

ОСОБЕННОСТИ СРОЧНОЙ И ДОЛГОВРЕМЕННОЙ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОК 15–16 ЛЕТ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ СКОРОСТНО-СИЛОВОГО ХАРАКТЕРА

О.Ю. Степанова
СибГУФК, г. Омск

Проведено исследование и выявлены особенности метаболических реакций при выполнении физической нагрузки скоростно-силового характера организма спортсменок 15–16 лет. Результаты работы показали значительные различия в процессах срочной и долговременной адаптации организма спортсменок, с различным типом метаболизма.

Ключевые слова: адаптация, тип метаболизма, тип адаптации, физическое развитие, срочное восстановление, кардиореспираторная система.

Актуальность. Спортивная деятельность – сложнейшее социально-биологическое явление. По мнению ученых, наиболее удачной (а часто единственной) моделью исследования физической работоспособности в онтогенезе человека и характера адаптации организма к ней является спортивная деятельность [2, 4, 7, 12 и др.]. До настоящего времени в нашей стране и за рубежом исследователи различного профиля проявляют повышенный интерес к изучению физической работоспособности человека в экстремальных условиях. В области спорта это вызвано продолжающимся ростом спортивных рекордов и поисков их дальнейшего повышения, особенно в связи с омоложением контингента спортсменов и участия спортсменок в видах спорта, которые до настоящего времени считались «мужскими».

В процессе длительных занятий спортом растущий организм на каждом этапе тренировочного процесса постепенно проявляет свои предельные физические возможности, т. е. адаптируются к ним. Значительное увеличение тренировочных нагрузок без учета фенотипических возрастных и морфофункциональных особенностей развития детей, подростков чреваты негативными последствиями [6, 10, 11, 12 и др.].

В геноме каждого человека заключены огромные возможности реализации самых разнообразных адаптивных вариантов. По мнению ученых пределы адаптивных вариантов установлены наследственными характеристиками, которые специфичны для отдельных видов мышечной деятельности. Однако, количество маркеров для прогнозирования механизмов адаптации к той или иной мышечной деятельности до настоящего времени ограничено.

Проблема в том, что до настоящего времени вопросы возрастных изменений адаптационных процессов организма юных спортсменок с учетом метаболических процессов изучены преимущественно на основе аэробных возможностей.

В тренировочном процессе выполняются физические нагрузки и в анаэробных условиях, при которых процесс анаэробного метаболизма и адаптация организма девочек к физическим нагрузкам скоростно-силового характера освещен фрагментарно [11].

Характер метаболизма в условиях физической деятельности – процесс, регулируемый нейрогуморальными механизмами, которые с возрастом претерпевают существенные изменения и окончательно формируются практически только к моменту завершения полового созревания [5, 7, 8, 9, 10 и др.].

Уровень биологической зрелости, в частности полового созревания организма девочек занимающихся спортом неоднозначен во времени [2, 3, 6, 7, 10, 12 и др.].

В связи с выше изложенным, сделано предположение, что характер метаболических реакций, физиологических изменений, процесса срочной и долговременной адаптации к физическим нагрузкам скоростно-силового характера у спортсменок одного уровня полового созревания позволит углубить уровень знаний о процессе адаптации организма спортсменок к физическим нагрузкам скоростно-силового характера. Критерием полового созревания может быть установившейся регулярный менструальный цикл.

Материалы и методы исследования. Исследование проведено на базе НИИ ДЭУ СибГУФК на подготовительном этапе. В нем приняли участие спортсменки 15–16 лет, специализирующиеся в беге на короткие и средние дистанции, биатлоне, лыжных гонках и плавании. Количество спортсменок отдельного вида спорта колебалось от 15 до 20 человек. Общее количество – 73 человека. Спортивная квалификация второй и первый разряд, 27 % (от общего количества) – кмс. Одним из критериев для участия спортсменок в эксперименте явилось установившаяся регулярность менструального цикла, это позволило нам считать, что спортсменки разных видов спорта, но одного уровня

биологической зрелости. Спортивный стаж спортсменов 6–7 лет.

По общепринятым методикам изучали уровень физического развития спортсменов. Физическая нагрузка дозировалась на велоэргометре типа Tunturi. Спортсменки выполняли трехступенчатую нагрузку в разных зонах мощности. Первая ступень – разминка при ЧСС 120–130 уд./мин, вторая ЧСС до 170 уд./мин, третья – на пульсе свыше 180 уд./мин выполнялась в субмаксимальной зоне мощности. Длительность I-й и II-й ступени – 4 минуты, III-й – 1 минута, отдых между нагрузками 3 минуты.

Определяли физическую работоспособность – PWC_{170} в абсолютных и относительных величинах, ФР субмаксимальной зоне мощности в абсолютных и относительных величинах. До и после физических нагрузок (покой – работа – восстановление) измеряли основные показатели гемодинамики, осуществлялся забор крови, определяли лактат и кислотно-щелочное равновесие. Рассчитывали МПК, как критерий аэробного обмена, мощность и интенсивность анаэробного обмена гликолиза, как критерии анаэробного обмена. Результаты исследования статистически обработаны методом вариационной статистики с помощью IBM.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ научно-методической литературы показал, что, несмотря на предложенные учеными классификации типов адаптации человека к различным факторам среды [1, 8 и др.] авторами сделано предположение, что в основе приспособлений организма к тем или иным воздействиям среды являются метаболические процессы. Однако системообразующий фактор адаптивной типологии учеными не выделен.

Определенный интерес, на наш взгляд, представляет концепция выдвинутая Л.Г. Харитоновой (1991), которая сделала предположение и доказала, что в качестве системообразующего фактора при обосновании типов адаптации в спорте можно использовать способность организма вовлекать при мышечной деятельности процесс анаэробного гликолиза, который преобладает в быстрых мышечных волокнах. Анаэробный гликолиз в условиях интенсивной мышечной деятельности заканчивается метаболическим «тупиком» – образованием молочной кислоты. Молочная кислота (или лактат), являясь функцией анаэробного процесса может выполнять роль системообразующего фактора при оценке адаптационных процессов.

При проведении исследований нами был использован методический подход, рекомендуемый Л.Г. Харитоновой (1991) для определения типа метаболизма и адаптации спортсменов к физическим нагрузкам.

Анализ полученных данных показал, что ответная реакция по количеству лактата в крови при выполнении физической ступенчатовозрастающей нагрузки у спортсменок неоднозначна. У отдель-

ных спортсменок уровень лактата был в пределах ПАНО (порог анаэробного обмена), т. е. около 4 ммоль/л, у других количество лактата не превышало 8,0 ммоль/л, у третьей группы количество лактата было свыше 8,1 ммоль/л. Таким образом спортсменки выполнили физическую нагрузку в разных условиях энергообеспечения: первая группа – в аэробных, «стайерский» тип метаболизма, вторая группа – в аэробно-анаэробном режиме, смешанный тип метаболизма, третья группа выполнила физическую нагрузку с преобладанием механизмов анаэробного гликолиза, «спринтерский» тип метаболизма [11].

Полученные данные послужили основой для комплектования 3-х групп испытуемых. Результаты среднegrupповых значений уровня физического развития спортсменок представлены в табл. 1. Уровень физической работоспособности в разных зонах мощности и ответная реакция организма спортсменок представлена в табл. 2.

Физическая работоспособность спортсменок во многом зависит от уровня их физического развития. Показатели физического развития могут служить отражением аспектов процесса долговременной адаптации организма спортсменок к тренировочным нагрузкам [7, 12 и др.].

Вместе с тем сравнительный анализ показал, что спортсменки с различным типом метаболизма не имеют достоверных различий по длине и массе тела ($P > 0,05$), окружности грудной клетки, плеча, бедра ($P > 0,05$).

Установлено, что абсолютные значения жизненной емкости легких между группами спортсменок с различным типом метаболизма также не имеют достоверных различий ($P > 0,05$). Однако жизненный индекс был выше в группе со «стайерским» типом метаболизма, а ниже у спортсменок со «спринтерским» типом метаболизма ($P < 0,05$), (табл. 1).

Выявлено, что спортсменки с аэробным типом метаболизма имели низкую способность переносить гипоксические пробы, высокая способность переносить гипоксию отмечена у спортсменок с анаэробным типом метаболизма ($P < 0,05$).

Установлено, что в процессе долговременной адаптации к физическим тренировочным нагрузкам спортсменки со смешанным типом метаболизма имели преимущество в развитии силы мышц кисти и спины (табл. 1) по сравнению с другими группами ($P < 0,05$).

Анализ основных физиологических и метаболических показателей у спортсменок в условиях относительного покоя (табл. 2) показал, что среди спортсменок трех групп достоверных различий по изучаемым показателям не выявлено ($P > 0,05$).

Уровень физической работоспособности – PWC_{170} у спортсменок трех групп не имел достоверных различий ($P > 0,05$), но незначительное преимущество отмечалось у спортсменок со смешанным типом обмена (табл. 2). Показатели гемо-

Физическое развитие у 15–16-летних спортсменок с различным типом метаболизма.
Средние значения и среднеквадратические отклонения

№	Показатели	Типы метаболизма		
		«стайерский» n = 15	смешанный n = 34	«спринтерский» n = 26
1	Вес, кг	51,8 ± 7,7	57,8 ± 7,8	56,5 ± 4,6
2	Рост, кг	166,7 ± 4,5	168,0 ± 5,0	165,0 ± 3,9
	стоя	87,0 ± 4,7	87,0 ± 5,2	85,0 ± 4,0
3	Окружность грудной клетки, см			
	пауза	87,0 ± 4,7	87,2 ± 5,0	88,0 ± 4,9
	вдох	91,0 ± 5,2	88,0 ± 4,9	91,0 ± 4,8
	выдох	94,0 ± 5,0	92,0 ± 5,1	84,0 ± 4,95
4	Окружность плеча, см			
	правого	28,2 ± 1,8	28,3 ± 2,4	26,0 ± 2,7
	левого	28,7 ± 1,9	28,6 ± 2,3	25,8 ± 2,6
5	Окружность бедра, см			
	правого	52,7 ± 3,0	52,0 ± 4,0	50,0 ± 3,0
	левого	52,6 ± 3,2	52,3 ± 4,3	50,1 ± 3,2
6	ЖЕЛ, мл	3603 ± 600	4014 ± 430	3428 ± 540
7	Жизненный индекс, мл/кг	69,2 ± 15,0	67,7 ± 9,7	63,0 ± 12,0
8	Динамометрия кистевая, кг			
	правой	25,7 ± 6,0	30,0 ± 9,7	39,7 ± 11,0
	левой	38,0 ± 7,0	51,0 ± 10,7	41,0 ± 10,9
9	Динамометрия становая, кг			
	на кг веса	76,0 ± 11,0	88,0 ± 11,3	78,0 ± 14,0
		1,22 ± 0,3	1,52 ± 0,4	1,43 ± 0,6
10	Пробы с задержкой дыхания, мин			
	вдох	37,3 ± 10,0	37,2 ± 9,7	41,0 ± 4,6
	выдох	24,3 ± 3,8	27,3 ± 6,9	27,2 ± 9,0
	20 мин отдыха после нагрузки, мин			
	вдох	34,9 ± 9,0	37,0 ± 14,0	38,0 ± 13,0
	выдох	24,0 ± 6,7	28,0 ± 7,0	24,7 ± 6,0

динамики у спортсменок трех групп при нагрузке до 170 уд./мин также не имели достоверных различий ($P > 0,05$).

Вместе с тем при расчете относительных величин максимального потребления кислорода (МПК) выявлено, что спортсменки с аэробным («стайерским») типом метаболизма имели достоверное преимущественно с группой спортсменок с анаэробным типом метаболизма ($P < 0,05$).

В процессе анализа ответной реакции организма спортсменок на третью физическую нагрузку, выполняемую в субмаксимальной зоне мощности выявлено, что относительная величина уровня физической работоспособности была достоверно выше в группе девушек со «спринтерским» типом метаболизма. Самый низкий уровень вовлечения анаэробного гликолиза выявлен в группе со «стайерским» типом обмена (табл. 2).

Выявлено, что ответная реакция организма спортсменок с анаэробным типом метаболизма на интенсивную физическую нагрузку отличалась значительно по всем изменениям основных показателей гемодинамики (ЧСС, АД систолическое, индекс вегетативного равновесия, двойного произведения, косвенно отражающий коронарный кро-

воток). Также у этой группы спортсменок значительные изменения наблюдались по кислотно-щелочному равновесию, емкости анаэробного гликолиза, коэффициенту интенсивности гликолиза и отмечен замедленный процесс срочного восстановления организма (табл. 2). Организм спортсменок со смешанным типом метаболизма занимал промежуточное положение по всем изучаемым параметрам.

Полученные результаты исследований позволяют обобщить, что в процессе долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам у спортсменок на подготовительном этапе прослеживается специфическая сохранность фенотипических приспособлений организма к стрессу (в виде интенсивной мышечной деятельности). Выявлено, что среди спортсменок имеющих спортивную квалификацию кандидата в мастера спорта (27 %) были преимущественно лица с анаэробным типом метаболизма. Вместе с тем при выполнении интенсивных физических нагрузок скоростно-силового характера спортсменки с анаэробным типом метаболизма испытывают значительные колебания гомеостаза среды (в мышцах и в крови) и, соответственно, медленно восстанавливаются.

Таблица 2

Ответная реакция организма спортсменов
с различным типом метаболизма на физическую нагрузку

№	Показатели	Типы метаболизма		
		«стайерский» n = 15	смешанный n = 34	«спринтерский» n = 26
Физиологические и биохимические показатели в условиях относительного покоя				
1	ЧСС, уд./мин	72,0 ± 7,0	72,0 ± 8,0	68,0 ± 9,0
2	АД, мм рт. ст. систолическое диастолическое	110,0 ± 7,8	110,0 ± 9,0	110,0 ± 8,0
		65,0 ± 7,0	69,0 ± 8,0	70,0 ± 7,5
3	ДП, усл. ед. покой	79,2 ± 15,0	79,2 ± 12,4	75,4 ± 11,8
4	Индекс Кердо, % покой	10,0 ± 3,7	5,0 ± 3,9	-2,0 ± 3,0
5	Лактат, ммоль/л	1,1 ± 0,4	0,85 ± 0,4	0,93 ± 0,5
6	рН крови, усл. ед.	7,4 ± 0,01	7,4 ± 0,02	7,38 ± 0,02
Работоспособность:				
7	ФР ₁₇₀ , кгм/мин	880,0 ± 94,0	1028,0 ± 76,0	979,0 ± 99,0
8	ФР ₁₇₀ , кгм/мин/кг	14,9 ± 2,2	16,9 ± 3,0	16,5 ± 3,4
9	ФР _{субм} , кгм/мин	1380,0 ± 270,0	1450,0 ± 370,0	1641,0 ± 370,0
10	ФР _{субм} , кгм/мин/кг	22,3 ± 7,6	25,0 ± 5,6	29,6 ± 6,0
Ответная реакция организма на нагрузку, 1 мин				
11	ЧСС, уд./мин	186,0 ± 5,0	188,0 ± 4,0	197,0 ± 5,0
12	АД, мм рт. ст. систолическое диастолическое	160,0 ± 18,0	164,0 ± 27,0	170,0 ± 30,0
		12,0 ± 8,0	20,0 ± 10,0	14,0 ± 11,0
13	ДП, усл. ед. работа	308,7 ± 50,0	305,2 ± 60,0	334,9 ± 40,0
14	Индекс Кердо, % работа	93,0 ± 6,0	89,7 ± 8,2	94,0 ± 9,0
3 минуты восстановления				
15	ЧСС, уд./мин	120,0 ± 18,0	122,0 ± 015,0	125,0 ± 11,0
16	АД, мм рт. ст. систолическое диастолическое	142,0 ± 13,0	139,0 ± 13,0	138,0 ± 11,0
		35,0 ± 11,0	40,0 ± 9,0	24,0 ± 11,0
17	ДП, усл. ед.	170,4 ± 13,0	169,6 ± 11,7	172,5 ± 12,3
18	Индекс Кердо, %	69,0 ± 5,3	68,0 ± 7,4	88,0 ± 8,3
19	Лактат, ммоль/л	4,4 ± 0,7	7,8 ± 0,8	13,3 ± 4,3
20	рН крови, усл. ед.	7,4 ± 0,03	7,34 ± 0,03	7,31 ± 0,03
10 минут восстановления				
21	ЧСС, уд./мин	90,0 ± 15,0	97,0 ± 12,0	104,0 ± 14,0
22	АД, мм рт. ст. систолическое диастолическое	115,0 ± 6,0	117,0 ± 9,2	120,0 ± 9,0
		53,7 ± 7,8	65,0 ± 7,6	52,0 ± 8,0
23	ДП, усл. ед.	113,8 ± 17,0	113,0 ± 16,9	124,8 ± 11,0
24	Индекс Кердо, %	41,0 ± 10,7	33,0 ± 9,3	50,3 ± 13,5
25	Лактат, мм	2,2 ± 1,0	5,00 ± 2,3	9,7 ± 5,0
26	рН крови, усл. ед.	7,40 ± 0,01	7,39 ± 0,01	7,34 ± 0,03
20 минут восстановления				
27	ЧСС, уд./мин	84,0 ± 15,0	87,0 ± 11,0	91,0 ± 12,0
28	АД, мм рт. ст. систолическое диастолическое	115,0 ± 9,0	120,0 ± 5,7	117,0 ± 7,8
		67,0 ± 6,5	67,5 ± 7,6	63,0 ± 5,7
29	Лактат, ммоль/л	1,6 ± 1,9	4,0 ± 2,0	6,5 ± 3,7
30	ДП, усл. ед.	96,6 ± 9,7	104,4 ± 10,2	106,4 ± 9,3
31	Индекс Кердо, %	20,0 ± 9,0	22,0 ± 10,0	45,0 ± 11,7
Расчетные показатели :				
32	МПК, абсолют., л/мин	3,45 ± 0,75	3,57 ± 0,46	3,52 ± 0,50
33	МПК относит., л/мин/кг	66,3 ± 2,3	60,5 ± 3,7	56,0 ± 4,1
34	Максимальная анаэробно-гликолизная емкость, ммоль/л/кг	7,0 ± 1,9	18,0 ± 3,4	37,0 ± 17,9
35	Коэффициент интенсивности гликолиза, ммоль/л/мин	1,1 ± 0,4	1,9 ± 50,5	3,32 ± 0,9
36	Прирост ИК – покой-нагрузка, %	83,0	84,7	96,0

Определение типа метаболизма и гемодинамических показателей при выполнении физической мышечной деятельности с различной интенсивностью может служить основой для отбора спортсменов на разных этапах подготовки и служить основой для индивидуализации многолетнего тренировочного процесса и сохранности здоровья организма спортсменов циклических видов спорта.

Литература

1. Алексеева, Т.И. Адаптивные процессы в популяции человека / Т.И. Алексеева. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 213 с.

2. Апанасенко, Л.Г. «Спорт для всех» и новая феноменология здоровья / Л.Г. Апанасенко // Наука в олимпийском спорте. – Спец. выпуск «Спорт для всех». – 2000. – С. 36–40.

3. Виткин, Дж. Женщина и стресс / Дж. Виткин. – СПб.: Питер, 1996. – 301 с.

4. Волков, Л.В. Теория спортивного отбора, способности, одаренность, талант / Л.В. Волков. – Киев: Вежа, 1997. – 126 с.

5. Биохимия мышечной деятельности / Н.И. Волков, Э.Н. Несен, А.А. Осипенко, С.Н. Корсун. – Киев: Олимп. лит., 2000. – 503 с.

6. Закусило, М.П. Влияние курса интерваль-

ной гипоксической тренировки на состояние ФСД и физическую работоспособность спортсменок-волейболисток подросткового возраста / М.П. Закусило, П.А. Радзиевский // Наука в олимпийском спорте. – Спец. выпуск «Женщина и спорт». – 2000. – С. 123–129.

7. Иорданская, Ф.А. Морфофункциональные возможности женщин в процессе долговременной адаптации к нагрузкам современного спорта / Ф.А. Иорданская // Теория и практика физической культуры. – 1999. – № 6. – С. 43–51.

8. Казначеев, В.П. Современное состояние проблемы адаптации / В.П. Казначеев // Вестник АМН СССР. – 1975. – № 10. – С. 5–15.

9. Коц, Я.М. Физиологические особенности мышечной деятельности женщин-спортсменок / Я.М. Коц. – М.: ГЦОЛИФК, 1980. – 34 с.

10. Соболева, Т.С. О проблемах женского спорта / Т.С. Соболева // Теория и практика физической культуры. – 1999. – № 6. – С. 56–63.

11. Харитонова, Л.Г. Типы адаптаций в спорте / Л.Г. Харитонова. – Омск: СибГУФК, 1991. – 198 с.

12. Шахлина, Л.Я. Медико-биологические основы спортивной тренировки женщин / Л.Я. Шахлина. – Киев: Наукова думка, 2001. – 325 с.