стрессагентов (голодание и физические нагрузки до отказа) вызывают однозначные качественные изменения в составе тела, которые, однако, различаются по количественной выраженности ответной реакции: физические нагрузки в большей степени, чем голодание активируют мобилизацию жирового компонента и сохранение мышечного. Изучение процессов акклиматизации к условиям среднегорья выявило специфику изменения мышечной и жировой масс в зависимости от сроков пребывания в горах и воздействия фактора физической нагрузки (Кауфман Ф.А., 1987; Абрамова Т.Ф., Мартиросов Э.Г., 1988).

Исследования изменчивости лабильных компонентов массы тела человека при постоянном и длительном воздействии фактора физических нагрузок показали, что интенсивная физическая деятельность вызывает в целом уменьшение жирового компонента, увеличение активной массы тела. Характер изменения морфологических показателей под воздействием физических нагрузок у спортсменов представлен наибольшим образом в работах зарубежных авторов (Skinner T.S., Holloszy T.O., Cureton T.K., 1964; Oskai L.B., Williams B.T., 1968, Pibial P.M., 1969; Ball M.P., Canary T.T., Kyle L.M., 1967; Carter J.E.L., Phillips W.H., 1969;). Показано, что при занятиях бегом трусцой или работе на разного рода тренажерах в течение относительно коротких временных интервалов (от 2 месяцев до года) у людей, ранее не занимающихся спортом, может наблюдаться снижение массы тела и жирового компонента от 3 до 20 кг и незначительное возрастание величины мышечного в пределах 0,5 кг. Томпсон с соавторами (Thompson C.W., Buskirk E.R., Goldman R.F., 1956,) исследуя лабильность кожно-жировых складок у баскетболистов и хоккеистов колледжа в соревновательный период обнаружили, что у спортсменов при неизменном весе тела наблюдается значительное снижение абсолютных значений жировых складок. Подобные же изменения в массе тела и ее компонентах были им обнаружены у футболистов (Thompson C.W., 1959). Ч.Вейдом (1979) было показано, что 9 недель тренировочных занятий приводит к увеличению удельного

веса тела от 1,052 до 1,054 г/см, снижению жировой массы на 0,6 кг у девушек, занимающихся плаванием в спортивном колледже. Ж.Джонсон с соавт., 1981 показал, что эффект воздействия ма-рафонской тренировочной программы на легкоатлетов в течение 16 недель проявляется в снижении массы тела за счет уменьшения количества жира на 2,6% и 2,2 кг. А. Ренаулт (1985), исследуя влияние силовой тренировки на штангистов в интервале 5-7 недель, не обнаружил изменения массы тела и предположил, что адаптация мышечных клеток при интенсивных тренировках происходит медленно. П.Джех и Л.Ларсон (1982), изучая мышечную гипертрофию у культуристов, показали, что она -результат долгосрочных интенсивных нагрузок.

Как видно из представленного материала, зарубежные исследователи четко детерминировали качественную характеристику воздействующего фактора, в то время как отечественные ученые чаще изучали вопросы динамики лабильных морфологических показателей непосредственно в тренировочном процессе при одновременном воздействии разнонаправленных физических нагрузок.

Значительное место в серии отечественных исследований состава тела у спортсменов занимают работы А.Г.Ждановой. Изучалась изменчивость морфологических показателей спортсменов разных видов непосредственно в тренировочном процессе (1967-1982). Исследования, проведенные на гимнастах и баскетболистах, тяжелоатлетах и спортсменах, занимающихся академической греблей, позволили автору сделать заключения, что увеличение активной массы и снижение жировой в тренировочном процессе – явление благополучное, обратный процесс – неблагоприятное; превышение установленных пределов (6,7 – 11,8%) колебания жировой массы свидетельствуют о больших резервных возможностях, снижение жировой массы ниже 6% – недопустимое повышение энергозатрат, увеличение обезжиренной массы связано с увеличением основного обмена, повышением уровня креатинина в моче. Отмечаются границы изменчивости обезжиренной массы тела (от +1,9 до -0,2 кг) и жировой массы (от +0,9 до -1,6 кг) в течение учебно-тренировочного сбора. В работах

А.В.Чоговадзе, 1968, 1970 анализируется влияние цикличности круглогодичной тренировки на динамику состава тела спортсменов высокой квалификации (I разряд, мс) разных специализаций: лыжи, марафон, ходьба, борьба, гребля и футбол. Показано, что у спортсменов, тренирующихся на выносливость, происходит увеличение активной массы тела в тренировочном процессе, абсолютное количество мышечной массы нарастает одновременно с массой тела. Выявлена определенная цикличность в динамике морфологических показателей: активная масса снижается от соревновательного периода к подготовительному и к следующему соревновательному периоду может иметь еще более высокие значения, максимальные значения активной массы отмечаются во второй половине соревновательного периода. Автор делает заключение, что изменчивость жировой и активной масс тела связаны с требованиями биомеханического фактора спорта, диктующего определенное формирование, локализацию масс сегментов тела, не связывая их с вопросами специальной физической работоспособности и текущей адаптации.

Работы 90-ых годов прошлого века чаще всего приурочены непосредственно к тренировочному процессу и имеют тезисный характер. Так, В.В.Митиным с соавторами (1982-1984) при 2-х кратном тестировании показано, что у конькобежцев, мастеров спорта и перворазрядников, в течение 4-х месяцев подготовительного периода происходит снижение массы тела в среднем на 0,97 кг при увеличении мышечной массы на 0,79% и снижении жировой на 2,21%. Исследуя гребцов-академистов, перворазрядников и мастеров спорта, авторы указывают на необходимость использования индивидуального подхода при оценке динамики состава тела и приводят данные, что у гребцов при постоянной массе тела в тренировочном процессе может происходить увеличение мышечной массы при снижении жировой на 12%. Результаты четырехразовых динамических исследований на разных этапах годичного цикла подготовки мастеров спорта и перворазрядников циклических и игровых видов спорта дали возможность авторам сделать вывод, что компоненты массы тела как критерий

групповой и индивидуальной оценки состояния спортсменов при длительных наблюдениях могут быть использованы лишь с учетом их изменчивости в макро-, мезо- и микроциклах многолетней подготовки.

Наиболее системным представляются исследования, проводимые в лаборатории спортивной антропологии Всероссийского научно-исследовательского института физической культуры и спорта в течение последних 40 лет в рамках обследований по программам научно-методического обеспечения спортсменов сборных команд страны и ближайшего резерва, с привлечением клубных команд, детско-юношеских спортивных школ.

Накопленные данные позволили определить характерные для большинства олимпийских видов спорта особенности телосложения – модельные характеристики (Э.Г.Мартиросова, 1999; Т.Ф.Абрамова, Н.И.Кочеткова, Т.М. Никитина, 2000-2008 – приложение 1: табл. 14-15). Величина мышечного и жирового компонентов в процентах от массы тела дифференцируют уровень спортивного мастерства: спортсмены высших разрядов имеют более высокие уровни развития мышечного компонента и более низкие – жирового (табл. 8).

Соотношение мышечного и жирового компонентов определяет также и видовую специфику: в силовых видах спорта спортсмены отличаются максимально высокими уровнями мышечного компонента (55-58%), в видах спорта на выносливость, напротив минимальными уровнями жировой массы (даже у девушек и взрослых женщин наблюдаются 7-9% жировой массы) при средних уровнях мышечного компонента (приложение 1: табл.14-15).

Вместе с тем, в современном спорте высокая интенсификация тренировки и напряженные календари соревнований с привлечением коммерциализации приводят к тому, что в большинстве видов спорта спортивная форма сопряжена с низким уровнем жировой массы. Одним из наиболее ярких примеров интенсификации физических нагрузок служит биатлон с непрерывной чередой Кубков Мира наряду с Чемпионатом Мира в течение нескольких месяцев. Наиболее известные и именитые спортсмены-

Таблица 8. Лабильные компоненты массы тела и спортивная квалификация

Вид спорта	Разряд	Женщины		Мужчины	
		Мышцы %	Жир %	Мышцы %	Жир %
Конькобежный спорт – спринт	МСМК, змс	53,0	12,0	54,0	9,0
	МС	51,0	14,0	52,0	11,0
Конькобежный спорт – многоборье	МСМК, змс	52,0	11,0	53,0	8,0
	МС	50,0	13,0	51,0	10,0
Академическая гребля	МСМК, змс	52,0	12,0	54,0	9,0
	МС	49,0	16,0	51,0	12,2
Хоккей (сборная команда)	основная			53,0	10,7
	молодежная			52,1	11,3
	юниорская			51,7	12,0
Баскетбол (сборная команда)	основная	51,0	15,5	52-53	10,8
	молодежная	48,5	17,7	51,5	11,6
	юниорская	47,8	18,7	50,9	11,8
Футбол	высшая лига	52,4	9,5		
	первая лига	50,8	11,2		

биатлонисты, мужчины, уже в начале соревновательного периода характеризуются очень низкой жировой массой, относительная величина которой доходит до 5.5 %. Спортсменки, биатлонисты и лыжницы, чемпионы и призеры международных состязаний, в соревновательном периоде отличаются также низким и очень низким уровнем жировой массы (до 9-10%).

Уровень развития мышечного и жирового компонентов определяется и игровым амплуа (табл. 9). Так, например, в баскетболе, как у мужчин, так и у женщин наиболее высокая мышечная масса и наиболее низкое жировое отложение или наиболее высокий сило-

Таблица 9. Лабильные компоненты массы тела и ролевая функция (амплуа)

Вид спорта	Амплуа	Мужчины		Женщины	
		Мышечная масса, %	Жировая масса, %	Мышечная масса, %	Жировая масса, %
Баскетбол	Защитники	53,8	9,4	52,6	13,5
	Нападающие	53,0	11,5	51,4	15,5
	Центровые	51,1	13,7	50,8	16,6
Волейбол	Связующие	53,0	10,5	52,0	14,5
	Блокирующие	53,5	10,0	52,5	14,0
	Доигровщики	54,0	9,0	51,5	13,3
	Либеро	54,5	11,0	53,0	13,2
Футбол	Вратари	53,5	10,7	51,2	13,5
	Нападающие	52,4	10,6	49,7	17,3
	Полузащитники	51,8	8,3	49,4	17,5
	Защитники	52,3	9,1	49,9	17,2
Хоккей	Вратари	54,8	11,6		
	Защитники	53,3	10,2		
	Нападающие	52,3	10,9		
Гандбол	Вратари	50,0	18,0		
	Центр.напад.	51,2	12,4		
	Полусредние	52,6	10,2		
	Угловые	53,8	10,1		
	Линейные	53,6	11,3		

вой потенциал и наиболее активное энергообеспечение характерны для защитников, чем они и отличаются по своей ролевой функции. Существенные различия наблюдаются и между футболистами различного амплуа с наибольшим развитием мышечной

и жировой масс у вратарей (приоритет силовой подготовки в условиях ограничения объемной работы аэробного характера) и наименьшим уровнем как мышечного, так и жирового компонентов массы тела у полузащитников (максимальные скорости и объемы перемещения во время игровой реализации). В тоже время, в ряде представленных видов спорта различия между представителями амплуа не обнаруживаются, что весьма вероятно определяется близостью реально выполняемых функций по суммарным тратам и, в частности, отмечается у женщин футболисток с выделением только вратарей.

Обобщение данных многолетних наблюдений за вариабельностью уровня развития лабильных компонентов массы тела у спортсменов различных специализаций в зависимости от уровня квалификации, а также их связи с показателями физической подготовленности позволило сформировать «нормативные» оценки мышечной и жировой масс у спортсменов с использованием сигмальных шкал, при этом крайние границы определялись здравым смыслом и реальной изменчивостью показателей:

- мышечная масса (для мужчин и женщин): высокая – выше 54%; средняя – 52-54%; ниже среднего – 51,9 – 50,0%; низкая – 49,9-48%; очень низкая – 47,9-46,0%; очень и очень низкая – менее 46%;
- жировая масса (для женщин): низкая – менее 11% ; средняя – 11-13,9%; выше среднего – 14,0 – 15,9%, высокая 16-19,9%; очень высокая – 20,0-25,0%, очень и очень высокая – выше 25%;
- жировая масса (для мужчин): низкая – менее 8%; средняя – 8-10%; выше среднего – 10,1-12,0%, высокая – 12,1-16,0%; очень высокая – 16,1-20,0%, очень и очень высокая – выше 25%.

Представленные выше данные об изменчивости уровня развития мышечного и жирового компонентов как видно, не случайны, представляют собой результат долговременной адаптации к многолетнему воздействию специальных тренировочных нагрузок, отражая различные приоритеты в механизмах энергообеспечения

с выделением креатинфосфатного, смешанного, гликолитического и аэробного в соответствии с генерализованным признаком специализации. Это позволяет рассматривать уровень лабильных компонентов массы тела и их соотношение в качестве маркеров направленности тренировочных воздействий и в случае индивидуального варианта анализа, позволяя косвенно оценить также и уровень общей физической подготовленности, адекватность баланса нагрузка – восстановление, направленность приоритетно-го физического воздействия (табл. 10).

В детско- юношеском спорте динамика лабильных компонентов массы тела четко различает детей, занимающихся и незанимающихся спортом: у юных спортсменов увеличение мышечной и снижение жировой масс происходит раньше, более быстрыми темпами и более выражено, разница составляет 2-3%.

Анализ реальной динамики современных юных спортсменов в некоторых спортивных специализациях (табл. 11-14; приложение 1: табл. 1-13) отражает как изменения компонентов массы тела в процессе роста и развития под воздействием занятий спортом, так и волны пополнения. Учитывая погрешности поперечно-продольного исследования, можно отметить наиболее явные позиции. Так, дети обоего пола, занимающиеся спортом 1-4 года на возрастном интервале 5-9 лет (хоккеисты и теннисисты) отличаются низкой мышечной массой (43-45%) и средней жировой массой (10-13%), что в первую очередь отражает безусловно возрастную уровень становления гормональной сферы, во вторую очередь – низкую готовность детей этого возраста к переносимости физических нагрузок, особенно высокой интенсивности. Препубертатный период отличается постепенным и небольшим ростом мышечной массы и вариациями жировотложения вокруг исходного уровня. Пубертатный период характеризуется более выраженным (особенно у мальчиков) ростом мышечной массы при снижении жировой массы у мальчиков и повышении у девочек, что, безусловно, определяется половым созреванием и стимуляцией мышечного синтеза активацией половых гормонов и соматотропного гормона, а также стимуляцией липолиза андрогенами (маль-

Таблица 10. Алгоритм оценки общей физической подготовленности в зависимости от уровня развития лабильных компонентов массы тела

Мышечная масса, %	Жировая масса, %	Характеристика подготовленности
>54	<8 (<11)	Высокий уровень подготовленности, напряженность регуляции энергообеспечения, нормальное восстановление с начальным ограничением
	8-10 (11-13)	Высокий уровень подготовленности, гармоничное энергообеспечение, нормальное восстановление
	>10 (>13)	Высокий уровень силовой подготовленности, низкая активность энергообеспечения, нормальное восстановление в условиях креатинфосфатной работы, ограниченное восстановление в условиях смешанной и гликолитической по энергообеспечению работы
52-54	<8 (<11)	Средний уровень подготовленности, напряженность регуляции энергообеспечения, начальное ограничение восстановления
	8-10 (11-13)	Средний уровень подготовленности, нормальная активность энергообеспечения, начальное ограничение восстановления
	>10 (>13)	Средний уровень силовой подготовленности, низкая активность энергообеспечения, начальное ограничение восстановления
52-50, <50	<8 (<11)	Сниженный или низкий уровень подготовленности, напряженность регуляции энергообеспечения, быстрое утомление, медленное восстановление, накопленное недовосстановление
	8-10 (11-13)	Сниженный или низкий уровень подготовленности, нормальная активность энергообеспечения, накопленное недовосстановление
	>10 (>13)	Сниженный или низкий уровень подготовленности, ограничение энергообеспечения, ограничение восстановления, накопленное недовосстановление

Таблица 11. Возрастная динамика мышечного компонента (%) у юных спортсменов различной специализации

Возраст	Хоккей	Теннис	Баскетбол	Водное поло	Бег	Лыжи	Бокс	Вольная борьба	Дзюдо
5	42,5								
6	43								
7	43,0	44,8							
8	44,8	44,0							
9	46,0	46,9		46					
10	46,6	49,2	47,4	46,1					
11	46,9	49,3	48,3	46,2		49,3			
12	47,3	49,7	50,2	44,2	47,1	50,0	50,2	48,6	
13	47,5	49,0	47,7	49,3	48,5	50,4	50,0	47,9	47,6
14	48,6	50,0	50,3	49,7	49,6	51,0	50,9	49,4	47,3
15	49,7	51,3	50,6	51,1	50,3	50,9	52,0	48,7	48,2
16	50,9	52,6	50,8	50,7	51,2	51,3	53,0	50,3	
17						51,9		51,5	
ВКС	53,0	53,0	52,6	52,5	55,2	52,8	*	*	

* представлены в приложении 1, табл 14 с учетом весовых категорий

чики) и липогенеза эстрогенами (девочки), что с безусловностью актуализирует использование аэробной объемной работы в этот период подготовки, особенно у девочек. Постпубертатный период в большей мере уже отражает спортивное совершенствование с повышением мышечного и снижением жирового компонентов, что наиболее явно и направленно у представителей циклической специализации.

Уровень развития и выраженность изменений лабильных компонентов массы тела детей и подростков, являясь косвенным мар-

Таблица 12. Возрастная динамика жирового компонента (%) у юных спортсменов различной специализации

Возраст	Хоккей	Теннис	Баскет-бол	Водное поло	Бег	Льжи	Бокс	Вольная борьба	Дзюдо
5	12,5								
6	14,7								
7	14,5	10,9							
8	13,8	13,8							
9	13,8	12,7		11,1					
10	14,0	10,0	15,1	16,9					
11	15,0	10,8	15,7	22,1		9,8			
12	12,4	13,4	13,9	22,5	10,7	11,5	13,2	9,5	
13	15,1	15,3	15,1	14,6	10,7	9,1	11,4	10,8	9,9
14	14,2	11,7	12,4	13,0	10,7	9,9	9,9	9,2	10,0
15	13,3	11,7	11,5	13,4	11,3	9,6	10,3	10,4	9,6
16	12,2	13,9	10,6	11,5	10,1	9,6	9,5	9,2	
17						9,6		8,4	
ВКС	10,7	9,0	11,1	10,2	7,9	8,4	*	*	*

* представлены в приложении 1, табл 14 с учетом весовых категорий

кером приоритета специализированной подготовки, наряду со стадией биологического развития свидетельствует о явном уклоне тренировочных занятий в сторону приоритета интенсивной работы смешанного режима энергообеспечения с большой долей гликолиза при явном недостатке аэробной и креатинфосфатной подготовки, т.е. приоритет специализированной подготовки с самого начала спортивной карьеры при недостаточном внимании к формированию общей физической подготовленности. Кроме того, с очевидностью проявляется факт дефицита аэробного

Таблица 13. Возрастная динамика мышечного компонента (%) у юных спортсменов различной специализации

Возраст	Теннис	Баскетбол	Бег	Льжи
6	44,5			
7	46,7			
8	47,1			
9	47,3			
10	46,7			
11	48,3	48,0		
12	47,3	48,4	47,5	48,0
13	47,9	49,3	48,1	48,7
14	49,3	48,7	47,9	49,5
15	50,1	49,5	48,9	49,0
16	51,8	49,2	49,9	49,0
17	52,3	47,8	50,9	48,9
ВКС	53,0	51,0	53,0	51,4

компонента в период пубертаса у девочек, что ограничивает или замедляет становление аэробной выносливости как базы общей физической подготовленности на фоне естественного становления половой гормональной сферы. Несмотря на косвенную значимость развития мышечной и жировой масс, выраженный разрыв между их значениями у спортсменов подросткового возраста и высококвалифицированными спортсменами является одним из указателей отставания резерва или недостаточной подготовленности спортсменов юношеских и молодежных команд страны для выполнения программ подготовки основного состава.

Таблица 14. Возрастная динамика жирового компонента у юных спортсменов различной специализации

Возраст	Теннис	Баскетбол	Бег	Льжи
6	12,7			
7	14,4			
8	13,7			
9	13,1			
10	17,5			
11	15,9	14,7		
12	15,1	16,8	13,8	14,2
13	16,8	15,8	14,2	14,2
14	17,5	17,9	16,8	12,9
15	16,5	16,6	14,6	16,1
16	19,0	16,8	13,6	14,9
17	14,9	18,7	12,7	15,7
ВКС		15,5	10,7	11,1

3. ДИНАМИКА ЛАБИЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ МАССЫ ТЕЛА

Все рассмотренные выше и широко известные аспекты информативности мышечного и жирового компонентов массы тела касаются в большей мере изменений, накопленных в результате длительных и множественных сдвигов в процессе адаптации к тренировке.

Решение вопросов управления и коррекции тренировки предполагает оперативную оценку развивающихся в организме реакций и поэтапное отслеживание адаптивного ответа на завершённый по характеру тренировочный фрагмент.

Одной из ведущих характеристик адаптивных сдвигов под воздействием тренировки является специальная физическая работоспособность – СФР.

Исследования СФР проводились у гребцов академистов в тесте, имитирующем соревновательную деятельность (6-минутная работа на гребном эргометре с ориентацией на максимальную отдачу, отражающая прохождение дистанции 2000м) с фиксацией средней мощности работы, биоэнергетической стоимости выполненной работы по конечному уровню лактата, соотносённому со средней мощностью работы. Тест проводился в начале каждого мезацикла годичной подготовки в течение олимпийского цикла (более 30 тестирований). Одновременно с тестированием СФР определялись лабильные компоненты массы тела. Охват материала – более 900 человеко-наблюдений. На основании обобщения полученных данных было показано, что изменения СФР (средняя мощность в тесте имитирующем соревновательную деятельность) взаимосвязаны с динамикой показателей состава тела, связь с изменениями мышечной массы высокая и прямая, коэффициент корреляции составляет 0.76, связь с изменениями жировой массой несколько ниже и обратной направленности – 0.40, т.е. повышение уровня работоспособности соотносится с повышением мышечной массы и снижением жировой массы. Формализация сопряженной динамики СФР (уровня средней мощности и энер-

гетической стоимости) и лабильных компонентов массы тела позволяет выделить основные варианты (рис.1):

- увеличение мышечной и жировой масс – сохранение уровня СФР при повышении энергетической стоимости единицы работы и неустойчивости в реализации (рис.1; точки 1-2);
- повышение мышечной массы и снижение жировой массы соответствует повышению специальной работоспособности на фоне снижения энергозатрат на единицу работы (рис.1; точки 2-3);
- стабилизация мышечной массы и жировой массы адекватно сохранению СФР при прежнем уровне энергозатрат (рис.1, точки 3-4);
- снижение мышечной массы и жировой массы может первоначально время сопровождаться недолговременным повышением СФР, но это происходит за счет повышения энергетической стоимости выполнения работы, на фоне снижения активности процессов восстановления, результат в этом случае может быть высоким, но держится недолго (рис.1, точки 4-5);
- снижение мышечной массы и повышение жировой массы соотносится со снижением работоспособности (средней мощности) при значительном повышении энергетической стоимости единицы работы на фоне снижения общей мощности энергообеспечения (рис.1, точки 5-6).

Таким образом, динамика лабильных компонентов массы тела адекватно отражает этапные изменения СФР и может быть использована для прогнозирования ее уровня при невозможности проводить реальные тестирования на отдельных этапах подготовки.

Сопоставление среднегодового уровня мышечной и жировой масс с молекулярными показателями анаболической активности (синтез белка) и катаболической активности (распад веществ с освобождением энергии) показало, что :

- повышение среднего уровня мышечной массы от одного сезона к другому отражает повышение активности обмена веществ и со стороны анаболической и со стороны ката-

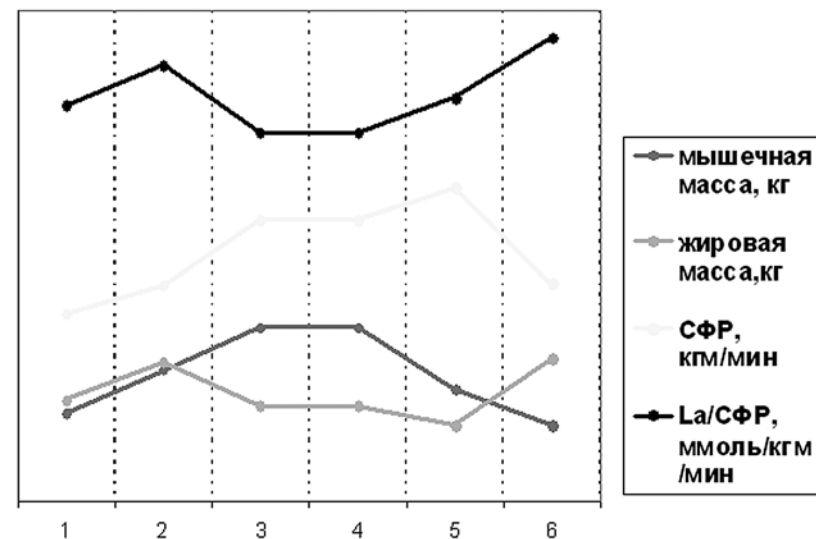


Рис. 1. Соотношение динамики специальной физической работоспособности и лабильных компонентов массы тела

болической активности при преобладании последней, т.е. принципиальное расширение адаптационной базы и повышение активности энергопотенциала – адекватное повышение физической подготовленности;

- снижение мышечной массы от начала одного сезона к началу другого сезона соответствует снижению активности обмена веществ при результирующем сдвиге в сторону яркого преобладания катаболизма, снижению объема энергетики, т.е. принципиальное снижение адаптационной базы или снижение работоспособности в целом за счет накопленного недовосстановления в условиях высокой интенсификации.

Динамика мышечного и жирового компонентов в годичном цикле подготовки определяется и маркирует направленность подготовки. Известно, что периодизация спортивной тренировки имеет разделение на подготовительный (общеподготовительный

и специально-подготовительный) и соревновательный периоды, количество которых определяется спецификой вида спорта. В любом случае задачей подготовительного периода является повышение уровня общей физической подготовленности спортсмена, повышение возможностей основных функциональных систем организма, базирующихся на развитии общей выносливости (общеподготовительный период) с последующим развитием и совершенствованием комплексных физических качеств (например, скоростных возможностей или специальной выносливости), целостных проявлений технико-тактического мастерства. Однако, коммерциализация спорта в последние десятилетия привела к необходимости участия в соревнованиях практически на протяжении всего года, что с неизбежностью отразилось на периодизации подготовки с повышением количества и сокращением длительности циклов, ориентированных на подготовку к многочисленным соревнованиям. Стремление обеспечить высокий уровень готовности к соревнованиям в течение значительной части года, как правило, достигается преждевременной узкоспециализированной подготовкой, ее форсированием, что часто сопровождается высокими результатами в начале и середине сезона при их снижении в момент главных соревнований (В.Н. Платонов, 2004).

В соответствии с выбранной стратегией подготовки происходят изменения мышечного и жирового компонента, отражая направленность адаптивных изменений в организме спортсменов, а также изменения работоспособности. Так, в случае акцента объемной аэробной подготовки наряду с совершенствованием комплексных физических качеств на начальном этапе подготовительного периода с целью формирования или поддержания базы общей физической подготовленности происходит устойчивая активация мышечного синтеза и липолиза, что обеспечивает выход спортсменов к соревновательному периоду с максимальным для себя уровнем мышечной массы и сниженным уровнем жировой массы – высокой работоспособностью (рис.2, вариант 1). В случае приоритета развития силовых возможностей при отсутствии достаточных объемов работы, направленной на развитие общей выносливости

(в рамках требований специализации) на начальном этапе подготовительного периода происходит активация мышечного синтеза, не обеспеченная активацией энергообмена – это приводит к тому, что уже в условиях второй половины подготовительного периода с включением тренировок на развитие специальной выносливости (рост гликолитической работы) энергетические возможности спортсменов не готовы обеспечивать не только тренировки, но и процессы восстановления, ограничивая в том числе и мышечный белковый ресинтез, с результирующим падением уже к началу соревновательного периода мышечной массы при невысокой активности энергообеспечения, что в условиях нарастания соревновательной отдачи формирует сниженный рабочий потенциал (рис.2, вариант 2). Третий вариант (рис.2, вариант 3) раскрывает результат начального приоритета специальной подготовки в смешанном режиме энергообеспечения, что не позволяет повышать общую физическую базу специальной реализации в подготовительном периоде и приводит к минимальному уровню работоспособности к решаю-

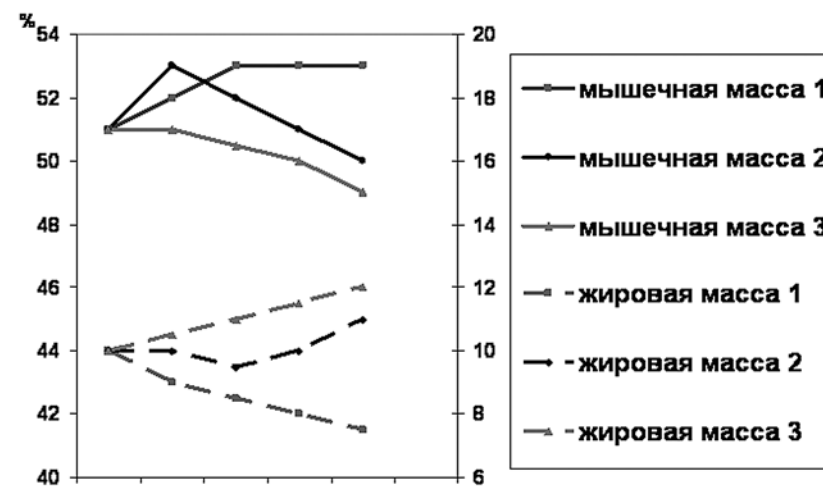


Рис. 2. Динамика мышечной и жировой масс в годичном цикле подготовки

щим стартам сезона. Таким образом, в случае адекватной программы подготовительного периода на границе подготовительного-соревновательного периода мышечная масса достигает максимально высоких, а жировая — значений, близких к минимальным; в соревновательном периоде величины лабильных компонентов массы тела при оптимальном варианте подготовки должны колебаться от соревнования к соревнованию, в целом удерживая уровень. При неадекватном характере подготовке в подготовительном периоде как правило после первых отборочных соревнований в случае их высокой значимости мышечная масса может снижаться, а жировая увеличиваться, что в совокупности отражает снижение активности энергетики, снижение активности восстановления и как следствие — снижение белкового синтеза, т.е. снижение текущего состояния спортсмена.

Динамика лабильных компонентов массы тела наглядно демонстрирует изменение командного уровня общей физической подготовленности и индивидуальный рост спортивного мастерства как следствие долговременной адаптации к тренировочному воздействию.

Одним из примеров анализа морфологического состояния команды является 12-летняя динамика мышечного и жирового компонентов спортсменов различного амплуа сборной команды по баскетболу (рис.3). Данные свидетельствуют о различной динамике лабильных компонентов массы тела у баскетболистов разного амплуа:

- направленная тенденция снижения мышечной массы (с 54,2 до 51,9%) при повышении жировой массы (с 9-10 до 12-13%) у защитников, что отражает снижение общей физической подготовленности, дисбаланс в соотношении нагрузка — восстановление, смещение в сторону накопленного недовосстановления как результат изменения структуры подготовки со снижением доли общей физической подготовки и приоритете специальной игровой работы, в том числе и соревновательной (не столько в рамках сборной команды, а в основном в клубных командах);

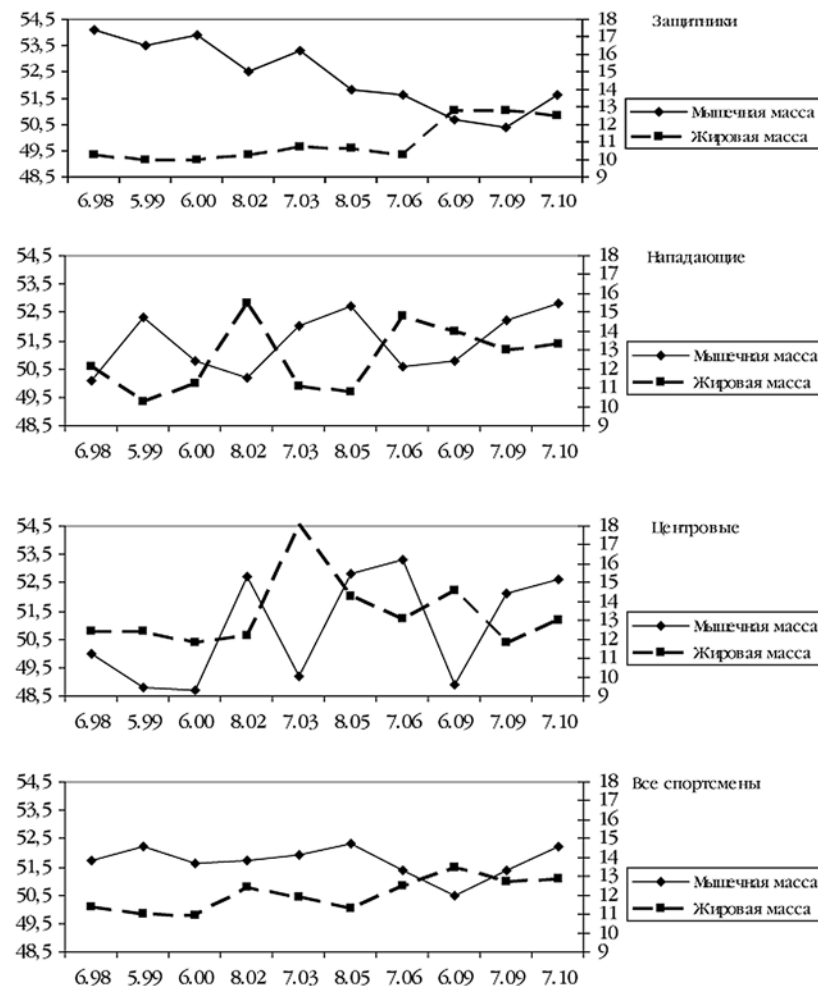


Рис. 3. Динамика мышечной и жировой масс (%) у баскетболистов разного амплуа и сборной команды в целом

- крайние нападающие отличаются четкой цикличностью динамики мышечной и жировой массы в соответствии с периодичностью Чемпионатов мира с повышением мышечной массы и падением жировой массы в первый год после предыдущего ЧМ и последующим падением мышечной и ростом жировой масс к следующему ЧМ с выходом к ЧМ к ниже среднего мышечной массой (50-51%) и высокой жировой массой (13-16%), что в свою очередь отражает адекватное повышение общей физической подготовленности после ЧМ и накопленное недовосстановление, снижение работоспособности и энергообеспечения перед текущим ЧМ, определяемое в конечном итоге ростом жировой подготовки при снижении доли базовой и восстановительной работы;
- центральные нападающие в силу малой численности (от 1 до 3 человек) отражают в основном динамику мышечного и жирового компонентов за счет привлечения различных игроков, в целом характеризуются значительной вариацией жировой массы на высоком уровне (от 12 до 18%) при также выраженном разбросе значений мышечной массы от очень низкой (48,5%) до средней (53,5%).

Анализ динамики лабильных компонентов массы тела для команды в среднем свидетельствует о вариации мышечного компонента вокруг ниже среднего уровня (50-52%) на фоне неуклонного за эти 12 лет роста жировой массы от 11% (выше средней) до 13% (высокая). Это даже на уровне такой обобщенной характеристики указывает на постоянное снижение суммарных возможностей энергообеспечения при ограничении активности мышечного синтеза как прямое следствие приоритета игровой подготовки в ущерб базовой подготовки, что с большой вероятностью результирует рост соревновательной работы в клубных организациях в условиях дефицита восстановительных мероприятий, в том числе и тренировочной направленности.

Анализ индивидуальной динамики мышечной и жировой масс может быть проиллюстрирован данными заслуженного масте-

ра спорта, известнейшей российской биатлонистки, двукратной олимпийской чемпионки (2006, 2010), трехкратной чемпионки мира, многократной победительницы Кубков Мира, начиная с ее выступлений в составе юниорской команде страны (рис. 4). Как видно, направленный рост ее результативности сопровождался также направленным ростом мышечной массы (от 45 до 52%) и снижением жировой массы (от 22 до 11-12%) с последующей стабилизацией в последние 5 лет.

На рисунке 5 представлена многолетняя динамика лабильных компонентов массы тела Чемпиона Олимпийских игр-2010 по лыжным гонкам за последние 4 года подготовки. Динамика этого спортсмена представлена более частыми обследованиями

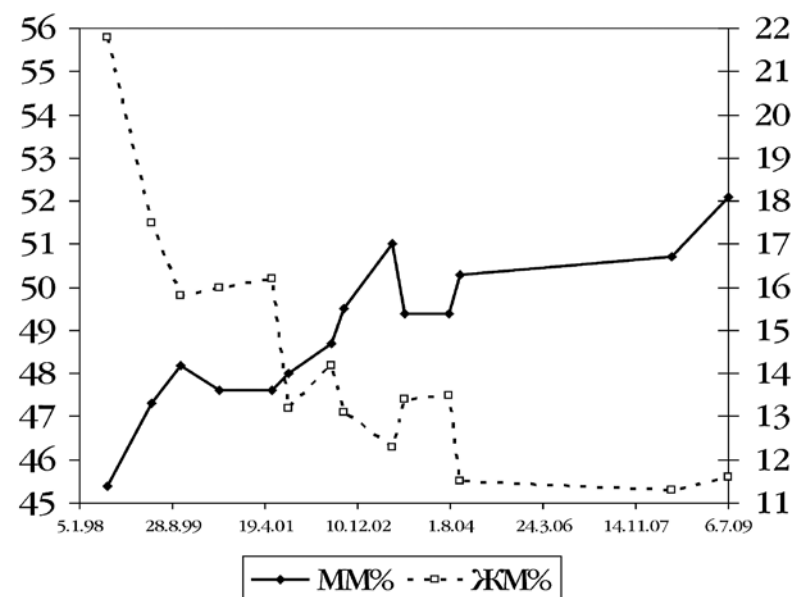


Рис. 4. Многолетняя динамика мышечной и жировой масс заслуженного мастера спорта по биатлону, чемпионки ОИ и ЧМ за время выступления в составе сборной команды РФ

и позволяет отследить напряженность и направленность долговременной адаптации к тренировкам. В частности отмечается нарастание мышечной массы (до максимума – 53%) и снижение жировой массы до минимума (7,2%) перед Чемпионатом мира 2008 года с последующим резким падением мышечной массы (до 49,5%) и повышением жировой массы (до 9%) после Чемпионата мира; неустойчивый уровень с направленным падением мышечной массы (от 52,4 до 48,8%) к концу сезона 2008–2009 года; направленным повышением мышечной массы (от 48,8 до 52,2%) и снижением жировой массы (от 9 до 7,2%) в сезоне 2009–2010 г.г. (последние данные непосредственно перед отъездом на ОИ-2010). Важно отметить и цену выигрыша на ОИ – снижение мы-

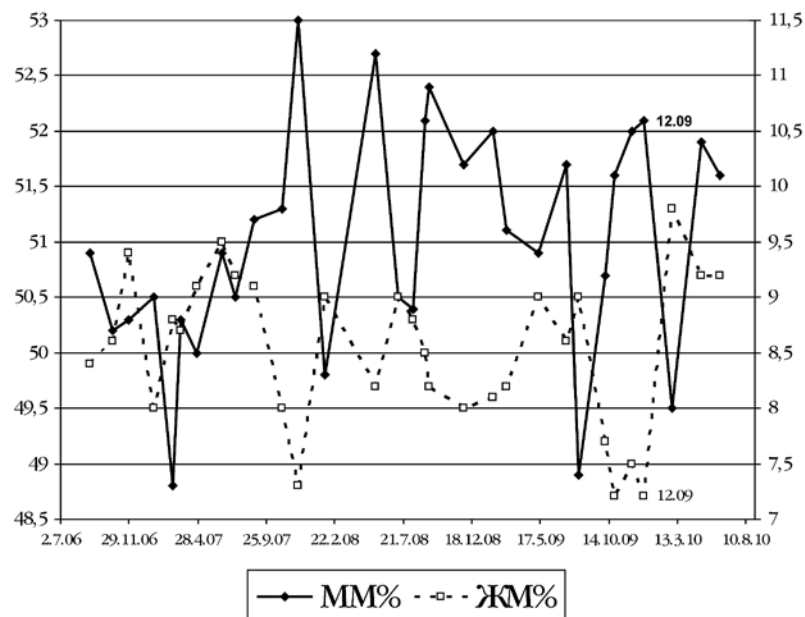


Рис. 5. Многолетняя динамика мышечной и жировой масс заслуженного мастера спорта, чемпиона ОИ-2010 по лыжному спринту Н.К-ва за последний олимпийский цикл

шечной массы с 52,2 до 49,5%) и повышение жировой массы от 7,2 до 9,8%).

Обобщение данных об изменениях лабильных компонентов массы тела параллельно с биохимическими показателями срочной, текущей и долговременной адаптации, а также характеристик физической работоспособности в условиях нагрузок различной направленности на этапах Олимпийского цикла подготовки позволило установить алгоритм оценки фактора, вызывающего изменения, т.е. тренировочных нагрузок, непосредственно текущую ситуацию и проводить коррекцию текущего состояния и планирования тренировок (табл.15). При этом еще раз следует заметить, что вес тела – признак, наиболее часто используемый тренерами для оценки организменных сдвигов, очень интегральная характеристика и не дает возможности оценивать реальные изменения в организме спортсмена под воздействием тренировки. Реальные изменения отражаются в динамике и уровне развития мышечного и жирового компонента, которые в свою очередь указывают на активность белкового синтеза и энергетического обмена и являются интегральным маркером адаптивных сдвигов на всех уровнях организма. В этом смысле любое снижение мышечного компонента указывает на недостаток энергетических ресурсов в организме спортсмена и накопленное или текущее недовосстановление, угнетение процессов синтеза белка; увеличение жирового компонента косвенно указывает на снижение активности процессов липолиза (распада жировой субстанции), что с безусловностью снижает суммарный объем энергии в организме и также ведет к снижению работоспособности и восстановления. Таким же образом интерпретируется и уровень развития жирового и мышечного компонентов: повышенный уровень жирового компонента указывает на сниженную активность не только жирового обмена, но и на сниженный общий энергетический потенциал, сниженный уровень общей выносливости, и как итог – на низкую готовность организма к выполнению интенсивной и высокообъемной тренировочной работы; низкий уровень мышечной

Таблица 15. Алгоритм оценки тренировочного воздействия по динамике мышечного и жирового компонентов

Динамика (кг)		Динамика состояния характер тренировочной нагрузки (ТН)
мышечная	жировая	
1	2	3
+*	+	Гипервосстановление, повышение мышечного потенциала при снижении возможностей его энергообеспечения. ТН силовой направленности при дефиците объемной работы аэробной направленности, как правило, наблюдается после отдыха в межсезонье. Рекомендуется повысить объем аэробной работы при снижении силовой.
+	0	Повышение мышечного потенциала при неизменности энергообеспечения. ТН преимущественно силового характера, недостаточный объем аэробной работы (продолжение прежней структуры воздействия чревато срывом адаптации). Рекомендуется повысить объем аэробной работы
+	-	Адекватное повышение мышечного потенциала и возможностей энергообеспечения. ТН адекватна по структуре и объему возможностям организма при адекватном восстановлении. В случае достижения индивидуально предельно высоких значений мышечной массы и предельно низких значений жировой следует обратить внимание на достаточный объем компенсаторной работы при снижении суммарного объема работы.
0	+	Неизменность мышечного потенциала при снижении возможностей энергообеспечения, возможно начальное ограничение текущего восстановления. ТН – недостаточна или неадекватна по структуре – смешанный режим энергообеспечения при дефиците восстановительной работы. Рекомендуется коррекция структуры нагрузки: снижение доли смешанной работы при увеличении аэробного и креатинфосфатного компонентов.

Продолжение таблицы 15

1	2	3
0	0	Неизменность мышечного потенциала при неизменности энергообеспечения, возможно начальное ограничение текущего восстановления. ТН – недостаточна по объему или неадекватна по структуре – смешанный режим энергообеспечения при дефиците восстановительной работы. Рекомендуется коррекция структуры нагрузки: снижение доли смешанной работы при увеличении аэробного и креатинфосфатного компонентов.
0	-	Неизменность мышечного потенциала при повышении возможностей энергообеспечения, при возможном начальном ограничении текущего восстановления. ТН – недостаточна по ориентировке аэробной работы или высока по объему с повышенной долей смешанной работы. Рекомендуется увеличение креатинфосфатного и аэробного компонентов восстановительной направленности.
- - - -	0 - +	Снижение мышечного потенциала при неизменности, повышении или снижении энергообеспечения, энергодефицит, накопленное недовосстановление. ТН-неадекватны: высокий объем интенсивной (гликолитической) работы, несбалансированный достаточным объемом компенсаторной работы. Рекомендуется: снизить суммарный объем, убрать гликолитическую и смешанную работу, усилить работу восстановительной направленности (аэробный и креатинфосфатный компоненты).

* при оценке динамики лабильных компонентов массы тела как существенные принимаются во внимание изменения, количественно превышающие 0,5кг.

массы свидетельствует о низкой активности синтеза мышечного белка в организме, что в целом указывает либо на недостаточную общую стажированность спортсмена, либо на неадекватность структуры подготовки.

Таким образом, изменения лабильных компонентов тела человека отражают неспецифические приспособительные реакции организма в условиях сугубо специфичных факторов воздействия; с высокой объективностью и достоверностью могут быть использованы в контроле за текущими и кумулятивными сдвигами в функциональной системе под воздействием нагрузки.

4. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЫШЕЧНОГО И ЖИРОВОГО КОМПОНЕНТОВ МАССЫ ТЕЛА

Существуют различные уже разработанные до уровня внедрения в практику подходы к изучению состава тела: антропометрические, денситометрические способы (гидростатическое взвешивание, волюминометрия, гелиевая камера), рентгенография, ультразвук, изотопы. За исключением антропометрических подходов, все указанные методы имеют методические и технические трудности, не удовлетворяют требованиям массовых обследований, ориентированы в большей мере на экспериментальные небольшие исследования с выходом на общие сдвиги в составе массы тела без детализации локальной ориентации. Методы, основанные на антропометрическом подходе, самые простые, доступные и исполнимые в любых условиях. Среди них в отечественной спортивной науке выделяется наиболее принятый в последние 40 лет метод Матейки Я. (1921) (в модификации Н. Ю. Лутовиновой, М. И. Уткиной и В. П. Чтецова, МГУ им. М.В. Ломоносова, 1970), включающий антропометрию и калиперометрию с учетом тотальных размеров тела, обхватных размеров сегментов конечностей (плеча, предплечья, бедра и голени) и кожно-жировых складок на теле и конечностях (под лопаткой, на трицепсе, бицепсе, предплечье, груди, животе, бедре и голени). Преимущество метода – широкое и глубокое информационное обеспечение в области спортивной практике (Мартиросов Э.Г., 1972–1998; Абрамова Т.Ф., 1974–2003, Митин В.В., 1982–1984; и др.) простота и доступность, возможность оценки как целостных изменений в организме, так и локальных изменений в мышечном обеспечении отдельных сегментов конечностей с учетом и жировых отложений (локальные изменения при этом рассчитываются как обезжиренный радиус сегмента конечностей).

В последние годы в практику различных, в основном медицинских, отраслей привнесён биоимпедансный анализ, осно-

ванный на электрической проводимости биологических объектов. Импеданс — полное электрическое сопротивление тканей с включением активного и реактивного сопротивления. Активное сопротивление характеризует способность тканей к тепловому рассеянию электротока, реактивное — отражает смещение фазы тока относительно напряжения за счет емкостных свойств мембран. При этом пониженные значения реактивного сопротивления связывают с нарушением диэлектрических свойств клеточных мембран и увеличением доли разрушенных клеток в организме, в противоположном случае — напротив, более высокое функциональное состояние клеточных мембран и значит клеток, что в целом формирует параллель: высокий уровень реактивного сопротивления — высокое содержание активной клеточной массы, что трактуется в спортивной медицине как свидетельство тренированности (Lukaski et al., 1990). Основополагающие результаты в этой области были получены в начале и середине 20 века: установлены типичные значения удельного сопротивления и диэлектрической проницаемости тканей, органов и жидких сред живого организма; выявлены и частично объяснены зависимости проводимости и диэлектрической проницаемости биологических жидкостей и клеточных суспензий от частоты зондирующего тока (Г. Фрике, К. Коул, Х. Шван и др.). Удельное сопротивление тканей может изменяться под воздействием различных факторов: почки и легкие — под влиянием уровня крове- и воздухонаполнения, мышечные ткани — при различной степени сокращения мышц, кровь и лимфа — при изменении концентрации белков и электролитов. Для построения оценок объемов клеточной массы тела и водных секторов в качестве эталонов используют методы изотопного разведения и естественной радиоактивности тела, для оценки жировой и безжировой массы — гидростатическую денситометрию и двухэнергетическую рентгеновскую абсорбциометрию или оба метода вместе с последующей разработкой регрессионных уравнений оценки. Оценка состава тела проводится с помощью одночастотного метода биоимпедансного анализа, так, что по активному сопротивлению определяется объем общей

воды и тощая масса с последующим определением жировой массы; по реактивному сопротивлению определяется активная клеточная масса и основной обмен. Кроме того, биоимпедансометрия может использоваться для оценки состава тканей отдельных регионов и локальных участков тканей (Nicander, 1998), для определения объема мышц в отдельных сегментах мышц (Miyantani et al., 2001), количественной степени асимметрии парных участков тела в случае отечных явлений.

Вместе с тем, прогрессивный биоимпедансный метод оценки состава тела в анализе живых систем проблематичен в определенной мере, т.к. биологические ткани неоднородны по своему составу и анизотропичны: проводимость мышц зависит от взаимной ориентации направления тока и мышечных волокон; площадь поперечного сечения тела вдоль направления зондирующего тока сильно варьирует в местах, заинтересованных анализом, что особенно специфично для спортивной практики. Так же к числу проблемных моментов особенно для спортивного контингента можно отнести ограничение пригодности формул для оценки жировой ткани (%), введенных в программное обеспечение на основании регрессионного анализа с использованием данных гидростатической денситометрии и ориентированных в большей мере на людей с нормальным уровнем питания и «обычной» физической активностью, существенно отклоняясь в случае избыточной или недостаточной массы тела, в то время как спортивный контингент представляет собой крайние вариации популяционной нормы в большинстве специализаций, не говоря уже о высокой и узкоспециализированной физической активности. Кроме того, методические установки требуют некоторых ограничений, которые не всегда и в полной мере можно выполнить в тренировочном процессе на учебно-тренировочном сборе: за неделю до — отменить диуретики, за двое суток — отказаться от факторов, изменяющих водно-солевой обмен; за 3-4 часа отменить физические нагрузки, а также прием воды и пищи, за 30 минут — очистить мочевой пузырь; перед началом измерения провести лежа 7-10 минут на горизонтальной поверхности, изолировать

обследуемого от окружающих электропроводных предметов. На точность измерения влияют положение электродов, воспалительные заболевания, температура тела.

Таким образом, среди множества методов, используемых для оценки лабильных компонентов массы тела выделяются наиболее признанные – антропометрические и калиперометрические (Я.Матейка в интерпретации Чтецова, Лутовиной и Уткиной, приложение 2) и наиболее современные и на первый взгляд универсально-доступные биоимпедансные. Различия методов касаются ряда позиций. В частности – степени их информативного обеспечения в области спорта с выходом на общую и специальную работоспособность, видовую и квалификационную специфику, этапную вариабельность, что представлено для антропометрических методов и отсутствует для импедансометрии. Также различно время обследования: 1–2 минуты при калиперо- и антропометрическом методе без специальных условий подготовки и более 10 минут при соблюдении особых условий в течение недели в случае импедансометрии. Кроме того формирование антропометрического и калиперометрического подхода базировалось на трупных исследованиях с формированием конечных формул определения состава тела на основании прямых измерений сегментов и компонентов масс тела, биоимпедансный метод основывается на параллельных методах, оценка в которых состава тела уже содержит регрессионный анализ и определенные допуски. Так и интерпретация полученных данных в случае антропометрического метода позволяет в реальном масштабе времени позволяет выделять одновременно целостную направленность и частные изменения в мышечном обеспечении сегментов конечностей.

Заключая представленные данные, можно сказать, что это, пожалуй, самая полная информация о возможностях применения лабильных компонентов массы тела в теории и практике спорта и особенно спорта высших достижений, опубликованная за последние 15-20 лет. Безусловно, она представляет собой реферативное обозначение наиболее существенных аспектов информативности мышечного и жирового компонентов массы тела человека, но

даже в таком варианте показывает, что динамика лабильных компонентов массы тела с высокой объективностью и достоверностью может быть использована в контроле за текущими и кумулятивными сдвигами в процессе спортивного совершенствования: при прогностической оценке специальной физической работоспособности в годичном цикле подготовки и предполагаемого результата; оценке адекватности процессов роста и развития, адекватности тренировочного процесса при разной периодичности наблюдений – от дня до года в тренировочном процессе с привнесением других стрессовых факторов (климатические условия, например).

Предлагаемый способ наиболее прост, транспортабелен, занимает 3-4 минуты на человека, наиболее целесообразен в ежедневном контроле, но также информативен и при периодичности размером в любой, законченный по смыслу тренировочный фрагмент, может быть использован при подготовке всех сборных команд по олимпийским видам спорта, с успехом заменив сложные, дорогостоящие и дефицитные, объемные по времени и СПИД-провоцирующие методы. Единообразие оценки состояния спортсменов в морфологической системе координат на всех уровнях спортивного совершенствования позволяет приблизиться к пониманию общих и частных для разных видов спорта недостатков в подготовке, вложив свою лепту в оптимизацию подготовки.

5. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В ПРОГРАММАХ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ СБОРНЫХ КОМАНД СТРАНЫ

Принимая во внимание высокую значимость морфологических особенностей при оценке пригодности и контроля за текущей подготовленностью спортсменов, ФГУ «Центр спортивной подготовки» ввело в программы научно-методического обеспечения широкий спектр морфологических показателей (табл.16). Перечень показателей морфологических особенностей включает относительно стабильные признаки, определяющие пропорции тела (продольные и широтные размеры тела и конечностей), а так же лабильные показатели (обхватные размеры туловища и конечностей, кожно-жировые складки). Регулярный учет указанных показателей позволяет решать параллельно несколько задач. В частности, периодическое наблюдение за изменчивостью тотальных размеров и пропорций тела наряду с лабильными компонентами тела спортсменов в различных видах спорта дает возможность оценить основные направления «естественного» отбора в специализации индивидов с определенным морфотипом, указывая на изменения в так называемых «моделях» телосложения, позволяет косвенно определить и тенденции развития самой специализации в условиях современного спорта, что, безусловно важно как для юношеских и молодежных команд, так и для основных составов. Регулярная оценка лабильных компонентов массы тела позволяет решать вопросы текущего контроля за состоянием адаптации и уровнем физической подготовленности спортсменов, обеспечивая своевременную коррекцию планирования тренировочного процесса в соответствии с текущими адаптационными сдвигами. Большое значение в данных аспектах имеет унифицирование программы и методов обследования. В связи с этим ниже приводятся данные о правилах и методах измерения и расчетов основных морфологических показателей.

5. Морфологические показатели в программах научно-методического

Таблица 16. Протокол проведения ЭКО

Морфологический статус _____
 ФИО спортсмена _____

Антропометрические измерения			
Дата обследования		Обхваты (см)	Кожно-жировые складки(мм)
Возраст (лет)		кисти	под лопаткой
Вес (кг)		запястья	на плече сзади
Длина тела (см)		предплечья	на плече спереди
Длина руки (см)		плеча расслабленного	на предплечье
Длина плеча (см)		плеча напряженного	на кисти
Длина предплечья (см)		голова	на груди (муж.)
Длина кисти (см)		Шеи	на боку
Длина ноги (см)		грудной клетки в паузе	на животе
Длина бедра (см)		грудной клетки на вдохе	на бедре
Длина голени (см)		грудной клетки на выдохе	на голени
Длина стопы (см)		тали	
Ширина плеч (см)		бедер	
Ширина таза (см)		бедра	
Фронтальный диаметр грудной клетки (см)		голени	
		лодыжки	
Сагиттальный диаметр		грудной клетки (см)	
		стопы	
Диаметр кисти (см)			
Диаметр запястья (см)			
Диаметр предплечья(см)			
Диаметр стопы (см)			
Диаметр голени (см)			
Диаметр бедра (см)			

Показатели	Значения
Масса тела, кг	
Общий жир, кг (%)	
Подкожный жир, кг (%)	
Внутренний жир, кг (%)	
Масса мышц, кг (%)	
Скелет и внутренние органы, кг (%)	

6. ПРАВИЛА И МЕТОДИКА АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Место для измерения. При массовых обследованиях целесообразно использовать для раздевания и измерений отдельные смежные помещения. Пол должен быть ровным, плоскость стояния измеряемого строго горизонтальной, освещение ровным и достаточным.

Время обследования. Лучшее время для антропометрических измерений – утром натощак или через 2 – 3 часа после приема пищи.

Поза измеряемого. Изменяемый находится в естественной, характерной для него позе: пятки вместе, носки врозь, ноги выпрямлены, руки опущены, пальцы выпрямлены и прижаты друг к другу; движения пояса верхних конечностей в период измерения недопустимы; голова фиксируется так, чтобы верхний край козелка ушной раковины и нижний край глазницы находились в одной горизонтальной плоскости. При всех измерениях испытуемый должен обнажиться до трусов и быть босым.

Антропометрический инструментарий. Антропометрический метод измерений человека предусматривает определение продольных, глубинных, поперечных, обхватных размеров тела, веса тела, толщину кожно-жировых складок.

Продольные размеры тела измеряют антропометром (рис. 6), поперечные размеры тела во фронтальной и сагиттальной плоско-

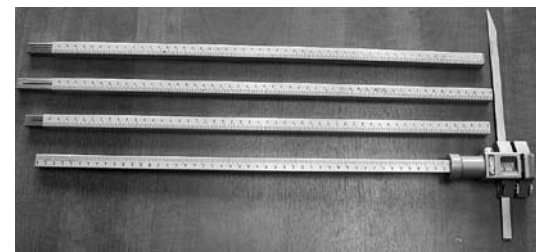


Рис. 6. Антропометр

стях – большим толстотным циркулем с согнутыми или прямыми ножками (рис. 7), а также большим и малым штанговыми и скользящими циркулями.

Обхватные размеры тела измеряют



Рис. 7. Толстотный циркуль

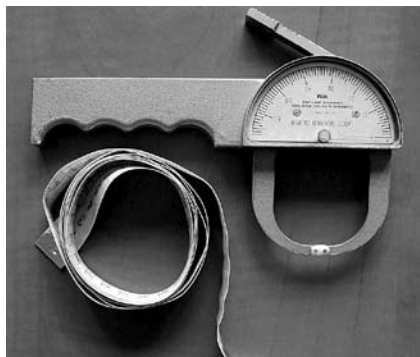


Рис. 8. Калипер и сантиметровая лента

сантиметровой лентой (рис. 8). Желательно, чтобы лента была изготовлена из материала, который не растягивается.

Толщину кожно-жировых складок измеряют с помощью специальных приборов – калиперов, которые позволяют производить измерение при стандартном давлении (рис.8). Стандартное давление (10 г/мм²) задается пружиной.

Вес тела определяется на специальных медицинских весах.

Антропометрические измерения с помощью антропометра, скользящих и штанговых циркулей, сантиметровой лентой производится с точностью до 1 мм; калиперометрические измерения необходимо выполнять с точностью до 0,2 – 0,5 мм; вес тела определяется с точностью до 50 г.

Измерение высоты анатомических точек над полом:

Верхушечная точка – наиболее высокая точка при стандартном положении головы, определяет длину тела. Исследователь стоит справа от измеряемого, держит антропометр в правой руке в области муфты строго вертикально и линейкой фиксирует верхушечную точку на темени (рис. 9).

Акромиальная, лучевая, шиловидная и пальцевая точка измеряются для определения длины руки и ее сегментов (плеча, предплечья и кисти), измерения проводятся при контроле неизменности спокойно опущенного распрямленного положения руки.

Акромиальная (плечевая) точка – наружная точка акромиального отростка лопатки. Антропометр устанавливается в сагиттальной плоскости, проходящей через измеряемую точку (рис.10).

Лучевая точка – соответствует верхнему краю головки лучевой кости, на дне лучевой ямки под наружным надмыщелком плечевой кости (рис.11).



Рис. 9. Верхушечная точка



Рис. 10. Акромиальная точка



Рис. 11. Лучевая точка



Рис. 12. Шиловидная точка

Шиловидная точка – нижняя точка шиловидного отростка лучевой кости (рис. 12).

Пальцевая точка – наиболее низкая точка дистальной фаланги третьего пальца кисти (рис. 13).

Верхняя передняя подвздошно-остистая и лобковая точки измеряются для определения длины ноги.

Верхняя передняя подвздошно-остистая точка – наиболее выступающая точка передней подвздошной ости (рис. 14).

Лобковая точка – соответствует верхнему краю лобкового симфиза на границе волосистой части лобка (рис. 15).

Верхнеберцовая внутренняя точка – середина внутреннего мышечка большеберцовой кости (рис. 16), измеряется для определения длины бедра.

Нижнеберцовая точка – самая нижняя точка внутренней лодыжки (рис. 17), измеряется наряду с верхнеберцовой внутренней точкой для определения длины голени.



Рис. 13. Пальцевая точка



Рис. 14. Верхняя передняя

Рис. 15. Лобковая точка
подвздошно-остистая точка

Рис. 16. Верхнеберцовая

Рис. 17. Нижнеберцовая точка
внутренняя точка

Измерение диаметров тела:

Акромиальный (плечевой) диаметр – расстояние между правой и левой акромиальными точками (рис.18), определяет ширину плеч.

Среднегрудинный поперечный диаметр грудной клетки – горизонтальное расстояние между наиболее выступающими точками боковых поверхностей грудной клетки на уровне среднегрудинной точки (рис.19).

Переднезадний (сагиттальный) диаметр грудной клетки – измеряется в горизонтальной плоскости по сагиттальной оси на уровне среднегрудинной точки (рис.20).



Рис.18. Акромиальный диаметр



Рис.19. Среднегрудинный (поперечный) диаметр грудной клетки



Рис.20. Переднезадний



Рис. 21. Тазогребневый диаметр грудной клетки



Рис. 22. Поперечный диаметр дистального эпифиза плеча



Рис. 23. Поперечный диаметр



Рис. 24. Ширина кисти дистального эпифиза предплечья

Тазогребневый диаметр – наибольшее расстояние между двумя подвздошно-гребневыми точками (рис.21).

Поперечный диаметр дистального эпифиза плеча – наибольшее расстояние по горизонтали между наружным и внутренним надмышелками плечевой кости (рис.22), измеряется для определения костной массы.

Поперечный диаметр дистального эпифиза части предплечья – наибольшее расстояние по горизонтали между шиловидными отростками лучевой и локтевой костей (рис. 23), измеряется для определения костной массы.

Поперечный диаметр дистального эпифиза бедра – наибольшее расстояние по горизонтали между внутренним и наружным надмышелками бедренной кости (рис. 24). измеряется для определения костной массы.

Поперечный диаметр дистального эпифиза голени – наибольшее расстояние по горизонтали между наружной и внутренней лодыжками голени (рис. 25), измеряется для определения костной массы.



Рис. 25. Поперечный диаметр дистального эпифиза бедра



Рис. 26. Поперечный диаметр дистального эпифиза голени

Ширина кисти – расстояние между головками 2-й и 5-й пястных костей (рис.26).

Длина стопы – расстояние между наиболее выдающейся кзади точкой пятки и самой дальней от нее точкой на конце первого или второго пальца (рис.27).

Плюсневая ширина стопы – расстояние между головками первой и пятой плюсневой кости (рис.28).



Рис. 27. Длина стопы



Рис. 28. Плюсневая ширина стопы

Измерение обхватов

Обхват грудной клетки – лента проходит сзади под нижними углами лопаток, спереди у мужчин и детей – на уровне сосков, у женщин – по верхнему краю грудной железы. Обхват груди измеряется в трех состояниях: спокойном состоянии – паузе, глубоким вдохе, глубоким выдохе (рис. 29).

Обхват талии – лента накладывается на 5-6 см выше подвздошных гребней (рис. 30).



Рис. 29. Обхват грудной клетки



Рис. 30. Обхват талии



Рис. 31. Обхват через ягодицы

Обхват через ягодицы – лента проходит через наиболее выступающие области ягодиц (рис. 31).

Обхват плеча в спокойном состоянии – в месте наибольшего развития мышц плеча. Рука свободно свисает (рис. 32).

Обхват напряженного плеча – измерение выполняется при согнутом локтевом суставе с максимальным напряжением мышцы (рис. 33).

Обхват предплечья – измеряется в месте наибольшего развития мышц (рис. 34).



Рис.32. Обхват плеча



Рис.33. Обхват напряженного плеча



Рис.34. Обхват предплечья в спокойном состоянии

Обхват запястья – измеряется над дистальными мыщелками лучевой и локтевой костей предплечья (рис. 35).

Обхват кисти – измеряется по дистальным мыщелкам пястных костей кисти (рис. 36).

Обхват бедра – лента накладывается на бедро под ягодичной складкой параллельно полу (рис. 37).

Обхват голени – измеряется в месте наибольшего развития икроножной мышцы (рис. 38).

Обхват лодыжки – измеряется над дистальными мыщелками берцовых костей голени (рис. 34).

Измерение кожно-жировых складок. Для характеристики степени жировотложения непрямым методом измеряют кожно-жировые складки различных участков тела и конечностей. В соответствии с требованиями антропометрии измеряемая кожно-жировая складка должна быть ориентирована определенным образом (вертикально, горизонтально или косо). Исследователь захватывает двумя пальцами левой руки участок кожи с жировым слоем (на конечности – 2-3см, на туловище – 3-5 см), слегка оттягивает и на образовав-



Рис.35. Обхват запястья



Рис. 36. Обхват кисти



Рис. 37. Обхват бедра



Рис. 38. Обхват голени

шуюся складку накладывает ножки калипера, фиксируя толщину складки. Складку необходимо измерять быстро и однократно, т.к. ее величина при длительном сжатии уменьшается. Набор складок может быть различен. В данном случае дается перечень кожно-жировых складок, используемых для определения жировой массы по схеме J.Mateigka, 1921, модифицированной в НИИ антропологии МГУ им. М.В.Ломоносова (Н.Ю.Лутовинова, М.И.Уткина, В.П. Чтецов, 1970) и внедренной в практику обследования спор-



Рис. 39. Обхват лодыжки

тсменов сборных команд страны с начала 80-ых годов одним из ведущих спортивных антропологов Э.Г.Мартировым.

Перечень кожно-жировых складок и способ их измерения.

На спине, под нижним углом лопатки — складка измеряется под правой лопаткой в косом направлении, сверху вниз, изнутри кнаружи (рис. 40).

На задней поверхности плеча (на трицепсе) — складка измеряется при опущенной правой руке в верхней трети плеча в области трехглавой мышцы, ближе к ее внутреннему краю, вертикально (рис. 41).

На передней поверхности плеча (на бицепсе) — складка измеряется при опущенной руке в верхней трети внутренней поверхности плеча в области двуглавой мышцы, ближе к ее внутреннему краю, вертикально (рис. 42).



Рис. 40. Кожно-жировая складка под нижним углом лопатки



Рис. 41. Кожно-жировая складка на задней поверхности плеча



Рис. 42. Кожно-жировая складка на передней поверхности плеча

На передней поверхности предплечья — складка измеряется на внутренней поверхности предплечья, при согнутом локте, в наиболее широком месте вдоль предплечья (рис. 43).

На тыльной поверхности кисти — складка измеряется на уровне головки 3-го пальца (рис. 44).

На передней поверхности груди — складка измеряется под правой грудной мышцей, по передней подмышечной линии, косо, ориентировано в направлении от подмышечной впадины до грудного соска. (рис. 45).

На передней стенке живота — измеряется на уровне пупка на расстоянии 5 см, вертикально (рис. 46).

На бедре — складка измеряется в положении сидя на стуле, ноги согнуты в коленных суставах под прямым углом, в верхней части бедра на переднелатеральной поверхности, параллельно ходу паховой складки (рис. 47).

На голени — складка измеряется в положении сидя на стуле, ноги согнуты в коленных суставах под прямым углом, на заднелатеральной поверхности верхней части правой голени на уровне нижнего угла подколенной ямки, вертикально (рис. 48).



Рис. 43. Кожно-жировая складка на передней поверхности предплечья



Рис. 44. Кожно-жировая складка на кисти



Рис. 45. Кожно-жировая складка на передней поверхности груди

Кроме перечисленных жировых складок, программы НМО включают еще одну складку, измеряемую в области подвздошно-го гребня (рис. 49), измеряется по боковой линии туловища, над подвздошным гребнем таза, вертикально.



Рис. 46. Кожно-жировая складка на передней стенке живота



Рис. 47. Кожно-жировая складка на бедре



Рис. 48. Кожно-жировая складка на голени



Рис. 49. Кожно-жировая складка на боку

После проведения измерений по указанной программе проводится расчет продольных размеров конечностей и лабильных компонентов массы тела.

Продольные размеры конечностей и их сегментов рассчитываются на основе использования высот проекционных точек, полученных при измерении руки и ноги:

- длина руки рассчитывается по разнице между величинами акромиальной и пальцевой точек;
- длина плеча рассчитывается по разнице между величинами акромиальной и лучевой точек;
- длина предплечья рассчитывается по разнице между величинами лучевой и шиловидной точек;
- длина кисти рассчитывается по разнице между величинами шиловидной и пальцевой точек;
- длина ноги рассчитывается как полусумма величин вертельной и лобковой точек;
- длина бедра рассчитывается как разность между длиной ноги и высотой верхнеберцовой внутренней точки;
- длина голени рассчитывается как разность между высотой верхнеберцовой внутренней и нижеберцовой точек.

Лабильные компоненты массы тела рассчитываются по схеме J.Mateigka, 1921, модифицированной в НИИ антропологии МГУ им. М.В.Ломоносова (Н.Ю.Лутовинова, М.И.Уткина, В.П. Чтецов, 1970). Используемые формулы включают следующие показатели:

- длина тела - ДТ (см),
- масса тела –МТ, кг;
- обхватные размеры сегментов конечностей:
- плечо, см (О1),
- предплечье (в области максимального развития мышц) (О2),
- бедро (под ягодичной складкой, горизонтально) (О3),
- голень (в области максимального развития икроножной мышцы)(О4);
- кожно-жировые складки на теле,мм:
- под нижним углом лопатки (С1),
- на задней поверхности плеча (С2),
- на передней поверхности плеча (С3),
- на передней поверхности предплечья (С4),
- на груди – только для мужчин (С5),
- на животе (С6),
- на бедре (С7),
- на голени (С8),
- на кисти (С9);
- диаметры дистальных эпифизов сегментов конечностей :
- плеча (Д1),
- предплечья (Д2),
- бедра (Д3),
- голени (Д4).

7. ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА КОМПОНЕНТОВ МАССЫ ТЕЛА (Mateigka, 1921 + модификация НИИ Антропологии МГУ им.М.В. ЛОМОНОСОВА, 1970)

1. Поверхность тела (ПТ), м² = $1 + \frac{(ДТ - 160) + МТ}{100}$,

где ДТ – см, МТ – кг;

2. Общая жировая масса (ЖМ):

$$ЖМ, кг = \frac{(C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6 + C7 + C8) \times 1,3 \times ПТ}{16} \quad \text{— для мужчин;}$$

$$ЖМ, кг = \frac{(C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6 + C7 + C8) \times 1,3 \times ПТ}{14} \quad \text{для женщин;}$$

$$ЖМ, \% = \frac{ЖМ(кг)}{МТ(кг)} \times 100 \%;$$

3. Подкожная жировая масса (ПЖМ):

$$ПЖМ, кг = \left(\frac{C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6 + C7 + C8}{16} - \frac{C9}{2} \right) \times 1,3 \times ПТ \quad \text{для мужчин;}$$

$$ПЖМ, кг = \left(\frac{C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6 + C7 + C8}{14} - \frac{C9}{2} \right) \times 1,3 \times ПТ \quad \text{для женщин;}$$

$$ПЖМ, \% = \frac{ПЖМ(кг)}{МТ(кг)} \times 100;$$

4. Внутренняя жировая масса (ВЖМ)

$$ВЖМ, кг = ЖМ, кг - ПЖМ, кг$$

$$ВЖМ, \% = ЖМ, \% - ПЖМ, \%$$

5. Мышечная масса (ММ) :

$$ММ, кг = \left(\frac{O1 + O2 + O3 + O4}{25,12} - \frac{C2 + C3 + C4 + C8}{100} \right)^2 \times 6,5 \times ДТ;$$

$$ММ, \% = \frac{ММ(кг)}{МТ(кг)} \times 100.$$

7. Формулы расчета компонентов массы тела

6. Костная масса (КМ):

$$KM, \text{ кг} = \left(\frac{D1 + D2 + D3 + D4}{4} \right)^2 \times 1,2 \times DT$$

$$KM, \% = \frac{KM(\text{кг})}{MT(\text{кг})} \times 100.$$

7. Скелет и внутренние органы, кг = MT, кг – (ЖМ, кг + ММ, кг).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1. Возрастная динамика морфологических характеристик роста и развития юных бегунов мужского пола

Возраст, лет	стаж	Биологическое развитие					Длина тела, см	Масса тела, кг	Мышечная масса		Жировая масса	
		Ax	P	C	балл	кг			%	кг	%	
12	2,4	0,0	0,0	0,1	0,1	151,1	39,4	18,6	47,1	4,3	10,7	
n=7	σ	0,0	0,0	0,4	0,4	9,5	7,4	3,6	1,7	1,6	3,3	
13	2,1	0,8	0,8	1,2	2,4	160,2	45,7	22,2	48,5	4,9	10,7	
n=46	σ	1,0	0,8	1,1	2,5	9,4	8,1	4,7	2,3	1,2	1,9	
14	2,4	1,9	1,5	2,5	5,8	167,3	53,4	26,6	49,6	5,7	10,7	
n=47	σ	1,1	0,7	0,7	2,4	7,8	7,1	4,2	2,2	1,4	1,8	
15	3,6	2,4	1,6	2,7	7,2	167,3	56,5	28,5	50,3	6,4	11,3	
n=23	σ	1,0	0,5	0,9	1,3	10,8	10,8	6,3	2,8	1,9	2,3	
16	4,0	3,0	2,0	3,0	8,0	173,0	61,7	31,8	51,2	6,2	10,1	
n=11	σ	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	11,8	7,3	2,1	1,2	1,5	
ВКС*	9,7					180,9	76,4	42,1	55,2	6,0	7,9	
n=30	σ					4,8	5,4	2,2	1,3	1,0	1,2	

* — спортсмены высокой квалификации

Таблица 2. Возрастная динамика морфологических характеристик роста и развития юных баскетболистов мужского пола

Возраст, лет	стаж	Биологическое развитие				Длина тела см	Масса тела кг	Мышечная масса		Жировая масса		
		Ах	Р	С	балл			кг	%	кг	%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
10	\bar{X}	2,2	0	0	0	0	148,8	37,6	17,8	47,4	6,0	15,1
n=27	Σ	0,67	0	0	0	0	5,0	6,8	3,0	2,2	3,8	5,9
11	\bar{X}	2,4	0	0	0	0	153,8	43,0	20,8	48,3	6,7	15,7
n=3	Σ	1,59	0	0	0	0	3,7	6,4	4,2	2,7	0,3	1,7
12	\bar{X}	3,5	0,3	0,4	0,3	1,0	161,5	47,0	23,6	50,2	6,7	13,9
n=29	Σ	1,84	0,4	0,6	0,4	1,1	6,1	7,0	3,5	1,7	2,8	3,9
13	\bar{X}	4,6	0,5	1,0	0,9	2,4	172,1	54,2	25,9	47,7	8,4	15,1
n=19	Σ	0,85	0,8	0,9	0,7	2,1	8,5	11,1	5,6	1,7	3,3	4,1
14	\bar{X}	4,9	1,8	2,2	1,4	5,4	181,0	63,3	32,0	50,3	7,9	12,4
n=30	Σ	0,97	1,1	0,8	0,7	2,4	8,8	8,7	5,2	2,1	2,1	2,4
*ЮК-16	\bar{X}	6,8	3,0	2,0	3,0	8,0	191,2	83,8	42,5	50,7	8,7	10,3
n=18	Σ	1,75	0	0	0	0	7,9	8,7	5,1	1,9	2,2	1,7

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
*ЮК-18	\bar{X}	7,3					196,9	96,0	48,8	50,9	10,6	10,8
n=15	Σ	1,95					9,1	12,0	6,2	2,4	3,7	2,7
*МК-20	\bar{X}	9,1					196,2	95,4	49,2	51,5	11,0	11,6
n=14	Σ	1,68					10,5	10,4	6,0	1,7	3,2	3,2
ВС 23-35	\bar{X}	14,5					198,5	99,1	52,1	52,6	11,1	10
n=34	Σ	3,01					7,3	9,8	5,5	2,4	3,8	3,1

* – ЮК-16 – юношеская команда; ЮК-18 – юношеская команда;
МК-20 – молодежная команда.

Таблица 3. Возрастная динамика морфологических характеристик роста и развития юных хоккеистов мужского пола

Возраст, лет	стаж	Биологическое развитие				Длина тела см	Масса тела кг	Мышечная масса		Жировая масса	
		Ах	Р	С	балл			кг	%	кг	%
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	\bar{X} 0,7	0	0	0	0	110,4	20,2	8,6	42,5	2,5	12,5
n=5	σ 0,3	0	0	0	0	2,9	1,3	0,7	1,9	0,4	2,6
6	\bar{X} 0,8	0	0	0	0	115,1	22,6	9,7	43,0	3,4	14,7
n=12	σ 0,5	0	0	0	0	3,4	3,5	1,2	1,9	1,4	3,8
7	\bar{X} 1,9	0	0	0	0	121,9	24,9	10,7	43,0	3,7	14,5
n=15	σ 0,7	0	0	0	0	4,3	4,6	1,8	1,7	2,6	6,9
8	\bar{X} 2,7	0	0	0	0	131,4	28,4	12,7	44,8	3,5	13,8
n=19	σ 1,5	0	0	0	0	5,7	4,5	2,1	1,8	1,9	8,6
9	\bar{X} 3,5	0	0	0	0	134,9	32,6	15,0	46,0	4,7	13,8
n=17	σ 1,2	0	0	0	0	4,7	5,5	2,3	2,1	2,7	5,3
10	\bar{X} 3,5	0	0,1	0	0,2	139,8	34,4	16,0	46,6	5,0	14,0
n=22	σ 1,7	0,2	0,3	0,1	0,5	5,7	5,4	2,4	2,4	2,9	5,7

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
11	\bar{X} 4,3	4,3	0	0,2	0,1	0,3	147,7	39,3	18,8	46,9	6,5	15,0
n=12	σ 1,8	0	0	0,4	0,3	0,5	5,1	10,1	3,7	1,8	4,6	7,4
12	\bar{X} 5,4	5,4	0	0,3	0	0,3	153,0	42,7	20,4	47,8	5,6	12,8
n=13	σ 1,8	0	0	0,5	0	0,5	6,9	6,8	3,2	1,2	2,0	3,6
13	\bar{X} 6,3	6,3	0,4	0,8	0,5	1,7	154,5	46,2	22,0	47,6	7,2	14,7
n=15	σ 2,1	0,5	0,5	0,8	0,5	1,5	6,1	8,9	4,3	1,4	4,9	7,3
14	\bar{X} 7,2	7,2	0,7	2,1	1,4	4,2	166,6	55,4	27,1	48,9	6,4	11,5
n=16	σ 1,8	0,8	0,8	0,2	0,8	1,6	3,2	6,3	2,9	1,7	1,7	1,9
15	\bar{X} 9,0	9,0	1,5	2,1	1,3	4,9	168,9	64,7	32,2	49,7	11,7	17,9
n=13	σ 1,8	1,0	1,0	0,9	0,5	1,9	4,1	6,0	3,7	2,9	6,2	8,8
16-18	\bar{X} 10,2	10,2	3,0	2,0	3,0	8,0	181,7	83,9	42,5	50,9	10,3	12,2
n=61	σ 0,86	0	0	0	0	0	4,7	6,3	3,8	1,9	2,7	2,7
19-20	\bar{X} 10,5	10,5					183,6	86,9	44,7	51,4	10,4	11,9
n=51	σ 1,55						4,6	7,8	4,1	2,0	3,5	3,2
*ВКС 19-39	\bar{X} 17,8	17,8					182,1	88,0	46,7	53,0	9,5	10,7
n=31	σ 3,89	3,89					4,6	4,9	3,2	2,0	2,3	2,4

* – сборная команда РФ

Таблица 4. Возрастная динамика морфологических характеристик роста и развития юных теннисистов мужского пола

Воз- раст, лет	стаж	Биологическое развитие			Длина тела см	Масса тела кг	Мышечная масса		Жировая масса			
		Ах	Р	С			балл	кг	%	кг	%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7	\bar{X}	1,8	0	0	0	0	125,0	23,9	10,7	44,8	2,6	10,9
n=11	σ	1,3	0	0	0	0	0,2	2,5	1,3	1,8	1,0	3,1
8	\bar{X}	2,0	0	0	0	0	142,6	42,6	18,7	44,0	10,2	23,8
n=13	σ	1,4	0	0	0	0	4,8	8,8	3,7	0,4	2,9	1,9
9	\bar{X}	2,4	0	0	0	0	142,7	38,0	17,8	46,9	5,3	12,7
n=14	σ	1,6	0	0	0	0	8,3	12,2	5,4	3,0	4,2	5,9
10	\bar{X}	1,9	0	0	0	0	142,1	32,1	15,8	49,2	3,3	10
n=15	σ	0,9	0	0	0	0	3,9	2,5	1,7	1,8	1,0	2,2
11	\bar{X}	2,7	0,1	0,2	0,2	0,4	148,6	38,1	18,8	49,3	4,1	10,8
n=15	σ	1,1	0,3	0,6	0,4	1,2	7,4	5,1	2,4	1,2	1,2	2,1

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
12	\bar{X}	4,0	0,1	0,4	0,1	0,7	152,9	42,3	21,0	49,7	5,9	13,4
n=13	σ	2,6	0,4	0,5	0,4	0,8	9,8	7,9	4,0	1,8	3,2	5,1
13	\bar{X}	4,1	1,0	1,6	0,7	3,2	161,7	51,3	25,0	49,0	8,3	15,3
n=19	σ	2,3	0,9	0,9	0,5	1,9	6,9	9,5	3,9	2,8	5,7	7,6
14	\bar{X}	7,0	1,0	0,6	0,6	2,2	162,2	48,4	24,2	50	5,8	11,7
n=15	σ	1,2	1,0	0,9	0,9	2,4	7,2	7,3	3,4	1,0	1,1	1,7
15	\bar{X}	7,3	2,5	2,7	1,8	6,8	176,8	65,3	33,5	51,3	7,7	11,7
n=17	σ	2,9	0,5	0,4	0,4	1,3	4,9	6,6	3,2	1,0	1,7	1,7
16	\bar{X}	6,6	2,5	2,9	2,0	7,4	172,7	65,9	34,7	52,6	9,6	13,9
n=21	σ	4,5	0,6	0,3	0	0,8	6,4	12,0	6,5	2,7	6,3	6,5

Таблица 5. Возрастная динамика морфологических характеристик роста и развития юных ватерполистов мужского пола

Возраст, лет	стаж	Биологическое развитие				Длина тела см	Масса тела кг	Мышечная масса		Жировая масса	
		АХ	Р	С	балл			кг	%	кг	%
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9	\bar{X} 0,7	0	0	0,1	0,1	139,7	31,8	14,6	46,0	3,5	11,1
n=5	σ 0,2	0	0	0,2	0,2	6,1	4,9	2,1	0,7	0,8	1,3
10	\bar{X} 1,1	0	0	0,2	0,2	140,5	35,6	16,4	46,1	6,2	16,9
n=5	σ 0,2	0	0	0,4	0,4	9,6	7,4	3,5	2,6	3,0	6,3
11	\bar{X} 1,5	0	0,2	0,2	0,4	150,6	46,2	21,2	46,2	11,0	22,1
n=9	σ 0,3	0	0,4	0,4	0,5	5,2	10,3	3,9	2,2	6,8	9,8
12	\bar{X} 2,3	0	0,3	0	0,3	155,8	53,7	23,1	44,2	14,4	22,5
n=8	σ 0,5	0	0,6	0	0,6	8,4	23,8	8,5	4,8	14,2	15,0
13	\bar{X} 3,5	1,2	1,6	1,3	3,9	161,8	50,3	24,8	49,3	7,3	14,6
n=12	σ 1,1	1,0	0,8	0,5	1,9	6,7	4,8	2,4	1,6	2,7	4,7

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
14	\bar{X} 4,2	4,2	1,4	2,0	1,3	4,8	168,2	56,7	28,1	49,7	7,6	13,0
n=15	σ 1,2	1,2	1,3	1,0	0,5	2,4	8,6	11,0	4,8	1,5	3,5	3,3
15	\bar{X} 5,6	5,6	2,9	3,0	1,8	7,6	178,8	71,1	35,0	51,1	9,9	13,4
n=18	σ 1,1	1,1	0,4	0	0,5	0,7	7,2	12,4	6,9	1,3	4,4	4,0
16-17	\bar{X} 7,2	7,2					183,1	76,7	38,9	50,7	9,0	11,5
n=18	σ 1,2	1,2					4,7	9,5	5,3	1,3	3,3	3,0
18-25	\bar{X} 9,1	9,1					182,7	80,3	42,1	52,5	8,3	10,2
n=14	σ 1,5	1,5					6,0	7,2	3,8	1,0	2,9	2,6

Таблица 6. Возрастная динамика морфологических характеристик роста и развития юных лыжников мужского пола

Возраст, лет	стаж	Биологическое развитие				Длина тела см	Масса тела кг	Мышечная масса		Жировая масса	
		Ах	Р	С	балл			кг	%	кг	%
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
11	\bar{X} 1,4	0	0,3	0	0,3	141,1	34,0	16,8	49,3	3,4	9,8
n=5	σ 0,4	0	0,6	0	0,6	2,3	4,7	4,2	2,9	1,4	2,3
12	\bar{X} 2,6	0	1,3	0,3	1,7	154,2	44,9	22,5	50	5,3	11,5
n=13	σ 0,5	0	0,6	0,6	1,2	12,4	10,5	5,5	1,9	2,5	2,5
13	\bar{X} 3,8	1,1	1,8	1,0	3,8	166,0	50,1	27,0	50,4	4,8	9,1
n=13	σ 0,9	1,2	1,1	0,8	2,7	13,9	10,8	6,7	2,3	1,1	0,8
14	\bar{X} 4,3	1,6	2,3	1,5	5,4	168,7	57,6	29,5	51,0	5,7	9,9
n=28	σ 1,1	1,3	0,8	0,7	2,6	7,3	9,2	5,5	1,9	1,4	1,8

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
15	\bar{X} 5,1	5,1	2,2	2,7	1,8	6,7	173,5	63,1	32,2	50,9	6,2	9,6
n=55	σ 0,9	0,9	1,0	0,5	0,6	1,9	7,5	8,3	4,4	1,6	2,5	2,6
16	\bar{X} 6,5	6,5	2,9	3,0	2,0	7,8	176,3	67,8	34,8	51,3	6,6	9,6
n=102	σ 1,2	1,2	0,4	0,1	0,1	0,4	5,3	6,6	3,7	1,8	1,9	2,1
17	\bar{X} 7,9	7,9	2,9	3,0	2,0	7,9	175,2	68,5	35,4	51,9	6,6	9,6
n=46	σ 1,4	1,4	0,3	0,1	0,2	0,5	5,7	6,9	4,0	2,0	1,4	1,6
ВКС 23-35	\bar{X} 18,8	18,8					177,3	74,6	39,3	52,8	6,3	8,4
n=33	σ 2,9	2,9					5,2	6,4	4,3	1,6	1,6	1,4

Таблица 7. Возрастная динамика морфологических характеристик роста и развития юных боксеров

Возраст, лет	стаж	Биологическое развитие			Длина тела см	Масса тела кг	Мышечная масса		Жировая масса		
		Ах	Р	С			балл	кг	%	кг	%
13	\bar{X}	0,3	0,4	0	0,6	155,0	42,1	21,1	50,2	5,5	13,2
n=15	σ	0,3	0,3	0	0,5	3,8	3,5	5,3	2,7	1,6	1,7
14	\bar{X}	0,6	0,8	0,8	2,5	156,1	42,7	21,4	50	4,8	11,4
n=18	σ	0,8	0,8	0,8	1,9	10,1	6,1	4,6	2,7	1,6	1,9
15	\bar{X}	1,4	1,8	1,3	4,5	164,0	48,6	24,7	50,9	4,8	9,9
n=16	σ	1,2	1,3	0,8	3,0	7,9	9,6	5,5	2,1	1,1	1,3
16	\bar{X}	2,1	2,4	1,9	6,4	171,3	61,1	31,8	52,0	6,3	10,3
n=19	σ	1,0	0,7	0,3	1,5	9,9	12,9	6,2	1,7	4,4	5,2
17-18	\bar{X}	2,0	2,5	2,0	6,5	172,0	62,3	33,0	53,0	5,9	9,5
n=15	σ	1,3	0,9	0	3,1	4,5	5,6	3,4	0,6	0,9	0,4

Таблица 8. Возрастная динамика морфологических характеристик роста и развития юных дзюдоистов мужского пола

Возраст, лет	стаж	Биологическое развитие			Длина тела см	Масса тела кг	Мышечная масса		Жировая масса		
		Ах	Р	С			балл	кг	%	кг	%
13	\bar{X}	1,8	2,0	1,5	5,3	156,0	45,6	21,7	47,6	4,5	9,9
n=2	σ	1,8	1,4	0,7	4,9	3,4	5,6	4,4	3,1	0,4	0,5
14	\bar{X}	0,2	0,5	0,3	1,0	155,2	45,7	21,6	47,3	4,6	10,0
n=6	σ	0,3	0,3	0,5	0,4	5,7	5,8	3,1	1,0	2,9	1,6
15	\bar{X}	1,3	1,5	1,0	3,8	162,1	51,1	24,6	48,2	4,9	9,6
n=12	σ	1,2	1,1	0,9	2,5	9,4	9,3	3,2	1,6	1,2	1,4

Таблица 9. Возрастная динамика морфологических характеристик роста и развития юных борцов вольного стиля мужского пола

Воз- раст, лет	стаж	Биологическое развитие				Длина тела см	Масса тела кг	Мышечная масса		Жировая масса	
		Ах	Р	С	балл			кг	%	кг	%
12	\bar{X}	0,3	0,7	0,3	1,3	146,0	38,9	18,9	48,6	3,6	9,5
n=2	σ	0,8	1,2	0,8	2,8	6,6	7,6	1,1	2,9	0,9	1,7
13	\bar{X}	0,1	0,4	0,1	0,6	150,3	42,0	20,1	47,9	4,5	10,8
n=2	σ	0,4	0,4	0,4	0,8	7,5	8,1	0,9	1,1	0,6	3,5
14	\bar{X}	1,3	1,9	1,6	4,9	161,2	53,4	26,3	49,4	4,9	9,2
n=6	σ	1,2	1,1	0,8	2,8	11,3	10,6	2,1	2,2	1,6	0,8
15	\bar{X}	2,2	2,5	2,0	6,7	165,0	61,4	30,9	50,3	5,6	9,2
n=12	σ	0,9	0,6	0,0	1,5	17,6	10,7	2,5	2,6	1,8	2,0
16	\bar{X}	2,5	2,9	2,0	7,4	169,1	59,2	28,8	48,7	6,2	10,4
n=2	σ	0,6	0,3	0,0	0,8	5,6	10,3	0,6	1,2	1,0	2,2
17	\bar{X}	2,3	2,8	2,0	7,0	170,0	61,5	31,6	51,5	5,2	8,4
n=2	σ	1,1	0,4	0,0	1,4	7,1	9,7	1,3	2,8	0,4	0,7

Таблица 10. Возрастная динамика морфологических характеристик роста и развития юных бегунов женского пола

Воз- раст, лет	стаж	Биологическое развитие				Длина тела см	Масса тела кг	Мышечная масса		Жировая масса		
		Ах	Р	С	балл			кг	%	кг	%	
12	\bar{X}	1,2	1,7	1,4	0,3	4,7	153,1	40,9	19,4	47,5	5,7	13,8
n=9	σ	1,2	0,7	0,9	1,0	3,3	8,4	7,0	3,2	1,4	1,8	2,6
13	\bar{X}	1,7	2,0	2,0	1,1	6,8	158,9	45,7	22,0	48,1	6,6	14,2
n=39	σ	1,2	0,7	0,8	1,3	3,3	6,7	6,2	3,4	1,9	2,0	3,1
14	\bar{X}	2,4	2,5	2,5	2,1	9,5	160,1	48,2	23,1	47,9	8,2	16,8
n=43	σ	0,8	0,6	0,6	1,3	3,0	6,5	5,5	2,5	2,1	2,5	3,9
15	\bar{X}	2,9	2,8	2,9	2,5	11,1	163,9	51,1	25,0	48,9	7,4	14,6
n=17	σ	0,3	0,4	0,2	1,2	2,0	5,9	6,2	3,6	1,8	1,8	3,2
BC 18-28	\bar{X}						168,6	59,0	31,2	52,9	6,3	10,7
n=54	σ						5,4	5,0	1,8	1,9	1,1	2,3

Таблица 11. Возрастная динамика морфологических характеристик роста и развития юных теннисисток

Возраст, лет	стаж	Биологическое развитие				Длина тела см	Масса тела кг	Мышечная масса		Жировая масса			
		Ах	Р	С	балл			кг	%	кг	%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6	\bar{X}	0,9	0	0	0	0	0	113,7	20,1	8,9	44,5	2,6	12,7
n=2	σ	0,1	0	0	0	0	0	0,8	0,7	0	1,5	0,1	0,9
7	\bar{X}	1,4	0	0	0	0	0	122,4	25,2	11,8	46,7	3,7	14,4
n=4	σ	0,8	0	0	0	0	0	5,7	3,2	1,8	1,6	1,7	4,6
8	\bar{X}	2,0	0	0	0	0	0	127,0	26,4	14,0	47,1	3,7	13,7
n=13	σ	1,1	0	0	0	0	0	8,3	3,4	4,9	2,0	1,1	2,9
9	\bar{X}	2,8	0	0,3	0	0	0,3	136,3	28,7	13,6	47,3	3,8	13,1
n=10	σ	0,9	0	0,5	0	0	0,5	5,9	4,1	2,3	1,6	0,9	2,1
10	\bar{X}	3,0	0,6	0,6	0,3	0	1,8	140,9	35,0	16,5	46,7	6,2	17,5
n=13	σ	1,5	1,0	0,7	0,6	0	2,4	10,1	8,5	4,6	2,3	2,7	5,2
11	\bar{X}	3,7	0,7	1,0	0,6	0	2,4	149,2	39,7	19,2	48,3	6,4	15,9
n=12	σ	1,3	0,7	0,6	0,7	0	1,6	8,1	4,7	2,4	2,5	3,3	7,5

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12	\bar{X}	5,2	1,2	1,4	0,7	0,2	3,8	153,3	42,3	20	47,3	6,5	15,1
n=17	σ	1,7	1,0	0,9	0,8	0,5	2,9	9,0	8,1	3,9	2,0	2,3	3,5
13	\bar{X}	5,1	1,7	1,8	1,5	1,0	5,9	160	48,6	23,2	47,9	8,2	16,8
n=21	σ	1,4	1,1	0,8	1,0	1,3	3,5	8,3	8,4	3,8	1,9	3,5	4,2
14	\bar{X}	6,1	1,8	2,0	2,2	1,6	7,8	163,4	54,4	26,3	49,3	9,6	17,5
n=9	σ	2,2	1,1	0,7	0,4	1,3	3,2	6,8	8,8	3,4	2,1	4,9	7,3
15	\bar{X}	4,8	2,6	2,6	2,6	2,1	10,2	172,1	60,3	33,6	50,1	9,9	16,5
n=9	\bar{X}	3,1	0,5	0,5	0,5	1,4	2,7	8,1	7,9	9,7	2,2	3,5	5,6
16	\bar{X}	5,5	3,0	3,0	2,5	3,0	10	169,3	70,8	36,7	51,8	13,2	19,0
n=2	\bar{X}	2,1	0	0	0,7	0	2,8	7,1	10,9	5,7	0,1	0,6	3,7
17	\bar{X}	9,0	3,0	3,0	3,0	3,0	12,0	169,9	61,4	32,1	52,3	9,2	14,9
n=2	\bar{X}	0	0	0	0	0	0	0,1	1,6	2,7	3,0	0,6	1,4

Таблица 12. Возрастная динамика морфологических характеристик роста и развития юных баскетболисток

Воз- раст, лет	стаж	Биологическое развитие						Длина тела см	Масса тела кг	Мышечная масса		Жировая масса	
		Ах	Р	С	балл	кг	%			кг	%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
11	\bar{X}	1,25	0,6	0,8	0,9	0,1	2,5	154,0	39,0	19,0	48,0	6,0	14,7
N=26	σ	0,62	0,8	0,8	0,8	0,6	2,6	8,9	5,9	3,5	2,8	3,0	4,0
12	\bar{X}	2,56	1,2	1,3	1,2	0	3,8	164,0	51,6	24,9	48,4	9,2	16,8
N=11	σ	0,50	0,9	0,7	0,7	0	2,0	11,0	11,9	5,3	1,9	5,5	6,4
13	\bar{X}	4,35	1,5	2,4	2,4	1,9	8,1	171,1	56,4	27,8	49,3	9,1	15,8
N=10	σ	0,67	1,2	0,6	0,4	1,4	3,2	7,2	8,8	4,5	1,7	3,2	3,4
14	\bar{X}	4,08	2,0	2,5	2,4	2,1	9,0	173,5	60,8	29,7	48,7	10,9	17,9
N=34	σ	0,71	0,9	0,7	0,6	1,3	3,0	5,8	7,4	3,8	2,9	3,1	4,1
15	\bar{X}	6,40	2,4	2,9	2,8	3,0	11,1	175,8	64,1	31,7	49,5	10,7	16,6
N=18	σ	0,58	0,5	0,3	0,3	0	0,9	4,0	6,4	3,3	1,6	2,5	2,7
16	\bar{X}	6,91	2,8	2,8	2,7	2,8	11,1	177,7	65,6	32,2	49,2	11,1	16,8
N=16	σ	1,09	0,4	0,4	0,4	0,4	1,0	6,2	5,5	2,9	2,0	2,8	3,5

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
MC-16	\bar{X}	7,3	3,0	3,0	3,0	3,0	12,0	182,2	74,6	36,8	49,3	14,1	18,8
N=18	σ	1,42	0	0	0	0	0	7,5	7,4	3,7	1,6	3,4	3,4
MC-18	\bar{X}	8,6						179,4	68,0	32,5	47,8	12,8	18,7
N=16	σ	2,15						7,0	6,9	3,4	2,3	3,2	3,6
MC-20	\bar{X}	9,8						181,7	72,3	35,1	48,5	13,0	17,7
N=15	σ	1,95						8,5	10,5	5,1	1,9	4,3	4,2
BKC 21-35	\bar{X}	15,3						182,8	74,6	37,9	50,9	11,6	15,5
N=34	σ	2,7						8,1	8,2	4,2	2,3	3,1	3,5

Таблица 13. Возрастная динамика морфологических характеристик роста и развития юных лыжниц

Возраст, лет	стаж	Биологическое развитие						Длина тела, см	Масса тела, кг	Мышечная масса		Жировая масса	
		Ах	Р	С	балл	кг	%			кг	%		
12	1,4	0,2	0,8	1,0	0,0	2,0	148,2	36,3	17,4	48,0	5,1	14,2	
N=5	σ	0,4	0,8	0,7	0,0	1,9	8,0	7,2	3,6	2,0	1,4	3,5	
13	3,8	0,8	2,0	2,0	1,6	6,3	156,9	46,9	22,8	48,7	6,8	14,2	
N=9	σ	0,8	0,8	0,8	1,5	3,6	4,2	3,9	1,6	2,9	2,9	5,4	
14	3,7	2,0	2,6	2,4	1,8	8,8	162,1	51,1	25,3	49,5	6,7	12,9	
N=30	σ	1,0	0,6	0,8	1,4	3,4	5,8	6,6	3,4	1,9	2,3	3,2	
15	4,9	2,7	2,9	2,8	2,7	11,1	163,9	55,8	27,3	49,0	9,1	16,1	
N=46	σ	0,6	0,3	0,4	0,9	1,9	4,2	4,0	2,1	2,3	2,7	4,0	
16	5,4	2,9	3,0	2,9	2,8	11,6	163,7	56,5	28,0	49,0	8,5	14,9	
N=65	σ	0,4	0,0	0,2	0,7	0,9	5,1	5,8	3,0	4,5	2,7	3,6	
17	6,5	2,8	2,9	2,9	3,0	11,6	165,0	58,2	28,5	48,9	9,2	15,7	
N=51	σ	0,6	0,2	0,3	0,2	1,1	6,5	5,5	3,2	1,9	2,4	3,6	
ВКС	σ						164,3	58,7	30,2	51,4	6,5	11,1	
N=19	σ						3,6	4,4	3,3	1,9	1,3	2,4	

Таблица 14. Основные морфологические характеристики ведущих спортсменов- мужчин олимпийских видов спорта.

Вид спорта	Длина тела, см		Масса тела, кг		Мышечная масса %		Жировая масса, %	
	\bar{X}	Σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.Бег 100-200 м (11)	179,2	6,4	77,2	6,3	56,1	1,4	7,9	1,3
2.Бег 100 м с барьерами (5)	183,2	3,1	75,1	2,0	54,6	1,8	8,4	1,0
3.Бег 400 м (8)	181,6	4,2	79,3	7,6	55,3	1,1	8,0	1,5
4.Бег 400 м с барьерами (2)	180,7	2,2	72,3	2,8	56,2	1,3	6,8	0,6
5.Конькоб.спорт: спринт (10)	178,2	6,4	77,4	7,8	53,4	2,5	9,0	1,2
6.Шорттрек (21)	177,0	5,6	72,8	7,0	53,9	2,2	9,4	2,1
7.Гребля на байдар. и каноэ (53)	181,9	5,1	82,7	6,2	52,5	1,5	9,7	2,0
8.Гребля академическая (69)	192,7	4,3	95,5	6,3	53,9	2,2	10,4	2,5
Легкий вес (10)	180,8	3,3	72,6	1,7	53,5	1,5	7,6	1,2
9.Плавание: вольный стиль(13)	189,9	4,8	84,3	7,1	54,5	2,0	10,5	1,8
на спине (6)	188,5	3,8	80,3	5,7	53,3	0,9	10,2	1,8
брасс (9)	182,1	4,9	81,3	9,2	54,8	2,3	11,4	3,0
баттерфляй (5)	184,9	2,4	75,5	4,6	54,8	1,1	8,6	0,6
комплексное (4)	183,1	4,8	78,5	3,7	53,5	1,0	8,5	1,8
Все спортсмены (37)	186,4	4,3	81,1	6,7	54,3	1,7	10,2	1,9
10.Бег 800 м (4)	181,3	4,7	72,4	4,3	52,5	1,1	7,8	1,2
11.Биатлон (24)	177,3	6,1	73,3	6,6	53,0	1,6	8,3	1,3
12.Лыжные гонки (33)	177,3	5,2	74,6	6,4	52,8	1,6	8,4	1,4
13.Лыжное двоеборье (16)	173,5	3,8	67,1	6,6	52,7	2,3	8,4	1,1

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8	9
14. Конькоб.спорт: многоборье(15)	180,5	6,4	77,2	7,1	53,1	1,6	9,2	2,4
15. Велоспорт:								
трек (7)	180,8	3,3	86,6	8,7	55,0	2,7	8,7	1,1
шоссе (15)	177,9	4,3	68,9	5,2	51,7	1,4	8,0	1,0
BMX (5)	178,1	4,8	77,1	9,6	51,2	2,8	12,1	5,7
16. Ходьба (2)	171,4	10,8	62,9	10,7	52,5	2,0	7,1	0,5
17.Триатлон (7)	178,5	7,5	72,3	5,2	53,5	2,3	8,2	1,6
18. Волейбол:								
связующие (8)	194,6	2,5	91,2	6,4	53,0	2,7	10,7	2,3
блокирующие (11)	202,6	6,8	96,4	8,8	53,5	2,7	9,9	3,8
доигровщики (14)	198,8	4,1	93,1	6,1	53,7	1,8	9,0	1,9
диагональные (6)	204,0	4,8	99,2	10,9	54,8	1,4	8,3	1,3
либеро (6)	189,5	6,1	87,2	11,1	53,4	2,3	11,1	2,5
Вся команда (45)	198,4	4,8	93,6	8,1	53,6	2,2	9,7	2,4
19. Баскетбол:								
защитники (17)	192,6	4,5	91,0	4,4	52,8	2,4	10,4	1,9
нападающие (13)	202,0	2,9	102,9	5,8	53,0	2,1	11,5	4,6
центровые (5)	209,5	2,2	114,0	6,8	51,1	2,4	11,7	1,7
Вся команда 35	198,5	7,3	99,1	9,8	52,6	2,4	11,1	3,1
20. Футбол:								
вратари (7)	188,6	4,8	87,4	9,1	52,5	2,0	10,7	2,0
защитники (27)	182,4	7,5	79,8	8,3	52,3	2,3	9,7	2,7
полузащитники (44)	179,3	5,1	76,2	6,9	51,8	2,4	10,3	2,9
нападающие (23)	181,0	5,2	78,6	5,6	52,4	1,7	9,6	1,9
Вся команда (101)	181,2	5,7	78,5	7,1	52,1	2,2	10	2,6

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8	9
21. Хоккей:								
защитники (43)	184,1	4,6	90,7	6,3	52,7	2,1	11,6	2,9
нападающие (61)	181,4	6,2	87,0	7,4	52,4	2,3	11,7	3,0
вратари (12)	179,5	4,6	83,5	6,4	52,5	2,8	12,6	4,3
Все команда (116)	182,2	1,6	88,0	4,5	52,5	1,9	11,8	12,7
22. Бокс								
48-54 кг (10)	159,7	5,2	54,4	3,6	49,1	2,7	10,3	1,6
57-64 кг (10)	169,3	4,0	61,7	3,2	50,8	1,5	9,6	1,7
67-71 кг (4)	177,3	3,2	71,2	1,7	52,1	2,7	10,7	2,7
75-81 кг (5)	181,1	4,1	82,6	4,4	51,6	2,1	11,0	0,8
91-св.91 (6)	186,3	4,5	96,8	9,2	51,7	3,0	13,3	5,8
23. Греко-римская борьба:								
55 (3)	161,0	8,3	60,1	2,2	51,3	1,3	8,7	1,7
60 кг (4)	162,0	5,2	65,4	1,8	53,4	0,7	8,5	0,9
66 кг (4)	167,0	5,3	71,8	1,3	53,6	1,1	8,0	0,6
74 кг (3)	170,3	1,6	77,2	2,1	52,1	0,7	7,3	1,5
84 кг (3)	171,9	6,4	84,5	3,7	53,1	0,6	8,1	1,3
96 кг (2)	179,7	2,6	97,1	3,5	53,7	1,3	9,6	2,8
120 кг (3)	188,2	6,2	124,5	7,5	48,9	3,0	18,3	4,9
24. Дзюдо:								
60 кг (8)	163,0	2,4	64,7	2,0	51,9	1,2	9,1	1,6
66 кг (9)	168,0	3,5	68,9	1,5	52,0	2,1	9,4	1,3
73 кг (13)	170,5	3,5	74,9	2,6	53,4	2,0	9,5	1,5
81 кг (9)	174,3	3,4	80,8	2,7	53,4	2,3	10,1	2,4
90 кг (6)	179,6	2,0	90,5	3,7	52,3	2,5	11,0	3,1
100 кг (6)	184,6	2,5	97,9	3,6	53,3	2,1	11,7	2,9
100+ (4)	186,7	4,5	121,7	5,3	50,2	4,4	19,5	7,1

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8	9
25. Тяжелая атлетика								
56 кг	156,9	2,7	61,0	1,6	55,4	0,4	8,0	0,7
62 кг	158,0	1,2	62,0	2,3	55,0	1,8	8,1	1,2
69 кг	160,2	3,9	69,1	2,3	55,9	3,3	8,1	1,3
77 кг	165,0	2,1	76,9	1,1	56,0	1,8	9,1	1,8
85 кг	165,2	3,0	81,6	2,5	54,3	1,7	10,7	2,7
94 кг	172,8	3,0	90,1	2,0	56,9	1,2	8,3	1,4
105 кг	175,6	2,5	100,1	3,1	55,5	0,7	12,1	4,7
Св.105 кг	180,6	3,5	107,3	1,4	57,1	1,4	10	2,6
26. Фехтование:								
Рапира (9)	182,3	8,3	83,4	7,2	53,4	3,0	12,1	2,8
Шпага (10)	184,0	8,1	83,6	9,0	54,6	4,9	12,4	3,0
27. Прыжки с шестом (6)	185,1	3,2	81,9	3,3	55,9	1,0	8,7	1,0
28. Тройной прыжок (5)	188,9	7,4	85,8	6,6	55,6	1,5	7,3	1,6
29. Прыжки с трамплина (15)	176,0	4,8	66,6	6,9	54,1	1,9	8,3	1,1
30. Прыжки в воду (10)	166,5	4,6	63,3	7,5	53,3	1,8	8,8	1,1
31. Бобслей:								
пилоты (2)	181,6	3,6	90,4	5,3	53,5	2,3	9,9	0,8
разгоняющие (9)	179,2	2,7	81,5	5,9	55,8	2,1	9,0	1,6

Таблица 15. Основные морфологические характеристик и ведущих спортсменок олимпийских видов спорта.

Вид спорта	Длина тела, см		Масса тела, кг		Мышечная масса %		Жировая масса, %	
	\bar{X}	Σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Бег 100-200 (13)	167,2	5,5	60,1	5,2	54,3	1,4	10,2	2,0
2. Бег 100 с барьерами (9)	169,7	8,4	59,6	6,8	53,7	2,5	11,4	2,4
3. Бег 400 (12)	169,9	5,3	60,6	6,1	52,5	1,7	10,5	2,8
4. Бег 400 с барьерами (7)	170,4	4,2	59,6	4,2	52,6	1,8	10	2,0
5. Конькоб.спорт: спринт (5)	169,5	1,9	61,8	3,2	50,3	2,1	13,8	1,4
6. Шорттрек (22)	164,9	5,1	59,6	5,2	51,5	2,6	13,4	3,2
7. Гребля на байдар. и каное (12)	171,3	4,5	67,9	5,5	49,5	1,2	14,7	2,4
8. Бег 800 м (8)	168,7	4,8	55,4	3,3	51,1	2,2	11,5	1,9
9. Бег 1500 м (5)	164,8	2,4	55,7	2,8	52,0	2,4	10,7	2,4
10. Плавание:								
вольный стиль (9)	171,4	2,8	62,6	5,1	51,2	2,5	14,1	1,7
на спине (2)	170,5	7,1	60,3	0,4	52,6	2,6	13,6	4,6
брасс (5)	172,9	4,2	65,0	5,7	53,7	1,3	11,8	1,4
баттерфляй (4)	173,0	1,7	68,6	7,9	49,2	2,2	17,6	0,9
комплексное (3)	171,1	9,4	61,7	9,4	49,5	1,2	14,0	1,9
Все спортсменки (23)	171,9	4,1	63,8	5,9	51,3	2,0	14,2	1,8
11. Гребля академическая (30)	179,9	3,3	76,7	6,4	51,1	2,4	15,5	4,0
12. Биатлон (26)	165,4	4,7	58,6	5,5	50,7	1,7	12,2	2,3
13. Лыжные гонки (19)	164,3	3,6	58,7	4,4	51,4	1,9	11,1	2,4

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7	8	9
14. Конькоб.спорт: многоборье(11)	168,1	6,5	62,8	5,5	50,4	2,0	14,5	2,9
15. Велоспорт:								
трек (4)	160,1	4,9	59,5	3,3	54,3	2,0	9,2	0,7
BMX (4)	160,5	2,6	56,9	4,8	50	0,4	18,8	2,4
16. Бег 3000 м с препятств. (5)	167,6	9,3	56,2	9,7	50,3	2,8	12,6	4,0
17. Ходьба (2)	160,4	1,6	47,0	2,1	52,1	0,1	11,2	1,3
18. Марафон (3)	162,8	3,0	51,5	1,7	49,2	2,4	10,7	3,1
19. Триатлон (7)	165,9	4,9	51,4	2,1	51,4	2,1	13,5	3,3
20. Баскетбол:								
Защитники (12)	177,7	3,1	69,6	7,7	50,6	3,5	15,5	5,2
Нападающие (13)	183,2	4,0	76,1	6,1	51,4	2,1	15,5	2,8
Центровые (9)	190,1	3,7	83,0	7,8	51,8	0,8	14,6	2,6
Вся команда (34)	182,8	8,1	74,6	8,2	50,9	2,3	15,5	3,5
21. Волейбол:								
связующие (3)	176,4	1,4	66,3	1,5	52,0	1,3	12,9	3,0
блокирующие (7)	190	4,5	77,0	5,4	52,3	2,4	13,9	2,5
доигровщики (11)	189,5	6,2	74,1	4,7	51,5	1,4	13,3	3,2
либеро (3)	170,6	2,3	62,0	1,8	52,2	2,1	13,2	3,0
Вся команда (24)	185,6	4,6	72,5	4,1	51,9	1,8	13,4	2,9
22. Футбол:								
вратари (2)	172,4	1,6	71,1	1,7	51,2	0,2	13,5	1,6
защитники (8)	166,2	4,0	60,7	7,0	49,9	3,2	17,2	5,8
полузащитники (7)	160,7	2,0	55,0	3,7	49,4	2,7	17,5	6,1
нападающие (5)	164,4	7,8	55,6	3,0	49,7	3,1	17,3	2,2
Вся команда (22)	164,6	4,0	58,7	4,6	49,8	2,7	17,0	4,7

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7	8	9
23. Вольная борьба:								
48-51 кг (8)	154,8	4,6	54,4	2,8	51,2	2,4	13,0	2,2
55-59 кг (6)	161,5	4,0	61,7	2,2	50,8	1,7	14,3	2,7
63-67 кг (4)	163,1	2,4	66,7	2,3	50,6	0,9	14,0	3,9
72 кг (2)	170,3	3,2	79,2	1,4	53,0	1,3	14,3	5,4
24. Фехтование:								
Рапира (12)	170,3	6,4	65,8	10,6	54,1	1,5	10,9	1,9
Шпага (17)	171,2	2,9	65,0	1,3	53,6	0,2	13,4	4,0
25. Синхронное плавание (11)	168,2	6,2	57,9	3,1	51,0	1,6	14,7	3,7
26. Прыжки в воду (6)	158,5	5,6	52,9	7,1	48,2	2,3	14,4	1,6
27. Прыжки в высоту (10)	177,2	4,2	61,6	4,4	53,2	1,9	10,8	1,8
28. Прыжки с шестом (5)	166,1	3,6	59,1	2,5	52,4	3,5	12,2	3,6
29. Прыжки в длину (6)	174,8	5,3	62,3	2,4	53,8	1,7	11,1	1,9
30. Тройной прыжок (3)	169,5	7,1	60,4	5,2	54,0	2,6	11,0	0,7
31. Многоборье (5)	177,8	6,4	67,9	5,1	52,4	1,4	12,8	2,6
32. Современное пятиборье (13)	166,8	5,3	57,4	3,6	52,9	2,1	12,6	2,4
33. Метание молота (5)	170,3	9,3	74,7	7,4	51,3	1,1	16,4	3,5
34. Метание диска (2)	182,9	5,2	97,0	25,2	52,0	1,4	19,6	6,6

Абрамова Тамара Федоровна
Никитина Татьяна Михайловна
Кочеткова Наталья Ивановна

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ –
ПОКАЗАТЕЛИ ПРИГОДНОСТИ, ОБЩЕЙ
ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ И КОНТРОЛЯ
ТЕКУЩЕЙ И ДОЛГОВРЕМЕННОЙ АДАПТАЦИИ
К ТРЕНИРОВОЧНЫМ НАГРУЗКАМ**

Учебно-методическое пособие

Подписано в печать 15.12.2010. Формат 60x84¹/₁₆.
Гарнитура NewtonС. Печать офсетная.
Усл.п.л. 6,5. Тираж 200. Заказ 1979

ООО «ТВТ Дивизион»
e-mail: sportbooks@mail.ru

Отпечатано в ООО «Типография «САРМА».
г. Подольск, ул. Правды, д.30