

ДИНАМИКА ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ, ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ У ЛЫЖНИКОВ НА ЭТАПАХ «СПОРТИВНОГО» ОНТОГЕНЕЗА С УЧЕТОМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗРЕЛОСТИ

Т.Ф. Абрамова¹, А.И. Головачев¹, Т.М. Никитина¹, Н.И. Кочеткова¹, О.А. Гилярова²

¹ ФГБУ ФНЦ ВНИИФК, Москва

² НИИ и Музей антропологии МГУ, Москва

Достижение высоких результатов в современном спорте во многом лимитируется высокой интенсификацией тренировочных нагрузок при отсутствии учета закономерностей роста, биологического созревания, становления ведущих систем энергообеспечения деятельности. Изучалась возрастная динамика особенностей телосложения, биологического возраста, показателей работоспособности и энергообеспечения у 696 лыжников гонщиков 11–28 лет от этапа начальной ориентации и отбора до этапа высшего спортивного мастерства. Методы: антропометрия; калиперометрия; оценка биологического возраста; биохимический анализ крови (лактат); функциональное тестирование (анаэробная, аэробная и общая работоспособность, параметры внешнего дыхания); тестирование скоростно-силовых качеств мышц рук и ног; регистрация ЧСС. Выявлено влияние полового созревания на становление функционального статуса и гетерохронию развития основных систем энергообеспечения, а также силовых возможностей верхних и нижних конечностей у спортсменов лыжников на этапах спортивного становления. Показан приоритетный рост показателей телосложения и мощности всех систем энергообеспечения на этапе начала – середины пубертата при последующей дифференциации их становления по мере синхронизации развития мощностных и регуляторных характеристик во взаимосвязи с целостным развитием систем жизнеобеспечения.

Ключевые слова: телосложение, ростовое и биологическое развитие, аэробная и анаэробная работоспособность, скоростно-силовые качества, лыжники

Программа лыжного спорта медалелмка, что имеет большое значение для развития олимпийского движения и государственного престижа России на международной арене. В то же время результаты лыжников-гонщиков в последние десятилетия не всегда соответствуют международному уровню. Ведущим системоопределяющим фактором снижения уровня и устойчивости результатов является выраженная коммерциализация спорта. Жесткий регламент сроков проведения этапов Кубка мира, расширение программы летних соревнований требуют на всем протяжении годового цикла высокого уровня физической подготовленности с ориентацией на формирование пика спортивной формы – не один, а несколько раз в сезоне не только у взрослых, но и юных спортсменов. Подобные изменения предопределяют

раннюю специализацию с изменением баланса общей и специальной физической подготовки при нарастании интенсификации тренировочной работы, меняют хронологический ритм в структуре нагрузок недельного, месячного и годового циклов подготовки, приводя к изменению алгоритма формирования адаптации организма спортсмена в процессе спортивного роста. Вынужденное нарастание напряженности функционирования систем жизнеобеспечения в условиях напряженной мышечной деятельности приводит к снижению функциональных возможностей организма, в частности, подсистем, обеспечивающих адаптацию к тренировочным нагрузкам, и кроме того отрицательно влияет на здоровье в целом, что, по сути, является определяющим и лимитирующим в формировании физического потенциала и специаль-

ной подготовленности юного спортсмена на пути квалификационного становления.

Указанные позиции формируют необходимость не столько поиска новых критериев спортивной одаренности и методов отбора перспективных спортсменов, сколько переориентацию используемых технологий отбора на технологии оптимизации реализации потенциала юных спортсменов. Это, в свою очередь, требует знания о темпоритмовых характеристиках становления основных показателей физической подготовленности, включающих как функциональные возможности, так и уровень развития основных физических качеств, обеспеченных возрастным развитием и специализированным воздействием спорта и их дифференцированной значимости на этапах спортивного становления [Иорданская, 2011].

Физическая подготовленность лыжников гонщиков в соответствии с требованиями соревновательной деятельности (дистанции от 1.6–1.2 до 50–30 км у мужчин и женщин, соответственно) определяется развитием основных физических качеств, среди которых выносливость, скоростная и силовая выносливость, сила и быстрота базируются на развитии основных систем энергообеспечения: окислительной, лактаcidной и фосфатной.

Многочисленные данные возрастной физиологии и биохимии свидетельствуют о неравномерном развитии, как энергетических источников, так и соответствующих им физиологических механизмов, причем такая гетерохрония определяет качественное своеобразие мышечной энергетики на отдельных этапах онтогенеза [Сонькин, Тамбовцева, 2011].

Онтогенез человека представляет собой строго регулируемую последовательность смены фаз морфофизиологических изменений в организме, эволюционно сложившуюся и взаимообуславливающую преемственность фаз морфогенеза. Регуляция процессов развития адаптации человека находится под жестким контролем генотипа, который во взаимодействии с факторами внешней среды формирует индивидуальную варибельность, определяя в каждый данный момент развития вариант реализации фенотипа человека. Спортивная тренировка является могучим внешним раздражителем, оказывающим модифицирующее влияние на развитие морфофизиологических признаков и их физиологических проявлений [Тимакова, 2006].

«Спортивный онтогенез» охватывает период второго детства (8–12 лет – для мальчиков и 8–11 лет для девочек; подростковый возраст (13–16 лет для мальчиков и 12–15 лет для девочек),

юношеский возраст (17–21 год – юноши, 16–20 лет – девушки) и первый период зрелого возраста (22–35 лет – мужчины, 21–35 лет – женщины). Наиболее важным в заинтересованном аспекте является подростковый возраст, с одной стороны, как возраст подготовки резерва для сборных команд страны, а с другой стороны, как возраст прохождения критического периода полового созревания с окончательным завершением становления гормонального статуса и морфологических, физиологических и психологических функций, существенно отличающих подростков от детей и взрослых [Баранов, Щеплягина, 2006].

Вместе с тем, известна широкая индивидуальная изменчивость прохождения пубертатного периода, что проявляется в сроках начала, темпе и ритме процессов созревания систем, отдельных органов и звеньев. Уровень зрелости, реально достигнутый индивидом, определяется биологическим возрастом, который отражает развитие гормональных, биохимических, морфологических, физиологических показателей, с одной стороны, обуславливая, с другой, отражая готовность индивида к развитию и проявлению характеристик физической подготовленности. Знание биологического возраста способствует адекватной оценке текущих и потенциальных возможностей спортсмена, определяя соответствующий выбор средств и методов подготовки в педагогической практике. Однако оптимизация средств воздействия определяется в том числе и знанием реальных позиций возрастного становления отдельных компонентов физической подготовленности на этапах спортивного совершенствования.

Это в совокупности и обусловило комплексное исследование возрастной изменчивости показателей физической подготовленности лыжников гонщиков на этапах спортивного онтогенеза от начальной подготовки до уровня высшего спортивного мастерства с учетом морфологических показателей роста и биологического развития.

Цель исследования – изучить соизменчивость показателей телосложения, физической подготовленности лыжников гонщиков в процессе роста и развития на этапах спортивного совершенствования.

Материалы и методы исследования

Исследование представляет собой обобщение, анализ и систематизацию ретроспективных данных комплексных обследований спортсменов, проведенных научными сотрудниками ФГБУ ФНЦ

Таблица 1. Характеристика контингента испытуемых

Возраст, лет	Количество, чел.	Стаж, лет	Квалификация (%)					
			II разр	I разр.	КМС	МС	МСМК	ЗМС
11–12	8	2.6	20.0	80.0				
13–14	30	4.3	6.7	90.0	3.3			
15–16	146	5.4	0.7	90.4	6.2	2.7		
17–18	178	7.2		38.2	42.7	19.1		
19–22	226	10.2		4.0	19.9	62.8	13.3	
23	29	11.4		3.4	6.9	44.8	44.8	
24	25	12.7		4.0		36.0	60.0	
25	19	14.9			5.3	21.0	73.7	
26	13	16.0			7.7		92.3	
27	11	15.6				27.2	72.8	
28	11	16.7			9.1	9.1	81.8	

ВНИИФК в течение 1993–2009 гг. Тестирования спортсменов, имеющих допуск к занятиям спортом, проводились в подготовительном периоде подготовки.

Обследовано 696 спортсменов лыжников мужчин в возрасте 11–28 лет (88% – русские, 12% – коми, удмурты, татары), стаж занятий – 3–20 лет, квалификация – от II разряда до мастера спорта международного класса (табл. 1). Составление возрастных групп ориентировано на возрастную периодизацию биологического созревания (допубертатный, начало и конец пубертатного периода) и спортивную (юноши и молодежь) при отдельном рассмотрении каждого возраста на этапе высшего спортивного мастерства. Обследование носило поперечный (динамический – 45% всех испытуемых) и продольный варианты наблюдений.

Методы исследования: антропометрия – тотальные размеры тела, обхватные размеры конечностей и кожно-жировые складки [Бунак, 1941; Matiegka, 1921]; оценка биологического возраста [Штефко, Островский, 1929]; функциональное тестирование на беговом тредбане со ступенчато возрастающей нагрузкой до «отказа» (начальная скорость передвижения – 2.0–3.0 м/с в соответствии с возрастом, угол наклона тредбана – 1 градус, увеличение нагрузки через каждые 3 минуты на 0.5 м/с; 60-секундное ускорение, выполняемое с максимальной мощностью на велоэргометре «Mopark»; измерение параметров внешнего дыхания автоматическим газоанализатором «Cortex», регистрация АД, ЧСС, определение концентрации лактата (до, во время работы и в период

восстановления); методы оценки скоростно-силовых возможностей рук и ног с использованием тензометрической платформы и тренажера инерционного типа. Определялись тотальные размеры тела, лабильные компоненты состава массы тела, развитие вторичных половых признаков (Ах, Рв, С, суммарный бал – СБ); аэробная производительность (ступенчатый тест: время работы; максимальная скорость бега; максимальная вентиляция легких – МВЛ; максимальное потребление кислорода – МПК – абс. и отн.; дыхательный коэффициент – ДК; коэффициент использования кислорода – КИО₂; ЧСС макс.; кислородный пульс – КП); аэробно-анаэробная производительность – на уровне анаэробного порога (скорость АНП, потребление кислорода – ПК АНП, лактат); анаэробная производительность (предельная анаэробная мощность, ЧСС, лактат) взрывная сила мышц рук и ног; скоростно-силовая выносливость мышц рук. Математическая обработка: описательная статистика, корреляционный анализ [Дерябин, 2008].

Результаты и обсуждение

Биологическое развитие лыжников гонщиков отличается различной вариабельностью в рассматриваемых возрастных группах с наибольшим индивидуальным разнообразием на этапе прохождения пубертата (13–15 лет) с явным приоритетом направленного или «естественного» отбора

Таблица 2. Распределение балла биологического развития у лыжников различных возрастных групп (%)

Возраст, лет	Балл биологического развития								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
11	100								
12		100							
13			25	25	25				25
14		7.1	7.1	21.4	7.1	7.1	7.1	14.3	28.6
15		3.6	7.1	3.6	3.6	7.1	3.6	10.7	39.2
16							1.4	11.3	87.3
17						1.5		4.5	94.0
18									100

подростков с опережающим типом биологического созревания (табл. 2), при возможном влиянии и занятий активной физической деятельностью.

Изучение влияния биологической зрелости на характеристики ростовых процессов и становления различных сторон физической подготовленности проводилось для групп 13–16 лет в связи с однородностью по биологическому возрасту представителей 11–12 лет и 17–18 лет. Показано, что дифференциация индивидуальных темпов биологического развития оказывает различное по выраженности влияние на становление морфологического статуса и компонентов физической подготовленности на различных стадиях пубертатного периода, отражая динамику варибельности внутригрупповой гетерохронии роста и развития с минимальным количеством связей в группах 13 и 16-летних лыжников (6 и 3 связей, соответственно) и максимальным – в 14 и 15 лет (41 и 50 связей, соответственно) (табл. 3).

На начальном этапе пубертатного периода значимым является развитие отдельных вторичных половых признаков (обволошение подмышечных впадин и лобка). Лыжники 13 лет с более высокой биологической зрелостью отличаются более высокими характеристиками абсолютной мышечной массы, МПК на кг веса, силовой выносливости мышц рук, что сопровождается меньшим максимальным пульсом при более высокой лактатной стоимости выполненной работы.

Спортсмены 14 лет, соответствуя середине пубертатного периода по возрасту и существенно различаясь по степени биологической зрелости, обнаруживают значительно большее влияние биологического развития на комплекс показателей роста и подготовленности. Все частные составляющие и суммарный балл биологической зрелости

прямо и выражено ($r=0.5-0.75$, в среднем 0.63) коррелируют приоритетно с абсолютными величинами морфофункциональных показателей (тотальные размеры тела и развитие мышечной массы); аэробной производительности (МВЛ, МПК, л/мин, КП), взрывной силы ног (время отталкивания), в меньшей мере – с показателями взрывной силы и силовой выносливости рук, анаэробного порога (ПК АНП) и анаэробной (темп работы) производительности. Это в данном возрасте также, как и в предыдущем, приоритетно отражает общебиологическую зависимость показателей функциональной реализации от структурно-морфологических перестроек, происходящих индивидуально гетерохронно под воздействием гормональных изменений в соответствии с биологическим созреванием, до этого времени не выделяя значимого влияния физической подготовки.

У лыжников 15 лет, по возрасту в целом соответствующих завершению периода полового созревания и в 50% случаев практически его завершивших, изменяется распределение связей развития вторичных половых признаков с показателями морфофункционального спектра при небольшом снижении их выраженности ($r=0.45-0.74$, в среднем 0.56). Увеличивается влияние биологического развития на морфологические показатели с включением в число информативных относительное содержание мышечной массы и абсолютной величины жировой массы. Возрастает число связей показателей биологического созревания с показателями аэробной выносливости, среди которых наряду с абсолютными показателями внешнего дыхания появляются скорость и время работы в ступенчатом тесте «до отказа». Среди показателей аэробно-анаэробной производительности на смену ПК приходит скорость АНП; в комплексе

Таблица 3. Взаимосвязь показателей биологической зрелости с морфофункциональными характеристиками и показателями физической подготовленности

Показатели	13 лет				14 лет				15 лет				16 лет			
	Ах	Р	С	СБ	Ах	Р	С	СБ	Ах	Р	С	СБ	Ах	Р	С	СБ
Морфологический статус																
Длина тела, см					.62	.72	.51	.66	.57	.50	.64	.62				
Масса тела, кг					.69	.72	.59	.72	.53	.50	.63	.59				
Мышечная масса, кг	.98				.69	.67	.59	.71	.61	.55	.67	.66				
Мышечная масса, %									.59	.49	.45	.56				
Жировая масса, кг									.49	.43	.44	.49				
Аэробная производительность																
Время работы											.45					
Скорость макс.									.52	.53	.63	.59				
МВЛ					.66	.64	.54	.67	.48	.55	.54	.55				
МПК абс.					.68	.65	.61	.70	.63	.66	.71	.71				
МПК отн.	.96															
ЧСС		-.99														
КП					.73	.70	.64	.75	.66	.65	.69	.72				
ДК													-.30	-.31	-.34	
Лактат		.98														
Аэробно- анаэробная производительность																
Скорость АНП									.50		.54	.52				
ПК АНП, абс.					.54		.55	.54								
Анаэробная (гликолитическая) производительность																
Темп					.59		.54	.56								
Мощность макс., абс..						.51				.42		.55				
Лактат		.99														
ЧСС									-.49							
Силовые проявления рук																
Взрывная сила, абс.					.55			.53	.52	.56	.55	.58				
Выносливость, абс.	.99				.58		.62	.59		.45	.56	.48				
Взрывная сила ног																
Сила макс. абс.						.50										
Время макс.					-.78	-.64	-.59	-.74								

показателей анаэробной производительности приоритет темповых характеристик переходит к мощности. Изменяется влияние биологического возраста на проявления силовых возможностей с приоритетом связи степени выраженности вторичных половых признаков с абсолютными характеристиками взрывной силы и силовой выносливости рук при полном исключении влияния на индивидуальную вариабельность взрывной силы ног. Другими словами, в этом возрасте сохраняется влияние биологического возраста на формирование систем обеспечения деятельности с выделением показателей морфологического толка, дыхательной системы и силовых проявлений мышц рук в рамках общебиологической закономерности: больше размеры – больше функциональные проявления, но также уже прослежива-

ется дифференцирующее влияние биологического возраста на становление способности реализации функциональных возможностей лыжников-гонщиков.

Лыжники 16 лет, в соответствии с представленными данными в 87.3% случаев достигшие дефинитивной зрелости, обнаруживают крайне редкие и низкие связи биологического развития с единственным показателем из комплексов рассматриваемых ($r=0.30-0.34$, средняя – 0.32) – это величина дыхательного коэффициента, которая отрицательно связана с показателями биологического возраста, что также косвенно отражает более раннее становление аэробных возможностей у спортсменов лыжников с завершённым биологическим развитием относительно ретардантов в возрасте 16 лет.

Таблица 4. Тотальные размеры тела, лабильные компоненты массы тела и биологическое развитие лыжников гонщиков в возрасте 11–22 лет

Показатели	11–12 лет		13–14 лет		15–16 лет		17–18		19–22	
	\bar{X}	Σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	Σ
Длина тела, см	141.0	3.81	167.5	8.06	175.7	5.64	176.2	5.86	177.5	6.44
Масса тела, кг	34.3	3.76	53.9	8.98	66.3	7.60	70.5	7.40	73.3	7.45
Мышечная масса, кг	17.0	3.23	28.2	4.91	34.1	4.11	36.7	4.11	38.1	3.99
Мышечная масса, %	49.5	2.13	50.9	2.16	51.2	1.74	51.8	1.93	51.8	1.79
Жировая масса, кг	2.6	1.02	5.4	1.20	6.4	1.78	6.7	1.51	6.9	1.54
Жировая масса, %	7.6	1.12	9.8	1.91	9.6	1.92	9.4	1.57	9.3	1.71
Ах, балл	0.00	0.00	1.3	1.28	2.7	0.74	3.0	0.21	3.0	0
Р, балл	0.00	0.00	2.2	0.70	2.9	0.33	3.0	0.09	3.0	0
С, балл	0.00	0.00	1.4	0.75	1.9	0.42	2.0	0.13	2.0	0
Суммарный балл	0.00	0.00	4.9	2.50	7.5	1.38	8.0	0.32	8.0	0

Таблица 5. Тотальные размеры тела и лабильные компоненты массы тела лыжников гонщиков в возрасте 23–28 лет

Показатели	23 года		24 года		25 лет		26 лет		27 лет		28 лет	
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
Длина тела, см	179.3	5.46	178.7	6.07	178.3	7.91	175.8	5.91	176.1	3.49	176.0	4.92
Масса тела, кг	74.4	7.94	75.6	7.28	74.7	7.96	72.8	3.93	72.9	2.42	73.8	5.84
Мышечная масса, кг	39.1	3.97	39.8	3.78	38.3	4.38	37.6	2.29	37.3	1.72	37.8	2.54
Мышечная масса, %	52.4	1.77	52.2	1.04	51.3	1.61	52.2	1.72	51.2	2.09	51.2	1.91
Жировая масса, кг	6.4	1.59	7.0	1.27	7.1	1.74	6.3	1.22	6.9	1.42	6.7	1.34
Жировая масса, %	8.5	1.46	9.1	1.25	9.5	2.03	8.8	1.42	9.5	1.64	9.0	1.23

Таким образом, биологическое развитие лыжников гонщиков подчиняется общим биологическим закономерностям с наличием возрастной гетерохронии, наиболее значимой в возрасте 14–15 лет, что проявляется и в степени влияния биологического созревания на становление морфофункциональных показателей, соотносясь в общем варианте с известными данными онтогенеза развития компонентов физической подготовленности детей и подростков [Сонькин, Тамбовцева, 2011]. Вместе с тем, установление влияния биологического развития на становление физической подготовленности является лишь пусковым моментом анализа реальной возрастной динамики параметров роста, физических качеств и функциональных возможностей.

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 [Мартыросов, 1998]. Особенности телосложения в двуединой ипостаси объединяют причинно-следственную роль в спорте, с одной стороны, являясь маркерами морфологической пригодности, а с другой, – продуктом, а значит и маркером воздействия спортивной деятельности в соответствии биомеханическим и энергетическим требованиям спорта.

Анализ динамики тотальных размеров тела с учетом степени биологической зрелости показал (табл. 4, 5), что лыжники гонщики на всем рассматриваемом интервале соответствуют возрастным

Таблица 6. Изменение (%) тотальных размеров и лабильных компонентов массы тела у лыжников-гонщиков в возрасте 11–22 лет

Показатели	Возраст, лет				
	11–12 – 13–14	13–14 – 15–16	15–16 – 17–18	17–18 – 19–22	11–22
Длина тела	18.8	4.9	0.3	0.7	25.9
Масса тела	57.1	23.1	6.3	4.0	113.8
Мышечная масса, кг	65.8	20.9	7.5	3.8	123.9
Мышечная масса, %	2.8	0.6	1.2	0.08	4.7
Жировая масса, кг	108.5	18.8	4.2	2.2	163.8
Жировая масса, %	29.5	-2.8	-1.7	-1.1	22.5

нормам длины и массы тела [Ананьева с соавт., 1995].

Длина и масса тела в группах лыжников достоверно возрастают в период от 11–12 до 17–18 лет, их изменения в старших группах не достоверны, определяются в большей мере индивидуальной вариабельностью. Наибольший прирост длины тела отмечается в период от 11–12 до 13–14 лет, что в нашей выборке соответствует прохождению первой половины пубертатного периода (табл. 6). В период от 13–14 до 15–16 лет ростовые процессы существенно замедляются, а в периоды 15–16 – 17–18 – 19–22 лет скорости роста тела в длину стремятся к нулю, что соотносится с достижением практически завершения биологического созревания. Наибольшие приросты массы тела, так же как и длины тела, наблюдаются в первую половину пубертата (11–12 – 13–14 лет), однако и во второй половине они существенны, отражая доминанту функционального развития в возрасте 13–14 до 15–16 лет. К возрасту 19–22 года масса тела достигает дефинитивных значений и в дальнейшем варьирует в соответствии с индивидуальными особенностями.

Изменения абсолютных величин мышечного и жирового компонентов подчиняются возрастному становлению с учетом биологического возраста – максимальны в период от 11–12 до 13–14 лет, снижаясь по мере прохождения второй половины пубертата, к возрасту завершения пубертата близятся к минимуму. Относительное содержание лабильных компонентов меняется значительно менее выражено, в большей мере отражая повышение уровня физической подготовленности: содержание (%) мышечной и жировой масс максимально повышается также в период начала пубертата, но в последующем содержание жировой массы начинает снижаться, прирост процентного содержания мышечной массы – снижается в период прохождения пубертата, увеличиваясь к воз-

расту его завершения, дальнейшие изменения определяются индивидуальной изменчивостью в условиях занятий спортом.

Таким образом, наибольшие сдвиги в морфологических показателях, обуславливающих физическую подготовленность, происходят в первой половине пубертата, приходящееся у лыжников на возраст с 11–12 до 13–14 лет, во второй половине пубертата – с 13–14 до 15–16 лет скорости изменения снижаются и к интервалу между 15–16 и 17–18 годами становятся минимальными для ростовых процессов и биологического развития, для лабильных компонентов массы тела, отражающих функциональное становление – в период 17–18 и 19–22 лет.

Физическая подготовленность лыжников-гонщиков определялась по комплексу показателей. Как уже говорилось, для оценки физической работоспособности в данном исследовании использовался тест со ступенчато возрастающей нагрузкой до «отказа», что обеспечивало информацию о динамике и максимальных параметрах функциональных возможностей основных систем энергообеспечения мышечной работы. Для количественной оценки уровня физической работоспособности спортсменов наряду с регистрацией времени работы в тесте регистрировалась скорость выполнения работы. Дозирование задаваемой скорости на начальной ступеньке теста определялось возрастом. В возрасте 11–12 лет начальная скорость передвижения составляла 2.0 м/сек, в интервале 13–14 лет – 2.5 м/сек, для более старших лыжников – 3.0 м/с. Нормативы были разработаны в экспериментальных исследованиях в соответствии с данными о том, что целевая функция теста – выход на уровень МПК – реализуется при длительности работы не менее 6–8 мин. Указанные начальные скорости бега обеспечивали решение основной задачи теста.

Таблица 7. Показатели физической работоспособности и систем энергообеспечения у лыжников в возрасте 11–22 лет

Показатели		11–12 лет		13–14 лет		15–16 лет		17–18 лет		19–22 лет	
		\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
Аэробной производи- тельности	Время работы, мин	10.1	2.41	10.6	1.89	11.8	1.71	13.6	1.46	14.1	1.46
	Скорость макс., км/час	11.4	1.67	14.8	1.03	16.0	1.03	17.2	0.90	17.9	0.91
	МВЛ, л/мин	58.8	12.10	115.6	30.04	142.6	24.45	156.9	21.06	162.1	20.36
	МПК, л/мин	2.0	0.32	3.3	0.76	4.2	0.61	4.7	0.54	5.0	0.55
	МПК, мл/мин/кг	56.4	2.89	60.5	5.45	63.2	5.17	66.5	4.75	68.3	4.90
	ЧСС, уд/мин	195.0	6.36	201.9	9.68	200.9	10.16	200.9	7.97	198.0	9.57
	КП, мл/уд	10.2	1.45	16.3	3.94	20.9	3.11	23.3	2.83	25.4	3.23
	ДК, о.е.	1.03	0.04	1.07	0.05	1.07	0.06	1.08	0.09	1.07	0.05
	КИО ₂ , %	3.07	0.49	3.20	0.22	3.31	0.35	3.35	0.31	3.46	0.32
	Лактат п/р, ммоль/л	7.7	1.13	8.5	1.59	10.4	2.11	11.0	2.08	10.3	2.27
Анаэробного порога	Скорость АнП, км/час	10.0	1.48	12.5	0.97	13.4	1.01	14.4	0.94	15.1	0.92
	-“- от макс., %	82.1	1.39	84.5	2.83	83.8	2.79	83.7	3.15	84.4	2.67
	ПО ₂ АнП, мл/мин/кг	47.6	2.58	52.2	4.03	52.8	5.73	55.2	4.96	56.3	4.21
	-“- от МПК отн, %	84.4	3.11	86.4	4.54	83.4	6.03	83.1	4.93	82.5	3.67
	ЧСС, уд/мин	170.2	9.39	184.8	7.47	181.9	9.14	180.8	6.94	177.9	7.75
Гликолити- ческой производи- тельности	Соппротивление, кр	1.92	0.20	3.59	0.59	4.40	0.48	4.76	0.39	4.94	0.38
	Темп, об/мин	76.7	10.80	96.8	9.56	98.7	8.74	100.9	8.81	104.3	7.72
	Мощность макс., кгм/мин	858	173.8	2026	423.4	2523	339.6	2788	324.1	2994	313.4
	-“-, кгм/мин/кг	24.3	4.59	37.5	3.77	38.1	3.40	39.7	3.55	41.0	3.55
	Лактат, моль/л	8.5	0.88	10.5	2.22	11.9	2.13	12.7	2.09	12.2	2.29
	ЧСС, уд/мин	191.2	5.53	195.6	8.26	193.8	9.63	194.0	7.65	191.3	8.39

Для соблюдения методической адекватности в сопоставлении полученных данных в условиях различно задаваемой начальной скорости следует заметить, что дыхательный коэффициент в тесте (ДК) для спортсменов всех возрастных групп не имеет достоверных различий, превышает 1 и находится в интервале 1.03–1.09, что отражает включение анаэробно-гликолитического источника энергии с последующим выделением «неметаболического излишка» CO₂, свидетельствуя достижение истинного максимума потребления кислорода [Issekutz, Rodahl, 1961] в соответствии с международными правилами ВОЗ определения МПК [Larson, 1974]. Кроме того, уровень ДК свидетельствует, что выполненная работа соответствует максимальным возможностям спортсменов на каждом этапе возрастного развития.

Время, равно и скорость работы, основные параметры физической работоспособности, дос-

товерно и практически одинаково увеличиваются в возрастном интервале от 13 до 22 лет на 46.6 и 46.3% (соответственно), варьируя вокруг достигнутого уровня в возрасте 23–28 лет (табл. 7–9). Исключение составляет отсутствие достоверных различий при наличии тенденции по времени работы между группами 11–12 и 13–14 лет. Максимальные приросты времени и скорости не совпадают по возрастным интервалам. Время работы минимально увеличивается от возраста 11–12 лет до 13–14 лет (5.4%), скорость его прироста увеличивается между возрастными интервалами 13–14 и 15–16 лет (11.2%), достигая максимума между интервалами 15–16 лет и 17–18 лет (15.6%), при заметном снижении до 8.2% к периоду достижения дефинитивного статуса (17–18 лет и 19–22 года). Скорость работы, напротив, максимально нарастает (29.3%) в период от препубертата к началу пубертата (11–12 лет и 13–14 лет) при по-

Таблица 8. Показатели физической работоспособности и систем энергообеспечения у лыжников в возрасте 23–28 лет

Показатели	23 года		24 года		25 лет		26 лет		27 лет		28 лет		
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	
Аэробной производи- тельности	Время работы, мин	14.4	1.12	14.3	1.98	14.9	1.05	14.4	2.09	14.7	1.21	14.1	1.22
	Скорость макс., км/час	17.7	0.67	17.6	1.18	18.0	0.60	17.6	1.26	17.8	0.72	17.5	0.74
	МВЛ, л/мин	157.8	28.27	161.9	28.76	164.9	21.90	156.9	22.14	154.9	21.89	146.0	14.91
	МПК, л/мин	5.0	0.55	5.0	0.82	5.1	0.63	5.0	0.42	4.9	0.28	4.8	0.39
	МПК, мл/мин/кг	67.2	4.47	65.7	7.75	68.4	4.13	68.2	5.04	67.1	3.16	64.9	2.86
	ЧСС, уд/мин	194.8	9.18	198.0	6.93	194.7	7.96	196.3	10.12	197.3	7.45	196.0	6.57
	КП, мл/уд	25.7	3.14	25.0	4.09	26.3	3.53	25.3	2.42	24.8	1.56	24.4	1.61
	ДК, о.е.	1.08	0.06	1.09	0.05	1.09	0.05	1.09	0.05	1.10	0.05	1.06	0.03
	КИО ₂ , %	3.60	0.61	3.46	0.31	3.46	0.31	3.50	0.44	3.57	0.42	3.69	0.52
	Лактат п/р, ммоль/л	9.3	2.29	8.9	1.12	9.9	2.03	9.2	1.16	9.8	2.42	9.5	1.97
Анаэробного порога	Скорость АНП, км/час	15.1	0.80	15.0	1.32	14.9	0.76	15.0	0.96	15.2	0.75	15.0	1.17
	-“- от макс., %	85.5	3.15	84.9	3.07	83.1	2.85	85.2	1.36	85.0	1.45	85.7	4.17
	ПО ₂ АНП, мл/мин/кг	55.4	3.41	54.3	7.10	56.7	3.69	56.8	4.08	55.3	1.97	54.5	3.99
	-“- от МПК отн, %	82.6	3.57	82.6	4.38	82.9	2.27	83.4	3.10	82.5	2.44	83.9	3.60
	ЧСС, уд/мин	175.2	8.82	177.1	7.94	175.3	7.49	174.3	8.76	175.8	5.12	176.0	4.86
Гликолити- ческой производи- тельности	Сопротивление, кр	5.11	0.40	5.10	0.38	4.90	0.28	4.97	0.08	5.00	0.32	4.88	0.49
	Темп, об/мин	102.1	5.60	103.3	8.69	102.7	7.91	98.1	7.44	97.8	7.83	104.0	10.51
	Мощность макс., кгм/мин	3037	328.2	3058	347.3	2919	243.8	2832	195.4	2838	245.1	2939	360.2
	-“-, кгм/мин/кг	40.9	2.85	40.7	2.85	39.3	3.52	39.0	3.22	38.9	3.06	39.7	2.55
	Лактат, моль/л	11.3	2.08	11.0	1.44	11.5	2.16	11.6	1.73	12.1	2.69	11.6	2.34
	ЧСС, уд/мин	187.9	8.59	188.8	7.17	187.9	5.89	188.0	8.93	188.7	4.84	188.7	3.56

следующем снижении прироста скорости (8.3 и 7.2%, соответственно) от начала-середины пубертата до его завершения (13–14 лет и 15–16 лет) и на этапе завершения полового созревания (от 15–16 до 17–18 лет) и минимизации (4.0%) в юношеском периоде развития.

Различия темпов прироста максимальной скорости и времени работы на этапах возрастного развития, при, безусловно, высокой степени их взаимосвязи для каждого индивида в реальном масштабе времени, возможно объясняются дифференциацией их качественной окраски. Прирост скорости, как и сама скорость при прочих равных (например, равного умения выполнения упражнения и равной мотивации) обеспечивается приоритетно мощностью систем энергообеспечения, повышение времени работы в большой мере, в том числе зависит от слаженности межсистемных механизмов регуляции.

Возрастная динамика показателей аэробного энергообеспечения максимальной физической реализации у спортсменов при систематических занятиях лыжными гонками показывает, что повышение времени и скорости работы обеспечивает неуклонным и постоянным достоверным повышением абсолютных и относительных характеристик аэробной производительности в период 11–22 лет с последующим (23–28 лет) варьированием около достигнутого уровня. В частности, наибольшие приросты отмечаются для МВЛ, МПК (л/мин), КП (176–148%), при значительно меньшем повышении МПК (мл/мин/кг), КИО₂ (21.1 и 12.7%, соотв.) с последующим колебанием значений около достигнутого уровня. Также постоянно в возрастном интервале 11–22 лет повышается скорость бега и ПК на уровне анаэробного порога (50.1 и 18.3%, соответственно). Наряду с этим, не так однозначно изменяется ряд характеристик функци-

Таблица 9. Изменение (%) показателей физической работоспособности и систем энергообеспечения у лыжников в возрасте 11–22 лет

Показатели		Изменения (%)				
		11–12 – 13–14	13–14 – 15–16	15–16 – 17–18	17–18 – 19–22	11–22
Аэробной производи- тельности	Время работы, мин	5.4	11.2	15.6	8.2	46.6
	Скорость макс., км/час	29.3	8.3	7.2	4.0	46.3
	МВЛ, л/мин	96.8	23.4	10.0	3.3	176
	МПК, л/мин	64.0	28.0	11.4	6.8	150
	МПК, мл/мин/кг	7.3	4.5	5.1	2.8	21.1
	ЧСС, уд/мин	3.5	-0.5	0.02	-1.5	1.5
	КП, мл/уд	59.2	28.2	11.6	8.8	148
	ДК, о.е.	3.9	0	0.9	-1.0	3.9
	КИО ₂ , %	4.2	3.4	1.2	3.3	12.7
	Лактат п/р, ммоль/л	10.8	21.8	5.9	-5.7	34.7
Анаэробного порога	Скорость АнП, км/час	24.6	7.1	7.2	4.9	50.1
	-“- от макс., %	2.9	-1.1	0	0.9	2.7
	ПО ₂ АнП, мл/мин/кг	9.6	1.2	4.6	2.0	18.3
	-“- от МПК отн, %	2.3	-3.5	-0.4	-0.7	-2.3
	ЧСС, уд/мин	8.6	-1.6	-0.6	-1.6	4.5
Гликолити- ческой производи- тельности	Соппротивление, кр	87.0	22.6	8.2	3.8	157
	Темп, об/мин	26.2	1.9	2.3	3.4	36.1
	Мощность макс., кгм/мин	136	24.6	10.5	7.4	249
	-“-, кгм/мин/кг	54.3	1.5	4.3	3.1	68.3
	Лактат, моль/л	24.0	12.7	7.2	-4.1	43.9
	ЧСС, уд/мин	2.3	-0.9	0.09	-1.4	0.05

онального обеспечения. Максимальный уровень ЧСС практически не изменяется (достоверное снижение отмечается только между возрастными 15–16 и 17–18 лет и 19–22 года); величина ЧСС на уровне анаэробного порога максимально повышается в период от препубертата до начала-середины пубертата при последующем снижении скорости нарастания и стабилизации; % ПК от МПК на уровне АнП, которое мало меняется при тенденции к снижению (2.3%). Так же несколько отстоит от общей направленности повышения параметров аэробной системы в условиях выполнения ступенчатого теста «до отказа» уровень концентрации лактата, величина которого отчетливо повышается от препубертата до конца пубертата (табл. 7, 9). Наибольшие приросты большинства показателей аэробной системы энергообеспечения (табл. 9) достигаются в период от препубертата (11–12 лет) – начало-середина пубертата (13–

14 лет). Это касается в первую очередь МВЛ (96.8%); абсолютной величины МПК (64.0%); КП (59.2%); скорости бега, ПК и ЧСС на уровне анаэробного порога (24.6; 9.6 и 8.6%, соответственно); величины МПК, отнесенной к единице массы тела (7.3%); КИО₂ (4.2%), максимальной ЧСС (3.5%). Как видно, наибольшие изменения претерпевают показатели, находящиеся в прямой зависимости от общих размеров тела, менее выраженные изменения касаются показателей, отражающих совершенствование межсистемной регуляции. Приросты показателей аэробной системы энергообеспечения в период между началом-серединой пубертата (13–14 лет) и началом завершения пубертата (15–16 лет), наиболее представлены для абсолютной величины МПК и КП (28.0 и 28.2%, соответственно), МВЛ (23.4%), лактатной стоимости выполненной работы (21.8%); скорости на уровне АнП (7.1%), относительной величины МПК

(4.5%) и КИО2 (3.4%). В этот период развития подростков при систематическом занятии спортом, как видно, наряду с влиянием факторов роста активно выступают факторы гармонизации межсистемной регуляции; наряду с продолжением развития аэробного механизма проявляется становление лактаcidной системы энергообеспечения. На этапе полного завершения периода полового созревания (15–16 лет и 17–18 лет) скорости изменения рассматриваемых показателей в целом снижаются с выделением приростов скорости бега на уровне анаэробного порога (7.2%), относительной величины МПК (5.1%) и ПК на уровне анаэробного порога (4.6%), т.е. показателей, отражающих не только развитие систем аэробного и лактаcidного свойства, но и совершенствования механизмов регуляции межсистемного взаимодействия. Период перехода от завершения пубертата к дефинитивному статусу (17–18 лет и 19–22 года) характеризуется самыми низкими скоростями изменений всех показателей, выделяются: одно из максимальных повышений для КИО2 (3.3%), при появлении отрицательных скоростей или снижении концентрации лактата (на 5.7%), снижении ЧСС максимальной и на уровне анаэробного порога (1.5–1.6%), ДК (1.0%), что в целом отражает завершение процессов становления систем энергообеспечения и регуляции межсистемных взаимодействий с повышением значимости воздействия фактора тренировочного воздействия.

Возрастная динамика показателей анаэробно-гликолитической системы энергообеспечения в условиях спортивных занятий, частично освещенная при рассмотрении результатов ступенчатого теста «до отказа», наиболее прицельно может быть проанализирована по результатам минутного теста с максимальной мощностью. Предваряя анализ результатов, следует отметить, что исходное сопротивление, как уже указывалось, нормировалось по массе тела, что подтверждается динамикой задаваемого сопротивления, которая в высокой степени коррелирует с возрастной динамикой массы тела (табл. 4, 7).

Показано, что большая часть показателей, рассматриваемых в качестве параметров лактаcidной системы, достоверно повышается в период между 11–12 и 19–22 годами с последующей большей или меньшей стабилизацией у спортсменов, систематически занимающихся лыжным спортом (табл. 7–9). В частности, интегральный показатель реализации лактаcidной системы – максимальная мощность работы в интервале 11–22 лет достоверно повышается с 858 кгм/мин до

3000 кгм/мин (на 249%), в последующем в интервале 23–28 лет варьируя на достигнутом уровне (2800–3000 кгм/мин); в меньшей мере, но также растут: относительная мощность работы (с 24 до 41 кгм/мин/кг – на 68.3%), темп работы (с 76.7 до 104 оборотов/мин – на 36.1%), концентрация лактата (с 8.5 до 12.2 ммоль/л – на 43.9%). Отдельно по направленности возрастных изменений стоит реакция ЧСС, которая в целом за исследуемый интервал практически не меняется, несмотря на повышение выполняемой работы.

Особого внимания заслуживает повозрастная динамика параметров, раскрывающих изменения в становлении лактаcidной системы (табл. 9). Так, максимальные приросты всех рассматриваемых показателей (в том числе и ЧСС) приходятся на период от препубертата (11–12 лет) до начала-середины пубертата (13–14 лет). Это касается в первую очередь абсолютной величины максимальной мощности (136%); относительной величины максимальной мощности (54.3%); темпа работы (26.2%); концентрации лактата (24.0%); величины ЧСС (2.3%). Как видно, и в случае лактаcidной системы энергообеспечения при условии прицельного тестирования ее возможностей, наибольшие изменения претерпевают показатели, находящиеся в прямой зависимости от общих размеров тела, менее выраженные изменения касаются показателей, отражающих развитие вегетативной регуляции и нервно-мышечной координации. В период между началом-серединой пубертата (13–14 лет) и началом завершения пубертата (15–16 лет) наибольшие приросты отмечаются для абсолютной величины максимальной мощности (24.6%), концентрации лактата (12.7%) на фоне резкого снижения прироста относительной величины максимальной мощности и темпа работы (до 1.9 и 1.5%, соотв.) при небольшой выраженности (0.9%), но смене знака скорости изменения ЧСС с повышения на снижение. В этот период развития подростков при систематических занятиях спортом, как видно, наряду с продолжением влияния фактора ростовых процессов выступают факторы продолжения становления лактаcidной системы и гармонизации межсистемной регуляции. На этапе полного завершения периода полового созревания (15–16 лет и 17–18 лет) скорости изменения рассматриваемых показателей различаются в соответствии с качественной окраской показателей. Так, снижаются темпы роста величины абсолютной мощности (от 24.6 до 10.5%) и концентрации лактата (от 12.7 до 7.2%), сохраняется скорость повышения темпа работы (1.9–2.3%), в тоже время повышается скорость увели-

чения относительной величины максимальной мощности (от 1.5 до 4.3%) при практической неизменности ЧСС. Это свидетельствует, что и в случае анаэробно-гликолитической системы энергообеспечения на этом этапе развития снижается роль биологического и ростового развития, продолжается становление системы лактаcidного энергообеспечения, но приоритет переходит в сторону совершенствования межсистемной регуляции взаимодействия. Период перехода от завершения пубертата к дефинитивному статусу (17–18 лет и 19–22 года) характеризуется самой низкой скоростью повышения абсолютной величины максимальной мощности (скорость прироста снижается с 10.5 до 7.4%); напротив – повышением скорости прироста темпа работы (с 2.3 до 3.4%); сохраняется, не принципиально снижаясь (с 4.3 до 3.1%), скорость прироста относительной величины максимальной мощности при появлении отрицательных скоростей или снижении величин концентрации лактата (на 4.1%), снижении ЧСС (на 1.4%), что в целом также как и в случае становления аэробных возможностей отражает относительное завершение процессов становления системы лактаcidного энергообеспечения и вегетативной регуляции с повышением значимости фактора тренировочного воздействия.

В дополнении к выше изложенному представляется целесообразным рассмотреть вопрос о возрастном становлении «экономичности» реализации лактаcidной системы, по сути отражающей сбалансированность мощностных и регуляторных аспектов. Анализ соотношения показателей абсолютной и относительной величины максимальной мощности с показателями активности лактаcidной системы и напряженности вегето-сосудистой регуляции (ЧСС), как формализованных косвенных показателей эффективности реализации, показал, что (рис. 1):

— соотношение абсолютной величины мощности и лактата (количество работы в минуту, выполненной на ед. лактата) в возрастной динамике варьирует от 101 до 278 кгм/мин/ммоль/л достигает максимума интегральной реализации в период 23–24 года, отражая наиболее полное согласование мощностных параметров и регуляторных механизмов функциональной реализации лактаcidной системы (рис. 1, график 1). Наибольшие приросты соотношения максимальной мощности и активности лактаcidной системы (90%) наблюдаются в период между 11–12 годами и 13–14 годами, т.е. в период перехода к активно-

му пубертату; в период завершения полового созревания скорости, в целом, снижаются от начала завершения до полного завершения пубертата: от 13–14 к 15–16 годам – до 10.4%, от 15–16 до 17–18 лет – до 3.3%, повышаясь только на уровне дефинитивного развития в возрастных интервалах 19–22 и 23 лет (11.2 и 9.8%, соответственно), в дальнейшем еще немного повышаясь от 23 до 24 лет (на 3.7%), после чего меняют знак изменения на отрицательный, снижая величину указанного соотношения (на 9.4, 4%, соответственно) с повышением к 28 годам (на 8%).

— соотношение относительной величины мощности и лактата (количества работы в минуту на кг массы тела, ммоль/л) варьирует от 2.86 до 3.70 кгм/мин/кг/ммоль/л, также достигает максимума интегральной реализации в период 23–24 лет (рис. 1, график 2). Повозрастные изменения менее выражены, чем в случае абсолютной величины мощности относительно лактата и неоднозначны в рассматриваемом возрастном интервале: наибольшие приросты соотношения относительной мощности и активности лактаcidной системы (24.5%) также наблюдаются в период между 11–12 годами и 13–14 годами; в период завершения полового созревания скорости не только снижаются, но становятся отрицательными, т.е. в ответ на повышение лактата целостная реализация мощности на кг массы тела снижается на 10 и 2.0% (от 13–14 к 15–16 годам и от 15–16 до 17–18 лет, соответственно), повышаясь только на уровне дефинитивного развития в возрастных интервалах 19–22 и 23 лет (7.3 и 7.7%, соответственно), в дальнейшем прирост этого показателя снижается в интервале от 23 до 24 лет до 2.4%, после чего меняют знак изменения на отрицательный, снижая величину указанного соотношения в возрасте от 24 до 27 лет (-8; -1.8; -3.6%, соответственно) с последующим повышением от 27 до 28 лет (на 6.2%).

— соотношение абсолютной величины мощности и ЧСС, т.е. количества работы, выполненной на удар ЧСС, варьирует от 4.5 до 6.2 кгм/мин/уд/мин, достигает максимума интегральной реализации в период 23–24 года (рис. 1, график 3), что подтверждает и в этом случае наиболее полное совершенствование и мощностных параметров и вегетативной регуляции реализации лактаcidной системы к этому возрасту. Наибольшие приросты соотно-

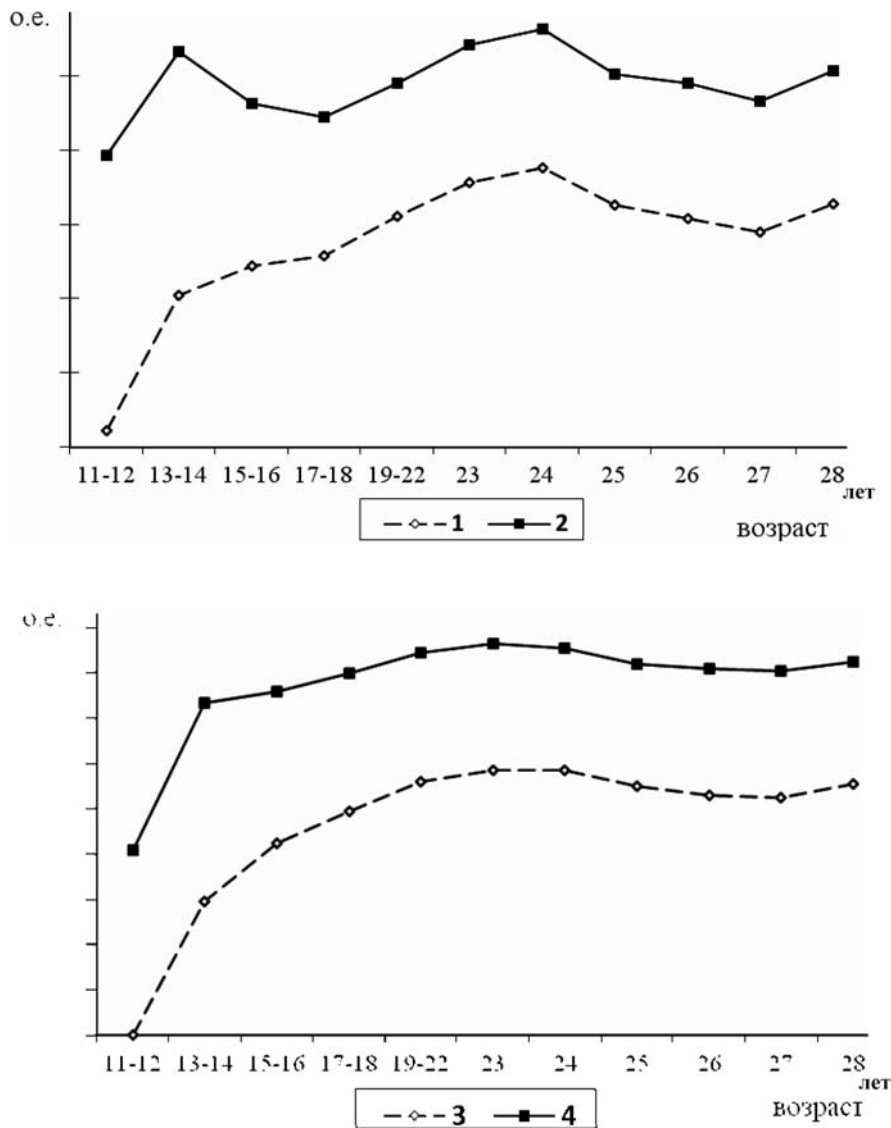


Рис. 1. Возрастная динамика соотношения абсолютной величины мощности в гликолитическом тесте с величиной лактата (1) и ЧСС (3); относительной величины мощности с величиной лактата (2) и ЧСС (4)

шения максимальной мощности и ЧСС (130%) наблюдаются, как и при соотношении с лактатом, в период между 11–12 годами и 13–14 годами; в период от середины до завершения полового созревания скорости повышения в целом снижаются (от 13–14 к 15–16 годам – до 25.7%, от 15–16 до 17–18 лет – до 10.4%), продолжая снижаться и по мере достижения дефинитивного развития: от 17–18 до 19–22 лет – до 8.9%, от 19–22 до 23 лет – до 3.5%, после чего величина показателя снижается до 0 в период от 23 до 24 лет, а в возрастном интервале 24–25–26–27 меняет знак изме-

нения на отрицательный, снижая величину указанного соотношения (до -4.3; -2.6; -0.7%, соответственно) с повышением к 28 годам (на 4%).

- соотношение относительной величины мощности и ЧСС, т.е. количества работы в минуту, выполненной на кг массы тела и уд/мин ЧСС, варьирует от 0.127 до 0.218кг/мин/кг/уд/мин, максимально изменяясь также в период перехода от препубертата в начало-сердину пубертата (51%), с постепенным нарастанием до максимума к 19–24 годам и практически не меняясь в период зрелого возраста.

Таблица 10. Показатели силовых возможностей у лыжников в возрасте 11–22 лет

Показатели		11–12 лет		13–14 лет		15–16 лет		17–18		19–22	
		\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
Взрывная сила рук	Работа, кгм	16.8	2.64	19.3	4.10	24.7	3.81	27.7	3.95	29.76	4.16
	Работа, кгм/кг	0.48	0.07	0.36	0.04	0.37	0.03	0.39	0.05	0.41	0.03
Взрывная сила ног	Сила макс., кг	57.2	5.71	86.1	21.58	101.8	17.8	115.8	20.52	122.4	20.51
	Время макс., с	0.40	0.03	0.40	0.07	0.39	0.06	0.38	0.05	0.36	0.05
	Сила/время кг/с	145	24.9	229	83.4	270	80.6	315	91.7	350	98.0
	Сила/время кг/с/кг	4.08	0.36	4.20	1.19	4.17	1.22	4.46	1.23	4.78	1.30
Выносливость рук	Мощность кгм/мин	5.7	0.66	7.3	1.72	10.0	1.63	11.7	1.38	12.6	1.54
	Мощность, кгм/мин/кг	0.16	0.02	0.14	0.02	0.15	0.02	0.17	0.02	0.17	0.02
	ЧСС, уд/мин	186	3.79	183.9	10.57	184.0	7.46	183.7	8.49	180.5	8.13

Таблица 11. Показатели силовых возможностей у лыжников в возрасте 23–28 лет

Показатели		23 года		24 года		25 лет		26 лет		27 лет		28 лет	
		\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	Σ
Взрывная сила рук	Работа, кгм	29.8	3.95	30.81	3.95	30.5	3.38	30.2	1.86	30.3	2.46	29.7	3.58
	Работа, кгм/кг	0.40	0.03	0.41	0.03	0.41	0.04	0.41	0.03	0.42	0.04	0.40	0.03
Взрывная сила ног	Сила макс., кг	130.4	22.66	130.3	20.70	123.3	22.03	125.2	17.16	113.8	12.07	116.8	14.12
	Время макс., с	0.35	0.05	0.36	0.05	0.34	0.07	0.33	0.07	0.34	0.05	0.36	0.04
	Сила/время кг/с	382	115.9	381	132.4	397	165.21	401	141.0	342	64.9	328	60.3
	Сила/время кг/с/кг	5.15	1.53	5.13	1.94	5.40	2.36	5.53	2.02	4.72	0.94	4.43	0.70
Выносливость рук	Мощность кгм/мин	12.5	1.44	12.4	1.71	12.7	1.26	12.4	0.84	12.5	0.69	12.5	1.49
	Мощность кгм/мин/кг	0.17	0.02	0.16	0.02	0.17	0.01	0.17	0.01	0.17	0.01	0.17	0.02
	ЧСС, уд/мин	178.0	9.15	176.7	8.61	175.6	8.48	172.8	8.54	176.2	7.91	174.7	7.97

Динамика изменения показателей экономичности интегральной реализации лактаcidной системы позволяет говорить о наибольшем вкладе ростовых процессов в формирование реализации лактаcidной системы на уровне мощностных характеристик в период начала середины пубертатного периода с последующим ограничением ее реализации по причине регуляторных перестроек в конце периода полового созревания с завершением окончательного становления ее как функциональной системы реализации в дефинитивном статусе, а именно в 23–24 года, при возможной вариабельности с учетом текущего уровня

подготовленности. Вегето-сосудистая регуляция обеспечения реализации лактаcidной системы достигает дефинитивного уровня ранее, чем ее мощностные проявления при принципиальном значении периода полового созревания в становлении вегетативной реакции на лактаcidную реализацию с выходом на максимальный уровень в период, начиная с 19-летнего возраста.

Показатели силовых возможностей в возрастной динамике в той или иной мере косвенно также отражают развитие анаэробных источников энергообеспечения: в случае взрывной силы – анаэробно-алактатного, в случае скоростно-сило-

Таблица 12. Изменение (%) показателей силовых возможностей у лыжников в возрасте 11–22 лет

Показатели		Возрастные интервалы, лет				
		11–12 – 13–14	13–14 – 15–16	15–16 – 17–18	17–18 – 19–22	11–22
Взрывная сила рук	Работа, кгм	15.0	27.8	12.4	7.3	77.2
	Работа, кгм/кг	-33.3	2.8	5.4	5.1	-17.1
Взрывная сила ног	Сила макс., кг	50.6	18.2	13.8	5.7	114.1
	Время макс., с	0	-2.6	-2.6	-5.6	-11.1
	Сила/время, кг/с	58.3	17.8	16.9	11.0	141.9
	Сила/время, кг/с/кг	2.9	-0.7	7.0	7.2	17.2
Выносливость рук	Мощность, кгм/мин	28.9	36.9	16.4	8.0	121.9
	Мощность, кгм/мин/кг	-14.3	7.1	13.3	0	6.3
	ЧСС, уд/мин	-1.1	0.03	-0.2	-1.8	-3.1

вой выносливости – анаэробно-гликолитического, расширяя представление о спортивном онтогенезе означенных систем энергообеспечения, но также освещая вопрос о синхронности развития силовых возможностей у спортсменов, систематически занимающихся лыжными гонками (табл. 10–12).

Показатели абсолютной величины взрывной силы рук достоверно повышаются в период между 11–12 и 19–22 годами (за исключением отсутствия достоверности в интервале между 11–12 и 13–14 годами) с 16.8 кгм до 29.8 кг (на 77.2%) последующей большей или меньшей стабилизацией (отсутствие достоверных различий) на уровне 29.7–30.8 кгм. Относительная величина взрывной силы рук в интервале 11–22 лет достоверно снижается с 0.48 до 0.41 кгм/кг (на 17.7%), в интервале 23–28 лет варьируя в пределах 0.40–0.42 кгм/кг.

Взрывная сила ног (сила отталкивания) в абсолютном выражении также достоверно повышается от 11–12 до 19–22 лет с 57.2 до 122.4 кг (на 114%) при отсутствии достоверных изменений в возрастах 23–28 лет, но наличии максимальных значений в возрасте 23–24 года с последующим снижением (не достоверно) до 28 летнего возраста (со 130 до 116 кг). Время отталкивания ног, наряду с силовыми возможностями в большой мере определяемое и уровнем становления межмышечной координации, обнаруживает достоверные различия только между возрастными интервалами 11–12 лет, 13–14 лет, 15–16 лет, 17–18 лет – с одной стороны и 19–22 года – с другой, т.е. не имеет реальных повозрастных различий с тенденцией к снижению от 0.40 сек до 0.38 сек в возрастном интервале периода полового созревания (от 11–12 до 17–18 лет, достоверно уменьшаясь к

возрасту достижения дефинитивного статуса (19–22 года – 0.36 сек) и достигая минимума в возрастах 25–27 лет (0.33–0.34 сек). Градиент абсолютной взрывной силы ног, интегративно оценивая прирост силы и нервно-мышечной координации, достоверно растет в интервале с 11–12 до 19–22 лет от 144.7 до 350 кг/с (на 14.9%) с последующей тенденцией нарастания в возрастном интервале 23–26 лет до максимальных значений (382–401 кг/с) при заметном (не достоверно) снижении к 27–28 годам (342–328 кг/с). Градиент относительной взрывной силы ног достоверно различается только между возрастными группами 15–16 и 17–18 лет с одной стороны и 19–22 годами с другой стороны, при тенденции к повышению от 11–12 лет до 19–22 лет с 4.08 до 4.78 кг/с/кг (на 17.2%) и дальнейшим ростом вплоть до достижения максимальных значений (5.53 кг/с/кг) в 25–26 лет при заметной тенденции к снижению в возрасте 27–28 лет (до 4.72–4.43 кг/с/кг).

Скоростно-силовая выносливость рук, определяемая в 5-минутном тесте, в абсолютном выражении мощности достоверно увеличивается до максимума в период от 11–12 до 19–22 (от 5.67 до 12.58 кгм/мин – на 122%), в последующем (23–28 лет) практически не меняется, варьируя около достигнутого максимума (12.39–12.67 кгм/мин). Относительная мощность, в большой мере нивелирующая влияние повышения массы тела, изменяется очень мало, варьируя на уровне 0.16–0.17 кгм/мин/кг, за исключением возрастных интервалов 13–14 и 15–16 лет – период начала-середины и начала завершения полового созревания, где достоверно минимальна (0.14 и 0.15 кгм/мин/кг). ЧСС в данном тесте, как видно не дости-

гает максимального уровня, тем не менее, имеет тенденцию (в отдельных возрастах достоверно) к направленному снижению в рассматриваемом возрастном диапазоне с наибольшими значениями в 11–12 лет (186 уд/мин), наименьшими – в возрастах 1-го периода зрелого возраста (173–178 уд/мин). Повозрастная динамика (табл. 12) позволяет рассмотреть периоды наибольшего изменения параметров силовых возможностей рук и ног. Как видно, период от препубертата (11–12 лет) до начала – середины пубертата (13–14 лет) характеризуется наибольшим и максимальным приростом градиента абсолютной силы и самой абсолютной силы ног (58.3 и 50.6%, соответственно) на фоне неизменности времени отталкивания и небольшого прироста градиента относительной силы (+2.9%), в меньшей мере – повышением абсолютной характеристики скоростно-силовой выносливости рук (абсолютная мощность прирастает на 28.9%) на фоне снижения относительной величины мощности (на 14.3%), минимально – приростом взрывной силы рук (абсолютная величина взрывной силы растет только на 15%, относительная величина работы падает на 33.3%). Период второй половины пубертата (13–14 и 15–16 лет) меняет структуру прироста показателей силы рук и ног – на первый план выходит прирост абсолютных характеристик скоростно-силовой выносливости рук (абсолютная мощность растет на 36.9%; относительная мощность – на 7.1%) и взрывной силы рук (абсолютная величина работы растет на 27.8%, относительная величина – на 2.8%), напротив, рост взрывной силы ног по выраженности в этом периоде занимает наиболее низкое место (абсолютная сила прирастает на 18.2%, градиент абсолютной силы – на 17.8%, на фоне роста снижения времени отталкивания – на 2.6% при отрицательной, но низкой скорости изменения относительного градиента силы – на 0.7%). Возраст окончательного завершения полового созревания (от 15–16 до 17–18 лет) выравнивает в основном выраженность и направленность сдвигов в силовых возможностях рук и ног при снижении, но сохранении приоритета роста абсолютных характеристик взрывной силы и рук и ног на фоне достижения максимального прироста относительных величин силовых возможностей рук и ног. Достижение дефинитивного статуса (17–18 лет и 19–22 года) отличается выравниванием приростов абсолютных и относительных параметров взрывной силы рук и ног при полном отсутствии изменений относительной характеристики силовой выносливости рук.

Заключение

Представленные данные свидетельствуют, что биологическое развитие лыжников гонщиков подчиняется, несмотря на направленность отбора, общим биологическим закономерностям с наличием возрастной гетерохронии, наиболее значимо проявляющейся в возрасте 14–15 лет. Индивидуальные темпы биологического развития оказывают дифференцированное влияние на становление морфологического статуса и компонентов физической подготовленности, что в общем варианте соотносится с известными данными онтогенеза развития компонентов физической подготовленности детей и подростков. Тотальные размеры тела, как организменные маркеры функционального потенциала лыжников во всех возрастах рассматриваемого возрастного интервала соответствуют популяционным возрастным нормам длины и массы тела; возрастная динамика тотальных размеров на этапах околупубертатного периода обусловлена темпами биологического развития. Наибольшие сдвиги в морфологических особенностях, определяющих функциональное становление и развитие физической подготовленности происходят в первой половине пубертата, приходящееся у лыжников на возраст с 11–12 до 13–14 лет, снижаясь во второй половине пубертата и становясь минимальными: для ростовых процессов к интервалу между 15–16 и 17–18 годами, для показателей, отражающих функциональное становление – в период между 17–18 и 19–22 годами.

Выявленная хронология развития систем энергообеспечения свидетельствует о приоритетном росте мощности всех систем энергообеспечения на этапе начала – середины пубертата, биологически закономерно обеспеченном принципиальным изменением гормонального статуса при последующей дифференциации их становления в высокой взаимосвязи с формированием целостной системы жизнедеятельности организма. Наиболее рано, начинаясь с 13–14 лет на уровне мощностных параметров, продолжаясь на уровне мощностных с появлением регуляторных характеристик к 15–16 годам и полностью завершаясь на уровне мощностных и регуляторных параметров реализации к 19–22 годам складывается функциональная система аэробного энергообеспечения. Лактацидная система, также как и аэробная, на уровне мощностных характеристик начинает активно развиваться с 13–14 лет, однако регуляторные перестройки организма на этапе полового

созревания ограничивают эффективность ее реализации в период от 13–14 до 15–16 лет с началом ее формирования как целостной функциональной системы начиная с 17–18 лет при достижении максимума к 23–24 годам. Становление фосфагенной системы в данном исследовании оценивалось по данным взрывной силы ног и рук, что несколько затрудняет анализ, но, тем не менее свидетельствует о ее развитии с наибольшим акцентом повышения мощностной компоненты в начале – середине пубертата (для мышц ног), середине – конце пубертата (для мышц рук) при более раннем достижении максимума для мышц верхних конечностей (до 22 лет), более поздним достижением максимума для мышц ног (23–26 лет).

Выявленная хронология убедительно показывает, что наряду с мощностными характеристиками работы в абсолютном выражении, высочайшее значение для адекватной оценки зрелости энергосистемы имеют показатели эффективности ее деятельности во взаимосвязи с целостным развитием систем жизнеобеспечения, т.к. именно зрелая готовность энергосистемы является базовым аргументом для планирования тех или иных нагрузок в определенном возрасте.

В связи с изложенным представляется существенным вывод о нецелесообразности раннего (на этапах пубертатного периода) использования тренировочных нагрузок, выполняемых с высокой долей участия гликолитического энергообеспечения при высоких требованиях к его емкостному потенциалу, особенно в условиях длинных для данного возраста соревновательных дистанций. Также следует отметить необходимость повышенного акцента индивидуализации подготовки спортсменов подросткового и юношеского возраста (особенно 14 и 15 лет) в связи с высокой гетерохронией биологического развития.

Полученные данные свидетельствуют, что в дальнейшем при формировании системы оценок технология поэтапного отбора спортсменов должна базироваться на основе комплексной оценки физической подготовленности с учетом неоднозначной информативности различных показателей на этапах возрастного и биологического развития.

Библиография

Ананьева Н.А., Бондаренко Н.М., Веремкович Л.В., Кантонистова Н.С., Ямпольская Ю.А. и др. Организация

медицинского контроля за развитием и здоровьем дошкольников и школьников на основе массовых скрининг-тестов и их оздоровление в условиях детского сада, школы: метод. пособие. М., 1995

Бунак В.В. Антропометрия. М.: МГУ. 1941.

Баранов А.А., Щеплягина Л.А. Физиология роста и развития детей и подростков (теоретические и клинические вопросы). М.: ГЭОТАР-Медия, 2006.

Дерябин В.Е. Курс лекций по многомерной биометрии для антропологов. М., 2008.

Иорданская Ф.А. Мониторинг функциональной подготовленности юных спортсменов – резерва спорта высших достижений (этапы углубленной подготовки и спортивного совершенствования) / М.: Советский спорт, 2011.

Мартыросов Э.Г. Соматический статус и спортивная специализация. Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1998.

Сонькин В.Д. Особенности роста и физического развития ребенка в постнатальном онтогенезе // Физиология роста и развития детей и подростков (теоретические и клинические вопросы). М.: ГЭОТАР-Медия, 2006. С. 97–158.

Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011.

Тимакова Т.С. Подготовка юных пловцов в аспектах онтогенеза: Метод. пособие. М., 2006.

Штефко В.Г., Островский А.Д. Схемы клинической диагностики конституциональных типов. М.-Л.: Биомедгиз, 1929.

Issekutz B., Rodahl K. Respiratory quotient during exercise // J. Appl. Physiol., 1961. N 16. P. 606–610.

Larson L. Fitness, Health and work capacity: International Standards for Assessment. N.Y.: Int. Committee for the Standardization of Physical Fitness Tests, 1974.

Matiegka I. The testing of physical efficiency // Am. J. Phys. Anthropol., 1921. N 4. P. 223–230.

Контактная информация:

Абрамова Тамара Федоровна. Тел.: 499-261-58-24,

e-mail: ATF52@bk.ru;

Головачев Александр Иванович. Тел.: 499-265-34-07,

e-mail: malta94@mail.ru;

Никитина Татьяна Михайловна. Тел.: 499-261-58-24,

e-mail: tanya_nikitin@mail.ru;

Кочеткова Наталья Ивановна. Тел.: 499-261-58-24;

Гилярова Ольга Анатольевна. Тел.: 495-629-43-76,

e-mail: fellis@yandex.ru.

THE DYNAMICS OF CONSTITUTION FEATURES, CAPACITY FOR WORK INDICES AND ENERGY SUPPLY OF SKIERS AT THE STEPS OF «SPORT» ONTOGENESIS WITH CONSIDERING BIOLOGIC MATURITY

T.F. Abramova¹, A.I. Golovachev¹, T.M. Nikitina¹, N.I. Kochetkova¹, O.A. Gilyarova²

¹ *Federal State Budgetary Institution «Federal Science Center for Physical Culture and Sport», Moscow*

² *Institute and Museum of Anthropology MSU, Moscow*

The achievement of great results in the modern sport is highly limited due to the high intensification of the training load and the lack of laws of growth, biological maturity, formation of leading systems of the activity energy supply. The following aspects have been studied: age-related dynamics of the constitution features, biologic age, indices of the capacity for work and energy supply of 696 skiers, who are 11–28 years old, from the period of initial orientation and selection to the step of greatest sports mastery. The methods applied: anthropometric measurements, the biologic age estimation, biochemical blood analysis (lactate), functional testing (anaerobic, aerobic and general capacity for work, the parameters of external respiration), the testing of speed-force qualities of arms and legs, the record of heart rate. There has been revealed the influence of puberty on the formation of the functional status and heterochronos of main energy supply systems development as well as the abilities of force of upper and lower extremities of the sportsmen skiers at the period of sports formation. The research has also shown the priority growth of power of all energy supply systems at the period of the beginning – middle of the puberty with the subsequent differentiation of their formation by synchronizing of the power and regulatory characteristics development together with the integral development life sustenance development.

Keywords: growth, biological maturity, constitution, anaerobic and aerobic capacity for work, speed-force qualities, skiers