

Сбор данных для разработки модельных характеристик лыжников и биатлонистов по ключевым параметрам и этапам подготовки

Сбор данных для разработки модельных характеристик лыжников-гонщиков и биатлонистов по ключевым параметрам и этапам подготовки в 2022 году проводился сотрудниками НИИ ДЭУ СибГУФК в три этапа на базе «Жемчужины Сибири» г. Тюмень. Первый этап проходил с 16.07 по 21.07.2022. Второй этап проходил с 09.10 по 11.10.2022. Третий этап проходил с 04.11 по 10.11.2022. В исследовании принимали участие лыжники-гонщики и биатлонисты ОСШОР им. Л.Н. Носковой.

В ходе наших исследований с 2019 по 2022 год накоплен большой массив данных показателей физического, психофизиологического развития и специальной подготовленности лыжников-гонщиков и биатлонистов на тренировочном этапе и этапе совершенствования спортивного мастерства, которые и легли в основу разработки модельных характеристик.

Для определения границ диапазонов модельных характеристик морфофункционального развития, психофизиологических модельных характеристик, модельных характеристик специальной физической подготовленности мы применили метод последовательных интервалов, согласно которому верхняя граница одного интервала является одновременно нижней границей другого интервала. Средним значениям соответствовали показатели в диапазоне от $x-0,5\sigma$ до $x+0,5\sigma$. Соответственно, значения показателей выше $x+0,5\sigma$ относили к шале выше средней, а значения показателей от $x-0,5\sigma$ и ниже – к шале ниже среднего (А.П. Сергиенко, 2013).

Спортивный отбор спортсменов по физическому развитию осуществляется путем соотнесения индивидуальных морфофункциональных показателей спортсменов с морфологической моделью для конкретного вида спорта. Среди морфофункциональных характеристик выделяют устойчивые показатели (длина тела, обхваченные размеры тела, продольные и поперечные размеры тела) и лабильные компоненты массы тела (жировая и мышечная масса) (Т.Ф. Абрамова, 2013).

Соответствие морфофункциональной модели создает основу, базовое преимущество для успешного прогрессирования в том или ином виде спорта. Несоответствие морфофункциональной модели требует высокой активности дополнительных компенсаторных механизмов и повышает риск снижения адаптационных процессов (Т.Ф. Абрамова, 2013).

Морфологические характеристики лыжников-гонщиков определяли общепринятым методом (Т.Ф. Абрамова, 2013). Биоимпедансный анализ проводился при помощи биоимпедансного анализатора обменных процессов и состава тела АВС-01 «МЕДАСС» с использованием базовой программы АВС01-0362. Выбор этого прибора для измерения лабильных компонентов массы тела продиктован его небольшими габаритами и простого

использования, что создает большие преимущества в его транспортировке и эксплуатации этого прибора в условиях тренировочных мероприятий (тренировочных сборов, соревнований).

Статистическая обработка результатов исследования проводилась при помощи компьютерной программы STATISTICA 12.0 (Stat Soft.inc) и статистического метода Манна-Уитни.

Наибольшее значение для большинства видов спорта имеют морфологические показатели, как определяющие соответствие энергетическим и биомеханическим требованиям вида спорта.

В таблице 1 представлены морфологические показатели у лыжниц-гонщиц на этапе совершенствования спортивного мастерства.

Таблица 1 – Морфологические показатели у лыжниц-гонщиц на этапе совершенствования спортивного мастерства

Этапы спортивной подготовки	Возраст, лет	Рост, см	Масса тела, кг	ИМТ, у.е.
Лыжницы-гонщицы на этапе совершенствования спортивного мастерства	15,8 ± 0,8	164,3 ± 5,2	55,8 ± 5,7	20,7 ± 1,5

В таблице 2 представлены морфологические показатели у лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства.

Таблица 2 – Морфологические показатели у лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства

Этапы спортивной подготовки	Возраст, лет	Рост, см	Масса тела, кг	ИМТ, у.е.
Лыжники-гонщики на этапе совершенствования спортивного мастерства (n=23)	16,0 ± 0,7	177,0,3 ± 5,8	66,5 ± 8,1	21,2 ± 2,1

В таблице 3 представлены показатели лабильных компонентов состава тела у лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства.

Таблица 3 – Показатели лабильных компонентов состава тела у лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства

Этапы спортивной подготовки	Жировая масса, %	Доля активной клеточной массы, %	Доля скелетно-мышечной массы, %
Лыжники-гонщики на этапе совершенствования спортивного мастерства (n=23)	16,5 ± 3,8*	62,9 ± 2,2	58,5 ± 1,9

В ряде исследований для определения функциональной готовности спортсмена используют еще один показатель компонентного состава тела – фазовый угол (Д.В. Николаев, 2009; А.С. Самойлов, С.М. Разинкин, В.В. Петрова, П.А. Фомкин, 2018). По показателю фазового угла характеризуют скорость метаболических процессов. Чем выше данный показатель, тем с большей вероятностью можно говорить о преобладании анаболических процессов в организме спортсменов. Более низкие значения фазового угла могут свидетельствовать о преобладании катаболических процессов в организме (Д.В. Николаев, 2009; А.С. Самойлов, С.М. Разинкин, В.В. Петрова, П.А. Фомкин, 2018).

Как и для других показателей лабильных компонентов массы тела, основная проблема с использованием показателя фазового угла связана с установлением адекватных границ для оценки функционального состояния и функциональной готовности спортсмена. В научно-методической литературе отмечается, что более характерными значениями диапазона фазового угла для спортсменов являются значения от 7,8° до 10°. Значения, превышающие 10°, свидетельствуют не о высокой скорости метаболических процессов в организме спортсмена, а скорее об артефактах при проведении тестирования (Д.В. Николаев, 2009; А.С. Самойлов, С.М. Разинкин, В.В. Петрова, П.А. Фомкин, 2018). К нормальным значениям фазового угла относят показатели в диапазоне от 5,4° до 7,8° (Д.В. Николаев, 2009; А.С. Самойлов, С.М. Разинкин, В.В. Петрова, П.А. Фомкин, 2018).

В таблице 4 представлены показатели фазового угла у лыжниц-гонщиц и лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства.

Таблица 4 – Показатели фазового угла у лыжниц-гонщиц и лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства и на этапе высшего спортивного мастерства

Этапы спортивной подготовки	Фазовый угол, °	
	Лыжницы-гонщицы	Лыжники-гонщики
	А	В
Этап совершенствования спортивного мастерства	7,8 ± 0,6	8,2 ± 0,6

В исследовании установлено, что показатели фазового угла у лыжниц-гонщиц и лыжников-гонщиков не имеют различий. Показатели фазового угла у лыжниц-гонщиц и лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства высокие.

Проведенные нами исследования позволили разработать модельные характеристики лабильных компонентов массы тела лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства (таблица 5).

Таблица 5 – Модельные характеристики лабильных компонентов массы тела лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства

Лыжники-гонщики на этапе совершенствования спортивного мастерства	Лабильные компоненты массы тела					
	Рост, см	Тощая масса, кг	Жировая масса, %	Доля активной клеточной массы, %	Доля скелетно- мышечной массы, %	Фазовый угол, °
лыжники-гонщики	174,8-179,4	59,0-62,4	12,0-15,7	61,8-64,0	57,6-59,5	7,8-10,0
лыжницы	162,9-168,4	43,1-47,2	18,6-23,6	60,2-62,6	50,7-54,1	7,8-10,0

Проведенные нами исследования и многолетний опыт применения показателей физического развития для отбора лыжников-гонщиков, а также оценки их функционального состояния показал, что ни один из этих показателей при их изолированном использовании не обладает высокой информативностью. В связи с чем, при проведении отбора лыжников-гонщиков на этапах многолетнего совершенствования стоит учитывать совокупность морфологических и функциональных характеристик и их пропорций в динамике изменения в годичном макроцикле. Разовое исследование морфологических показателей и показателей компонентного состава тела в большей степени будет характеризовать фактическое текущее функциональное состояние спортсмена на момент исследования на конкретном этапе годичного цикла подготовки. По однократному проведенному тестированию физического развития лыжников-гонщиков невозможно сделать правильное заключение о перспективности спортсмена, поскольку наследственные механизмы физического развития реализуются по определенному плану только при оптимальных условиях адаптации к тренировочному процессу и соревновательной деятельности.

Повышение массы тела за счет мышечного компонента может рассматриваться, как увеличение белкового синтеза и активности анаболических процессов в организме спортсменов (Т.Ф. Абрамова, 2013). Повышение массы тела за счет жирового компонента указывает на сниженную активность жирового обмена, снижение возможностей энергообеспечения (Т.Ф. Абрамова, 2013). Именно такой вариант динамики изменения жирового и мышечного компонентов тела наблюдается в представленном примере. Указанные изменения морфофункциональных показателей приводят к снижению специальной выносливости (рисунок 1).

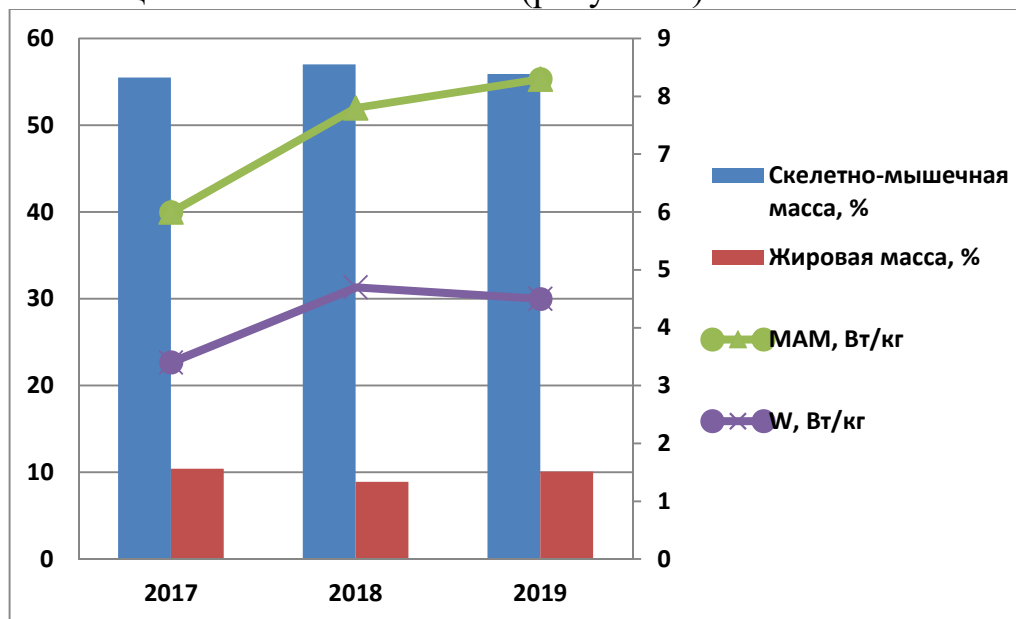


Рисунок 1 – Соотношение специальной работоспособности лыжника-гонщика при работе руками с показателями компонентного состава тела

По рисунку можно увидеть, что у лыжника прирост показателей работоспособности наблюдался в 2018 году, как раз когда показатели мышечного компонента у него были самые высокие (57%), а показатель жирового компонента был самый низкий – 8,9%. В 2019 году у спортсмена произошло снижение мышечного компонента до 55,9% и увеличилась жировая масса – 10,1%. На фоне изменения компонентного состава тела произошло изменение показателей специальной работоспособности. Причем, показатели скоростно-силовых возможностей увеличились на 0,5 Вт/кг, а показатели силовой выносливости – снизились. По рисунку видно, что снизился показатель максимальной мощности в ступенчатом тесте на лыжном эргометре Concept SkiErg. Если в 2018 году спортсмен в ступенчатом тесте показал максимальную мощность 4,7 Вт/кг, то в 2019 году этот показатель упал до 4,5 Вт/кг. Снизился так же показатель мощности на уровне анаэробного порога при работе руками. В 2018 году этот показатель у спортсмена составлял 3,5 Вт/кг, а в 2019 году – 3,4 Вт/кг.

Кроме показателей работоспособности, у спортсмена снизились так же показатели максимальной анаэробной мощности: максимальное накопление лактата на пике мощности ступенчатого теста на лыжном эргометре Concept SkiErg (с 11,4 ммоль/л в 2018 г. до 7,66 ммоль/л в 2019 г.) и максимальные показатели ЧСС (со 186 уд/мин в 2018 г. до 180 уд/мин в 2019 г.).

Таким образом, снижение показателей работоспособности в представленном примере у спортсмена произошло в совокупности с изменением компонентного состава тела и, возможно, как раз и связано со значительным повышением энергетической стоимости выполняемой физической нагрузки на фоне общего снижения энергообеспечения.

Если бы не было данных динамических исследований, прогнозировать снижение специальной работоспособности и/или установить причины ее снижения было бы крайне сложно, ведь изолированно, показатели спортсмена входят в референтные границы представленных модельных характеристик.

Специальная подготовленность определяется с использованием физических упражнений, в которых сохраняется основной стереотип соревновательных двигательных действий лыжников-гонщиков. Указанным требованиям в большей степени удовлетворяет лыжный эргометр Concept SkiErg, основу двигательного действия в котором составляет имитация одновременного бесшажного лыжного хода.

В 2019 году нами были разработаны и представлены нормативы и оценочные шкалы показателей скоростно-силовых способностей и выносливости мышц плечевого пояса у лыжников-гонщиков и биатлонистов на разных этапах спортивной подготовки (Е.А. Реуцкая, Н.С.Загурский, Я.С. Романова, 2019).

С 2019 по 2022 гг. нами было проведено большое количество тестирований в рамках этапного комплексного контроля спортивного отбора лыжников-гонщиков. В результате проведенных исследований мы проверили пригодность разработанных нормативов и оценочных шкал для оценки показателей скоростно-силовых способностей и выносливости мышц

плечевого пояса у лыжников-гонщиков и лыжниц на этапе совершенствования спортивного мастерства.

У лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства только 38% лыжников и 62% лыжниц выполняют норматив средний и выше среднего уровня скоростно-силовых способностей мышц плечевого пояса (таблица 6).

Таблица 6 – Количество лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства, выполнивших нормативы оценки скоростно-силовых способностей и силовой выносливости мышц плечевого пояса (%)

Показатели	Лыжники-гонщики n=75	Лыжницы-гонщицы n=75
Скоростно-силовые способности мышц плечевого пояса		
Относительная максимальная мощность, Вт/кг	38	62
Выносливость мышц плечевого пояса		
Время работы в тесте, мин	35	33
Максимальная аэробная мощность, Вт	34	33

По показателям выносливости мышц плечевого пояса всего около 35% лыжников и лыжниц выполняют норматив среднего и выше среднего уровня силовой выносливости.

Полученные результаты исследования дают основание для внесения коррективов в разработанные ранее нормативные оценки специальной подготовленности мышц плечевого пояса лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства.

В таблице 7 представлены уточненные нами оценочные шкалы показателей специальной подготовленности мышц плечевого пояса для лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства.

Таблица 7 – Уточненные в ходе исследования оценочные шкалы показателей специальной подготовленности мышц плечевого пояса для лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства

Показатели	Уровень	Уточненные нормативы	Разработанные в 2019 г.
Скоростно-силовые способности мышц плечевого пояса			
Абсолютная мощность, Вт	ниже среднего	≤ 342	≤ 367
	средний	343-432	368-468
	выше среднего	≥ 433	≥ 469
Относительная максимальная мощность, Вт/кг	ниже среднего	$\leq 5,1$	$\leq 5,4$
	средний	5,2-6,4	5,5-6,6
	выше среднего	$\geq 6,5$	$\geq 6,7$
Выносливость мышц плечевого пояса			
Время работы в тесте, мин	ниже среднего	$\leq 10,4$	$\leq 12,9$

	средний	10,5-14,3	13,0-15,7
	выше среднего	$\geq 14,4$	$\geq 15,8$
Максимальная аэробная мощность, Вт	ниже среднего	≤ 215	≤ 233
	средний	216-253	234-273
	выше среднего	≥ 254	≥ 274

В связи с тем, что большая часть лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства не выполняет нормативы скоростно-силовых способностей и выносливости мышц плечевого пояса, новые разработанные шкалы дифференцированной оценки пришлось скорректировать в сторону снижения показателей.

Аналогичным образом пришлось скорректировать и оценочные шкалы показателей специальной подготовленности мышц плечевого пояса лыжниц на этапе совершенствования спортивного мастерства (таблица 8).

Таблица 8 – Уточненные в ходе исследования оценочные шкалы показателей специальной подготовленности мышц плечевого пояса для лыжниц на этапе совершенствования спортивного мастерства

Показатели	Уровень	Уточненные нормативы	Разработанные в 2019 г.
Скоростно-силовые способности мышц плечевого пояса			
Абсолютная мощность, Вт	ниже среднего	≤ 209	≤ 211
	средний	210-255	212-268
	выше среднего	≥ 256	≥ 269
Относительная максимальная мощность, Вт/кг	ниже среднего	$\leq 3,7$	$\leq 3,7$
	средний	3,8-4,5	3,8-4,5
	выше среднего	$\geq 4,6$	$\geq 4,6$
Выносливость мышц плечевого пояса			
Время работы в тесте, мин	ниже среднего	$\leq 8,8$	$\leq 9,2$
	средний	8,9-10,9	9,3-11,4
	выше среднего	$\geq 11,0$	$\geq 11,5$
Максимальная аэробная мощность, Вт	ниже среднего	≤ 141	≤ 145
	средний	142-168	146-173
	выше среднего	≥ 169	≥ 174

В качестве основных показателей для разработки модельных характеристик скоростно-силовых способностей мышц плечевого пояса лыжников-гонщиков были выбраны относительные максимальные показатели мощности в тесте МАМ. Для оценки силовой выносливости мышц плечевого пояса лыжников-гонщиков в качестве модельных характеристик были выбраны относительные максимальные показатели мощности, характеризующие максимальную работоспособность в ступенчатом тесте.

Использование разработанных модельных характеристик позволяет установить необходимый уровень специальной подготовленности мышц плечевого пояса лыжников-гонщиков для достижения высоких показателей соревновательной деятельности, а также для идентификации лыжников-гонщиков с лучшими перспективами на успех при совершенствовании специальной подготовленности мышц плечевого пояса.

Нами было проведен анализ динамики прироста показателей скоростно-силовых способностей и выносливости мышц плечевого пояса у лыжников-гонщиков и лыжниц-гонщиц на этапе совершенствования спортивного мастерства в ходе многолетней подготовки. Исследование проводилось с 2016-2022 гг.

Прирост показателей скоростно-силовых способностей и выносливости мышц плечевого пояса у лыжников-гонщиков рассчитывался при помощи формулы С. Бруды (1), %:

$$W = \frac{(V2 - V1) * 100\%}{0,5 * (V2 + V1)} \quad (1)$$

где V2 – текущий показатель;

V1 – исходный показатель.

Проведенные нами исследования показали, что прирост показателей специальной подготовленности мышц плечевого пояса носит достаточно индивидуальный характер. Наибольшая вариативность прироста показателей скоростно-силовых способностей и выносливости мышц плечевого пояса наблюдается в течение одного годового макроцикла.

В таблице 9 представлена динамика изменения показателей специальной подготовленности мышц плечевого пояса у лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства за один спортивный сезон.

Таблица 9 – Динамика изменения показателей специальной подготовленности мышц плечевого пояса у лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства за один спортивный сезон

Лыжники	Скоростно-силовые способности		Силовая выносливость	
	Абсолютная мощность, Вт	Относительная максимальная мощность, Вт/кг	Время работы в тесте	Максимальная аэробная мощность, Вт
лыжники-гонщики	31,0 ± 10,0	29,1 ± 11,6	-0,5 ± 10,2	0,6 ± 7,1
лыжницы	28,6 ± 12,6	19,5 ± 12,4	21,0 ± 32,9	4,2 ± 8,1

Проведенные исследования показали у лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства наблюдается индивидуальная динамика изменения показателей специальной подготовленности мышц плечевого пояса за один спортивный сезон, о чем свидетельствуют достаточно большие разбросы показателей.

Большие разбросы динамики изменения показателей специальной подготовленности мышц плечевого пояса наблюдаются у лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства и за два спортивных сезона (таблица 10).

Таблица 10 – Динамика изменения показателей специальной подготовленности мышц плечевого пояса у лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства за два спортивных сезона

Лыжники	Скоростно-силовые способности		Силовая выносливость	
	Абсолютная мощность, Вт	Относительная максимальная мощность, Вт/кг	Время работы в тесте	Максимальная аэробная мощность, Вт
лыжники-гонщики	19,2 ± 37,6	5,9 ± 30,6	5,4 ± 19,1	6,9 ± 17,2
лыжницы	20,4 ± 17,1	12,8 ± 11,2	11,8 ± 18,6	3,7 ± 12,6

Таким образом, в ходе исследования были разработаны:

- модельные характеристики лабильных компонентов массы тела лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства при использовании метода биоимпедансометрии,

- пересмотрены и уточнены нормативы и оценочные шкалы показателей скоростно-силовых способностей и выносливости мышц плечевого пояса для лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства.

1. Абрамова Т.Ф., Никитина Т.М., Кочеткова Н.И. Лабильные компоненты массы тела – критерии общей физической подготовленности и контроля текущей и долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам. Методические рекомендации. – М.: Скайпринт, 2013. – 132 с.
2. Гирш Я.В., Герасимчик О.А. Роль и место биоимпедансного анализа в оценке состава тела детей и подростков с различной массой тела // Бюллетень сибирской медицины. – 2018. – № 17 (2). – С. 121-132.
3. Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела человека. – М., 2009. – 392 с.
4. Реуцкая Е.А., Загурский Н.С., Романова Я.С. Совершенствование физической подготовки лыжников-гонщиков на этапах многолетней подготовки: методические рекомендации. – Омск: ЮНЗ, 2019. – 93 с.
5. Самойлов А.С., Разинкин С.М., Петрова В.В., Фомкин П.А., [и др.]. Исследование адаптационных и функциональных резервов спортсменов спортивных сборных команд Российской Федерации по летним олимпийским видам спорта в различные периоды медицинских обследований и наблюдений, и коррекции их функциональной готовности и психоэмоционального состояния: методические рекомендации. – М.: ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2018. – 77 с.
6. Шагарова Е.А., Горская И.Ю. Актуальность подготовки лыжников-универсалов в лыжных гонках // Физическая культура, здравоохранение и образование. – 2021. – С. 293-298.

