

МОНИТОРИНГ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО И МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЮНЫХ ПЛОВЦОВ

А.О. Шепилов¹, А.В. Ненашева¹, А.В. Шевцов²,
Я.В. Латюшин³, И.В. Изаровская¹

¹Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия,

²Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, г. Санкт-Петербург, Россия,

³Уральский государственный университет физической культуры, г. Челябинск, Россия

Цель исследования: провести мониторинг морфофункционального и метаболического состояния юных пловцов на заключительных этапах подготовки к социально-значимым соревнованиям. **Организация и методы исследования.** Обследовались юные пловцы, занимающиеся в учебно-тренировочных группах и спортивного совершенствования 12–16 лет, спортивной квалификации от 3–2 разрядов ($12,25 \pm 0,50$ лет) до 1–2 разрядов ($14,88 \pm 0,39$ лет) и КМС, МС в возрасте $16,00 \pm 0,26$ года. В каждой возрастной группе обследовалось по 15 подростков и девочек (девушек). Стаж спортивных занятий плаванием варьировал от 5 до 8 лет. Обследование проводилось на заключительных этапах подготовки к социально-значимым соревнованиям в научно-исследовательском центре спортивной науки. Для регистрации компонентов тела использовалась диагностическая установка «Tanita» (Япония). Экспресс-информация позволяла выявить с помощью индикаторов системы крови на состояния стресс-напряжения, обнаружить по функциональным и метаболическим реакциям слабые звенья гомеостаза (неинвазивный анализатор формулы крови «АМП») (Noninvasive Hemogram Analyzer AMP) (Украина). Оценка функционального и молекулярно-клеточного состояния регистрировалась на телеметрической диагностической установке «Оксикон Мобайл» (ФРГ). **Результаты исследования и их обсуждение.** Выявлено, что большие тренировочные нагрузки вызывают значительные сдвиги в морфологических структурах, биохимических процессах тканей и органов. У спортсменов нарушения гомеостаза в процессе выполнения физических упражнений происходят только при нагрузках, граничащих с предельными возможностями. Это может случиться или на начальном этапе тренировки с применением БТН без учета принципа постепенного увеличения их или же при резком несоответствии возможностей спортсмена тренировочным нагрузкам. **Заключение.** Таким образом, сделанный нами мониторинг позволил обнаружить долговременные и срочные реакции организма на применяемые воздействия больших тренировочных нагрузок. При этом единая функциональная система детерминировала результаты тренировочной и соревновательной деятельности. На этом фоне выявлялись слабые звенья, иногда своевременно корректируемые регламентацией нагрузок, отдыхом, фармакологическими препаратами, не запрещенными биологически активными добавками.

Ключевые слова: функциональные и метаболические реакции, большие тренировочные нагрузки, юные пловцы, прогноз спортивной результативности.

Введение. У различных людей, в зависимости от возраста и конституции, соотношения объема легких, массы костей скелета, жировой массы и массы мышц, наблюдается различный удельный вес. В среднем он колеблется при полном вдохе от 0,94 до 0,99, при нормальном вдохе 0,96–1,01, при полном выдохе 1,01–1,07 [7]. У подавляющего большинства людей при вдохе удельный вес меньше единицы, но когда легкие заполняются водой, удельный вес резко повышается, и человек тонет. Свойство жидкости, выраженное законом Архимеда, при разработке техни-

ки плавания имеет исключительно важное значение. Подъемная сила воды уравнивает силу тяжести. В этом легко убедиться, если войти в воду, сделать глубокий вдох, присесть, погрузившись в воду, и сгруппироваться. Вы почувствуете, что давление воды тянет вас к поверхности. Это свойство воды дает возможность расходовать энергию при плавании, главным образом, на движение вперед, а не на поддержание тела на поверхности. Совершенствуясь в технике плавания, нужно прилагать все усилия, чтобы добиться предельного уменьшения всех факторов, ко-

торые вызывают необходимость дополнительных усилий, направленных на поддержание тела. Все движения должны быть рассчитаны так, чтобы при поднимании конечностей из крайнего нижнего положения вверх топящая сила была бы минимальной. Лицо должно быть погружено в воду как можно полнее, но не так, чтобы затруднялся процесс дыхания. Поскольку удельный вес тела становится больше при выдохе, цикл дыхания должен быть построен так, чтобы средний объем воздуха за цикл дыхания был по возможности большим. Это достигается при полноценном вдохе, некоторой фиксацией грудной клетки на вдохе и небольшой задержкой дыхания перед выдохом.

При систематической работе над развитием жизненной емкости легких можно добиться уменьшения среднего удельного веса и увеличения так называемой плавучести тела. Это позволит при плавании находиться в более высоком положении над поверхностью воды при минимальных затратах энергии. Различные части тела имеют различный удельный вес. Наименьший удельный вес у грудной клетки с легкими, наполненными воздухом, наибольший – у рук и ног, особенно у голеней и стоп, а также у предплечий с кистями. Поэтому положения общего центра тяжести тела (т. е. точки приложения равнодействующей всех сил тяжести данного тела (по Иваницкому) и общего центра плавучести не совпадают. Центр тяжести расположен ближе к ногам. Поэтому при плавании нужно обращать внимание на то, чтобы при движении ногами создавалась подъемная сила, достаточная для удержания ног и нижней части туловища у поверхности воды. При разработке техники плавания необходим также учет такой величины, как сопротивление воды. Одним из факторов, определяющим сопротивление воды, является мидельное сечение тела [10].

Сопротивление воды зависит также от скорости движения тела. Оно приблизительно пропорционально квадрату изменения скорости движения. Если скорость увеличивается, например, вдвое, то сопротивление возрастает в четыре раза. Это дает возможность сделать следующие практические выводы. Во-первых, более или менее длинную дистанцию рационально проплывать равномерно, преодолевая по возможности за один промежуток времени одно и то же расстояние. Во-вторых, рабочие движения в их наиболее эффективной части

следует выполнять энергично, придавая гребущим поверхностям большую по отношению к воде скорость. Подготовительные движения делаются медленно, за исключением тех случаев, когда рука движется над водой. Оптимальную скорость подготовительных движений можно определить при помощи практических проб. Если они будут слишком медленными, это приведет к нарушению общего темпа и ритма, а если слишком быстрыми – возрастет сопротивление. Сопротивление воды зависит от формы и характера поверхности тела. Тело, имеющее вертикальные срезы спереди и сзади, испытывает наибольшее сопротивление. Зависимость сопротивления воды от формы тела позволяет сделать ряд практических выводов. Во-первых, пловец должен стремиться придать своему телу наиболее обтекаемую форму. Чрезмерное опускание головы вниз во время скольжения, например, увеличивает сопротивление воды на 8–12 %, а ее отклонение от оптимального положения вверх – на 10–20 %. К увеличению сопротивления воды приводит также незначительный прогиб в пояснице, сгибание ног в голеностопном суставе. Плывущий должен постоянно наблюдать за своим телом, отыскивать наиболее обтекаемое положение и стремиться сохранять его во время плавания [11].

Большое значение при плавании имеют также формы тела, т. е. шероховатости, бугорки, впадины. Устья пор, складки, волоски и другие неровности на коже человека вызывают завихрение воды и тем самым увеличивают ее сопротивление. Не меньшую роль играет материал, из которого изготовлен купальный костюм: рыхлая ворсистая ткань способствует увеличению сопротивления воды.

Организация и методы исследования. Обследовались юные пловцы, занимающиеся в учебно-тренировочных группах и спортивного совершенствования 12–16 лет, спортивной квалификации от 3–2 разрядов ($12,25 \pm 0,50$ лет) до 1–2 разрядов ($14,88 \pm 0,39$ лет) и КМС, МС в возрасте $16,00 \pm 0,26$ года. В каждой возрастной группе обследовалось по 15 подростков и девочек (девушек). Стаж спортивных занятий плаванием варьировал от 5 до 8 лет. Обследование проводилось на заключительных этапах подготовки к социально-значимым соревнованиям в научно-исследовательском центре спортивной науки в аспекте реализации государственного проекта ПНР-5 «Суперкомпьютерные и грид-техноло-

гии для решения проблем энерго- и ресурсосбережения» и 5-100 актуальных проблем образования и спорта.

Для регистрации компонентов тела использовалась диагностическая установка «Tanita» (Япония), а также неинвазивный анализатор формулы крови «АМП» (Noninvasive Hemogram Analyzer AMP) (Украина). Экспресс-информация позволяла выявить с помощью индикаторов системы крови на состоянии стресс-напряжения, обнаружить по функциональным и метаболическим реакциям слабые звенья гомеостаза. Критериями оценки состояния являлись следующие срочные реакции, свидетельствующие о нарушениях в системообразующих звеньях организма: индекс адаптивного напряжения, объем эритроцитов (25 %), обкладочные клетки желудка, секретирующие соляную кислоту, коэффициент де Ритиса, дофамин-бета-гидролаза, молочная кислота, лимфопения, ацетилхолин, кровоток кожи, потребление O_2 на 100 г ткани головного мозга, насыщение артериальной крови кислородом, низкий индекс сосудистой проницаемости. Возникает необходимость приема препаратов, снижающих напряжение печени.

Долговременные адаптивные реакции характеризуют повышенную ферментативную активность, пограничную с нормой концентрацию электролитов, комплексный фактор, кровоток головного мозга, повышенные показатели потребления O_2 на 1 кг массы тела, потребление O_2 миокардом, потребление O_2 , высокое содержание CO_2 в венозной крови, ширину третьего желудочка головного мозга, работу миокарда, брадикардию.

Оценка функционального и молекулярно-клеточного состояния регистрировалась на телеметрической диагностической установке «Оксикон Мобайл» (ФРГ).

Результаты исследования и их обсуждение. Мониторинг позволял обнаружить долговременные и срочные реакции организма на применяемые воздействия БТН. При этом единая функциональная система детерминировала результаты тренировочной и соревновательной деятельности. На этом фоне выявлялись слабые звенья, иногда своевременно корректируемые регламентацией нагрузок, отдыхом, фармакологическими препаратами, не запрещенными БАД. Например, недостаток ацетилхолина возможно компенсировать препаратом, содержащим глутаминовую кис-

лоту, повысить кислород-обеспечивающую функцию в условиях равнины, сохранность миокарда нагрузками, развивающими локально-региональную мышечную выносливость. Миогенный лимфоцитоз сопутствует дистанционным ДД. В настоящем исследовании проявляется лимфопения. В процессе долговременной адаптации к нагрузкам на выносливость отмечается повышенная способность мышц к окислению липидов.

Спортивное плавание вследствие воздействия средовых факторов оказывает многогранное влияние на функциональное состояние и морфометрические характеристики занимающихся. Триада звеньев – физическое развитие, физическая подготовленность и функциональное состояние совокупно детерминируют здоровье человека. Сравнение ключевых антропометрических показателей учащихся первой группы здоровья, полученных нами, и трех образовательных учреждений Южного Урала и результатов Центральной России, а также морфофункциональные константы организма подростков свидетельствуют о том, что юные пловцы существенно превосходят подростков аналогичного возраста в морфометрических показателях. Интерес представляло выяснение особенностей компонентов тела в условиях основного обмена, а также при сегментальном анализе массожировых характеристик. Полученные групповые и индивидуальные значения позволят не только оценивать морфофункциональное состояние, но и физическую работоспособность и базирующуюся на ней спортивную результативность.

Полученные данные вносились в хранилище суперкомпьютера, подвергались анализу, на их основе принимались адекватные решения, вносились соответствующие коррективы в процесс подготовки и биоуправление единой функциональной системой организма.

Актуальность исследования вызвана необходимостью выяснить влияние мышечной и жировой массы на прогноз спортивной результативности на основе доминирования анаболических процессов активации белкового синтеза и энергообеспечения организма юных спортсменов. Динамичность происходящих процессов у юных спортсменов требует наличия экспресс-информации о состоянии и физической работоспособности занимающихся.

В табл. 1 представлены показатели состава тела и морфометрии юных пловцов.

Таблица 1
Table 1Динамика состава тела и ключевых морфометрических показателей
у девушек, занимающихся спортивным плаванием
Dynamics of body composition and key morphometric parameters
in girls involved in sport swimming

Параметры / Parameters	М	±m	М	±m
Возраст, лет / Age, years	12,25	0,50	14,88	0,39
Длина тела, см / Body length, cm	159,33	3,50	167,66	4,04
Масса тела, кг / Body weight, kg	43,92	4,31	53,90	4,51
ИМТ, кг/м ² / BMI, kg/m ²	17,25	1,16	19,14	0,99
Основной обмен, ккал / Basal metabolism, kcal	1313,50	75,00	1445,33	70,44
% жировой ткани в теле / Fat % in the body	19,18	1,68	20,78	2,35
Масса жировой ткани в теле, кг / Fat mass, kg	8,50	1,30	11,26	1,86
Масса тела без жировой ткани, кг Body weight without fat, kg	35,42	3,11	42,63	3,08
Общее количество жидкости в теле, % Total body water, %	65,92	2,26	67,20	2,24
% жировой ткани в правой ноге / Fat % in the right leg	27,75	2,54	30,16	2,01
Масса жировой ткани правой ноги, кг Fat mass of the right leg, kg	2,26	0,30	2,96	0,31
Масса правой ноги без жировой ткани, кг Mass of the right leg without fat, kg	5,88	0,63	6,85	0,58
Масса мышечной ткани правой ноги, кг Muscle mass of the right leg, kg	5,575	0,60	6,48	0,52
% жировой ткани левой ноги / Fat % in the left leg	28,03	2,07	29,86	1,80
Масса жировой ткани левой ноги, кг Fat mass of the left leg, kg	2,20	0,29	2,83	0,30
Масса левой ноги без жировой ткани, кг Mass of the left leg without fat, kg	5,61	0,34	6,66	0,48
Масса мышечной ткани левой ноги, кг Muscle mass of the left leg, kg	5,30	0,30	6,27	0,44
% жировой ткани правой руки / Fat % in the right arm	27,96	1,36	26,58	1,92
Масса жировой ткани правой руки, кг Fat mass of the right arm, kg	0,58	0,08	0,70	0,10
Масса правой руки без жировой ткани, кг Mass of the right arm without fat, kg	1,50	0,15	1,94	0,29
Масса мышечной ткани правой руки, кг Muscle mass of the right arm, kg	1,40	0,15	1,78	0,27
% жировой ткани левой руки / Fat % in the left arm	28,30	1,65	27,50	2,06
Масса жировой ткани левой руки, кг Fat mass of the left arm, kg	0,62	0,08	0,74	0,15
Масса левой руки без жировой ткани, кг Mass of the left arm without fat, kg	1,55	0,15	1,95	0,28
Масса мышечной ткани левой руки, кг Muscle mass of the left arm, kg	1,43	0,15	1,82	0,25
% жировой ткани в туловище / Fat % in the trunk	11,50	1,68	13,82	2,92
Масса жировой ткани в туловище, кг Fat mass of the trunk, kg	2,76	0,59	4,12	0,66
Масса туловища без жировой ткани, кг Mass of the trunk without fat, kg	20,92	1,73	25,12	1,77
Масса мышечной ткани в туловище, кг Muscle mass of the trunk, kg	20,02	1,63	24,03	1,67

Несмотря на имеющиеся данные литературы [9, 10] телеметрических исследований данного аспекта проведенных исследований недостаточно. Телеметрические исследования кардиопульмональных показателей спортсменов несут новую информацию о физической работоспособности, функциональном и молекулярно-клеточном состоянии в спортивном плавании. Полученные результаты являются новыми и позволяют выявлять степень подготовленности спортсменов.

В состоянии относительного покоя изучались спирометрические и во время специальной силовой нагрузки кардиопульмональные показатели. Нагрузка включала работу на силовом тренажере с динамическим включением в работу верхних конечностей. Усредненные характеристики длины тела пловцов 12–16 лет составили: $178,00 \pm 1,29$ кг, массы тела $69,32 \pm 0,96$ кг, индекс массы тела равнялся $21,87 \pm 0,32$ кг/м².

Значения дыхательного объема (VT) в покое составляли $1,74 \pm 0,10$ л (298,81 % от должного). Частота дыхательных актов равнялась $12,52 \pm 3,52$ цикла. Минутный объем дыхания (VT) находился в диапазоне $22,15 \pm 3,23$ л/мин (205,94 %). Значения ЖЕЛ вдоха были $5,70 \pm 0,18$ л (150,91 %), а ЖЕЛ выдоха равнялась $6,00 \pm 0,14$ (159,01 %). Резервный объем выдоха (ERV) составил $2,29 \pm 0,17$ л (181,61 %), а резервный объем вдоха был $1,96 \pm 0,24$ л. Объем форсированного выдоха за 1 с (ОФВ1) равнялся $4,26 \pm 0,23$ л (134,65 %). Форсированная ЖЕЛ (FVC) варьировала $5,40 \pm 0,31$ (146,66 %). Индекс Тиффно составил $78,78 \pm 0,92$ % (83,57 %). Индекс Генслера равнялся $70,11 \pm 1,09$ % (83,63 %). Показатели МОС25 (MEF75) были $6,31 \pm 0,47$ л/с (104,96 %). Значения MEF50 (МОС50) составили $4,06 \pm 0,26$ л/с (95,87 %). Величина МОС75 (MEF25) равнялась $1,23 \pm 0,22$ л/с (56,96 %). Отношение MMEF75/25 соответственно было $3,10 \pm 0,19$ у. е. Пиковая объемная скорость (PEF) составила $6,99 \pm 0,26$ л/с (91,73 %). Отношение FEV к PEF равнялось $1,09 \pm 0,27$ л. Максимальная вентиляция легких (MVV, МВЛ) была $152,80 \pm 10,91$ л/мин (72,65 %). Дыхательный объем при МВЛ составил $1,80 \pm 0,10$ л. Частота дыхания при МВЛ равнялась $49,63 \pm 9,77$ актов.

С целью оценки физической работоспособности (ФР), сопровождающей адекватное функциональное состояние, выявление наступления закисления, во время нагрузки, сопут-

ствующих факторов утомления и восстановления, применялась 4-ступенчатая проба по 3 мин каждая с мощностью силовой нагрузки 50, 120, 180, 260 Вт соответственно.

Результаты совокупной оценки функционального и молекулярно-клеточного состояния регистрировались на телеметрической диагностической установке через каждые 30 с нагрузки. Через 30 с значения ЧСС варьировали $99,50 \pm 2,87$ уд./мин, через 120 с воздействия составили $101,00 \pm 1,41$, через 240 с – $127,00 \pm 3,15$, через 6 мин – $132,00 \pm 4,96$, через 8 мин – $138,50 \pm 4,07$, через 10 мин – $146,50 \pm 2,65$, через 12 мин – $161,50 \pm 0,35$ уд./мин.

Через 3 мин респираторная ЧСС составила $135,00 \pm 2,83$ уд./мин. Минутный объем дыхания по указанным выше временным характеристикам соответственно был: $18,00 \pm 0,88$; $25,50 \pm 0,53$; $55,00 \pm 0,71$; $56,50 \pm 1,24$; $64,50 \pm 1,24$; $67,00 \pm 3,89$; $82,50 \pm 4,77$ л/мин. Через 3 мин восстановления МОД был $55,50 \pm 1,55$ л/мин.

Показатели запаса дыхания последовательно снижались во время физической нагрузки, соответственно в реальном времени были: $87,50 \pm 0,53$; $83,50 \pm 0,18$; $63,50 \pm 0,71$; $63,00 \pm 1,06$; $57,50 \pm 0,88$; $56,00 \pm 2,47$; $45,00 \pm 3,54$ %. Через 3 мин респираторный запас дыхания восстановился до $62,00 \pm 0,53$ %. Следовательно, резкое снижение показателя проявлялось через 4, 8 и 12 мин оценки ФР.

Скорость потребления кислорода (VO_2) и образования углекислого газа соответственно равнялись: $645,00 \pm 4,24$ и $497,00 \pm 7,42$; $1023,00 \pm 80,96$ и $768,50 \pm 54,62$; $2070,50 \pm 79,72$ и $2361,50 \pm 44,19$; $2587,00 \pm 121,62$ и $2880,00 \pm 26,16$ мл/мин. Следовательно, через 4–6 мин значения VO_2 и VCO_2 сравнялись, а через 8 мин и до конца нагрузки скорость образования диоксида углерода (VCO_2) доминировала. Вероятно, что после 8-й мин работы началось закисление и утомление спортсменов. Через 3 мин восстановления показатели VO_2 равнялись $1709,50 \pm 28,81$ мл/мин, а VCO_2 $1967,00 \pm 22,27$ мл/мин, т. е. процесс восстановления по этим показателям затягивался.

Значения коэффициента газообмена (RER) через 30 с нагрузки были $0,77 \pm 0,01$ у. е., и в последующие временные промежутки исследования показатели соответственно равнялись: $0,76 \pm 0,05$; $0,95 \pm 0,03$; $1,02 \pm 0,03$; $1,05 \pm 0,05$; $1,08 \pm 0,04$ ед.

В периоде восстановления RER составил $1,16 \pm 0,04$ ед. Итак, показатели RER последо-

вательно росли во время нагрузки и сохранялись в периоде реституции на уровне, чуть превышающем последнюю минуту нагрузки. Скорость потребления кислорода (СПК) через 30 с составила $9,35 \pm 0,16$ мл/мин/кг и далее последовательно вариативно повышалась во времени: $14,75 \pm 1,01$; $29,90 \pm 0,85$; $28,75 \pm 1,11$; $32,40 \pm 1,87$; $32,10 \pm 0,92$; $37,40 \pm 1,38$ мл/мин/кг. Показатели повышались от 2-й к 4-й мин нагрузки, затем были стабильны 4–6 мин и 8–10 мин, увеличиваясь к 12-й мин нагрузки. Через 3 мин восстановления значения СПК равнялись $24,75 \pm 0,16$ мл/мин/кг. Следовательно, вариативность показателей O_2/HR после 4-й мин и до конца нагрузки была не велика.

Кислородный пульс во время нагрузки составлял: $6,65 \pm 0,19$; $15,05 \pm 0,32$; $16,00 \pm 0,71$ мл/уд. Следовательно, вариативность показателей O_2/HR после 4-й мин и до конца нагрузки была не велика.

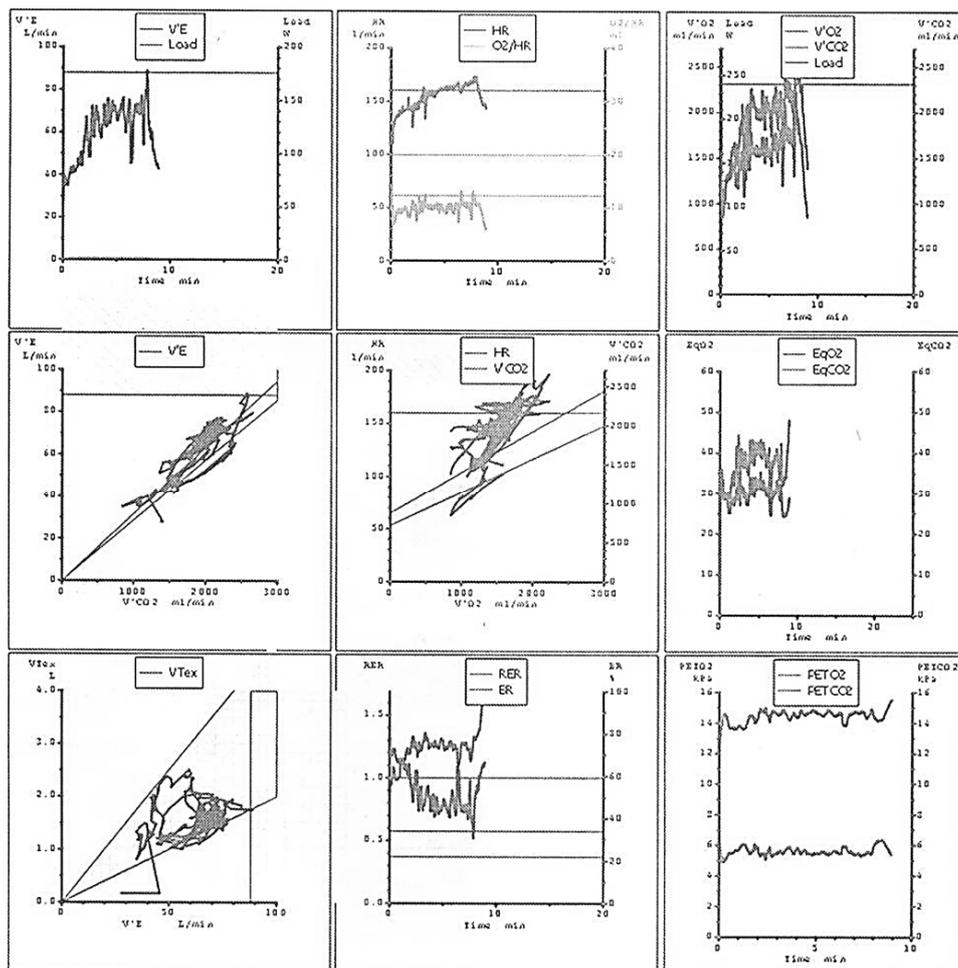
Через 3 мин восстановления значения ста-

ли $12,35 \pm 0,05$ мл/уд., т. е. приблизились к данным 30–150 с нагрузки. Эти данные свидетельствуют о том, что процесс восстановления продолжается.

Отношение МОД к объему O_2 и CO_2 было: $25,35 \pm 0,87$ и $32,85 \pm 0,83$; $22,90 \pm 1,06$ и $30,25 \pm 1,15$; $25,65 \pm 1,38$ и $26,95 \pm 0,55$; $27,30 \pm 1,80$ и $26,80 \pm 0,95$; $29,00 \pm 2,47$ и $26,45 \pm 1,22$; $28,75 \pm 2,49$ и $26,15 \pm 1,29$; $31,65 \pm 3,16$ и $27,50 \pm 1,77$ ед. Следовательно, в период нагрузки показатели изменялись вариативно и через 6 мин нагрузки отношение VE к VCO_2 были относительно стабильны до конца пробы.

Через 3 мин восстановления соответственно равнялись $32,10 \pm 1,57$ и $27,65 \pm 0,72$ ед., т. е. приблизились к аналогичным в конце нагрузки.

Представив групповые данные юных пловцов, приводим наиболее типичные конфигурации Cardio Pulmonale Leis tungsdagnostic к КМС А.А. (см. рисунок).



Изменение кардиопульмональных показателей при физической нагрузке у А.А.
Changes in cardiopulmonary parameters under physical load in A.A.

Как видно из рисунка, значения МОД росли приблизительно до 4-й мин нагрузки, а затем вариативно повышались с небольшими пиками и спадами до конца нагрузки и снижались в периоде восстановления к уровню показателей 4-й мин нагрузки. Следовательно, значения VE были пропорциональны мощности выполняемой нагрузки в первые четыре минуты ее воздействия.

Что касается частоты сердцебиений (HR), то она изменялась пропорционально мощности нагрузки до 4 мин 30 с, а затем рост значений увеличивался медленно с 5-й по 10-ю мин. После этого наблюдался резкий подъем показателя, а в периоде восстановления (3 мин) показатели снизились до уровня 4 мин 30 с.

Далее в работе представляем показатели системного и органного кровотока, разные виды давления (спинномозговой жидкости, венозного кровообращения в кругах, сопротивление малого круга кровообращения, дефицит циркулирующей крови, МОК, объем крови и расходуемая мощность жизнеобеспечения) (табл. 2).

Обращаем внимание, что кровоток скелетных мышц был ниже диапазона нормы. Высокие значения наблюдались в почечном кровотоке, кровотоке остальных органов, мозговом кровотоке на 1 г ткани. Вполне вероятно, что это связано с нахождением в водной среде и воздействием на хемо-, баро-, фоторецепторы, рецепторы давления, обеспечивающие необходимый энергетический уровень. Следует отметить, что давление спинномозговой жидкости весной превосходило нормативные показатели. Повышенная ширина третьего желудочка головного мозга, участвующего в регуляции и распределении объема воды в организме, симватно сдвигам водного баланса. Сопротивление малого круга кровообращения превосходило диапазон нормы, что связано с понижением объема циркулирующей крови в сосудах малого круга, а также объемом легких. Следует отметить ряд факторов, определяющих давление жидкостей в организме: осмотическое давление; гидростатическое давление в просвете сосудов под воздействием сил сердечных сокращений; гидродинамическое и онкотическое давление, определяющее перемещение жидкостей из сосудов к тканям и наоборот; проницаемость сосудов, стенок клеток, мембран, связанных с молекулярно-клеточными процессами; биологический механизм перемещения ионов; активные регуляторные механизмы, определяю-

щие степень потери организмом воды и натрия. Это, прежде всего, почечный механизм регуляции и антидиуретический гормон гипофиза, а также альдостерон [6, 10].

Система органного кровотока по-разному реагирует на интегративные воздействия тренировочных нагрузок, акклиматизацию сезонных и географических факторов.

При этом в каждом виде спорта проявляется различная архитектура взаимосвязей системного и органного кровотока, в том числе и церебрального. Анатомические различия наблюдались в системе внешнего и тканевого дыхания. Вполне очевидно, что эти различия проявляются в связи с неодинаковыми объемами и интенсивностью ДД, экологическими факторами и индивидуальными особенностями.

Наблюдаются совокупные взаимосвязи между показателями кровотока и работоспособностью миокарда, ферментами, легочной вентиляции, газообменом, биоэлементами, гормонами, обеспечивающими спортивную результативность.

В табл. 3 представлены показатели внешнего и тканевого дыхания, кислородтранспортной функции, органного потребления кислорода и выделения CO₂ юных пловцов.

Как видно из табл. 3, ряд изучаемых показателей выходил за рамки референтных границ: поверхность газообмена, тест Тиффно, рабочий уровень потребления кислорода, потребление кислорода на 100 г ткани головного мозга.

Тирозиновая кислота является регулятором аминокислоты, детерминирующей посредством гормонов щитовидной железы, процессы роста, развития и полового созревания. Повышают расход энергии в тканях, синтез белка, метаболизм углеводов, воздействуют на метаболизм липидов.

Содержание тирозиновой кислоты составило $1,41 \pm 0,12$ мг %, тирозина – $74,30 \pm 0,05$ мкмоль/л, а глютаминовой кислоты – $0,0046 \pm 0,001$ мкмоль/л. Показатели находились в диапазоне нормы.

Комплексный фактор регуляции митоза был $4,31 \pm 0,12$ у. е., что повышает значения диапазона нормы. Фермент амилаза равнялся $16,14 \pm 3,38$ г/л·ч, он образуется в поджелудочной и слюнных железах. Повышение уровня амилазы может быть следствием почечной недостаточности, воспаления поджелудочной железы, образовании комплексов с иммуноглобулинами.

Таблица 2
Table 2Показатели системного и органного кровотока юных пловчих
Parameters of system and organ blood flow in young female swimmers

Показатель Parameter	Весна Spring	Осень Autumn	Контроль Control
Кровоток миокарда, % / Myocardial blood flow, %	458	4,40	4,32–5,02
Кровоток скелетных мышц, % / Skeletal muscles blood flow, %	13,77	13,76	14,56–16,93
Кровоток головного мозга, % / Cerebral blood flow, %	14,19	14,21	12,82–14,90
Печеночно-портальный кровоток, % Hepatoportal blood flow, %	26,14	25,64	20,28–29,86
Почечный кровоток, % / Renal blood flow, %	24,38	25,01	21,58–25,09
Кровоток кожи, % / Skin blood flow, %	6,79	6,78	7,90–9,19
Кровоток остальных органов, % / Blood flow of the rest organs, %	8,44	8,36	5,76–6,70
Кровоток миокарда, мл/мин / Myocardial blood flow, ml/min	265,02	254,62	250–290
Кровоток скелетных мышц, мл/мин Skeletal muscles blood flow, ml/min	879,43	878,98	930–1081
Кровоток головного мозга, мл/мин / Cerebral blood flow, ml/min	830,14	830,97	750–871,68
Печеночный кровоток, мл/мин / Hepatic blood flow, ml/min	2178,58	2136,09	1690–2488,33
Почечный кровоток, мл/мин / Renal blood flow, ml/min	1615,60	1657,51	1430–1662,6
Кровоток кожи, мл/мин / Skin blood flow, ml/min	429,88	429,01	500–581,65
Кровоток остальных органов, мл/мин Blood flow of the rest organs, ml/min	549,11	544,27	375–436,15
Мозговой кровоток на 100 г ткани, мл Cerebral blood flow per 100 g of tissue, ml	52,88	52,99	50–60
Кровоток на 1 г щитовидной железы, мл Blood flow per 1 g of the thyroid, ml	3,89	3,81	3,7–4,3
Кровоток на 1 г мозговой ткани, мл Blood flow per 1 g of cerebral tissue, ml	3,45	3,39	2,0–3,2
Давление спинномозговой жидкости, мм of Water Cerebrospinal fluid pressure, mm of water	151,63	140,46	90–145
Ширина третьего желудочка головного мозга, мм Width of the third ventricle of the brain, mm	8,81	8,69	4–6
Сопrotивление малого круга кровообращения, дин/см с Resistance of the pulmonary circuit, din/cm s	245,21	164,10	140–150
Центральное венозное давление, мм of Water Central venous pressure, mm of water	71,36	78,43	70–150
Время кровообращения большого круга, с Circulation time of systemic circulation, s	17,20	16,97	16–23
Время кровообращения малого круга, с Circulation time of pulmonary circulation, s	4,84	4,60	4,0–5,5
Расходуемая мощность жизнеобеспечения, ккал/кг/мин Consumed power of life support, kcal/kg/min	4,09	3,25	1,23–4,30
Объем циркулирующей крови, мл/кг Circulating blood volume, ml/kg	66,67	66,68	68–70
Минутный объем кровообращения, л/мин Minute volume of blood circulation, l/min	3,60	3,63	3,5–4,3

Нами установлено, что показатели ацетилхолина, выполняющие энергозависимые функции, стимулирование скелетных мышц, миокарда за счет накопления нейромедиатора в анаэробных условиях, были ниже диапазона нормы (81,10–92,10) и составляли $80,18 \pm 0,33$ мкг/мл. Ацетилхолин обеспечивает сократительную функцию скелетных мышц.

Ацетилхолинэстераза варьировала, со-

ставляя $258,96 \pm 0,97$ мкмоль/л, а креатинкиназа мышц $474,64 \pm 0,12$ мкмоль/мин/кг находились в границах нормы. Креатинкиназа мышц катализирует обратимую реакцию переноса фосфорильного остатка с АТФ на креатин из креатинфосфата на АДФ. Креатинфосфокиназа переносит в саркоплазме фосфорную группу от АТФ к креатину. Образующийся креатинфосфат используется для

Физиология

фосфорилирования АДФ, связанный в миофибриллах с миозином. В совокупности с Na и K эта система, стимулируемая АТФ-азой, участвует в энергетическом обеспечении процесса активного транспорта ионов через клеточные мембраны.

Креатинкиназа сердца у юных пловцов была $37,90 \pm 0,30$ мкмоль/мин/кг. Креатинфосфокиназа используется в диагностике нарушений в мышечной системе и сердечной деятельности. Концентрация фермента и суб-

страта, температуры, рН, присутствие ингибиторов в совокупности способствуют сохранению гомеостаза организма. Значительная часть ферментов (свыше 25 %) содержит прочно связанные ионы металлов или активны только в их присутствии. Регуляция на молекулярном уровне многих метаболических процессов у людей изучена недостаточно [5]. Креатинкиназа сердца в процессе баланса между АТФ-Mg₂ и комплексом КФК-АТФ-Mg₂ на внешней стороне внутренней мембраны

Таблица 3
Table 3

Показатели внешнего, тканевого дыхания, скорости окисления, транспорта и органного потребления кислорода и выделения углекислого газа юных пловцов в весенних и осенних исследованиях
Parameters of external and tissue breathing, oxygenation speed, oxygen transport, organ oxygen consumption and carbon dioxide release in young swimmers during spring and autumn examinations

Показатель Parameter	Весна Spring	Осень Autumn	Контроль Control
Скорость оксигенации, мл/с / Oxygenation speed, ml/s	264,04	263,37	260–280
Поверхность газообмена, м ² / Gas exchange surface, m ²	2907,90	2908,68	3500–4300
Дефицит циркулирующей крови, мл Circulating blood deficiency, ml	42,02	51,26	0–250
Жизненная емкость легких, см ³ / Vital capacity, cm ³	5048,28	4959,85	3500–4300
Легочная вентиляция, л/мин / Pulmonary ventilation, l/min	4,34	4,23	4–12
Жизненный объем легких в фазе экспирации, см ² Expiratory vital capacity, cm ²	2882,43	3196,83	–
Максимальный воздушный поток, л/мин Peak air flow, l/min	99,91	102,88	74–116
Тест Тиффно, % / Tiffno's test, %	78,21	92,91	70–80
Рабочий уровень потребления кислорода, % Working level of oxygen consumption, %	62,74	60,95	45–60
Время однократной нагрузки, мин / Single load time, min	7,185	9,95	3–10
Дыхательный коэффициент, у. е. / Breathing coefficient, с. у.	0,89	1,01	0,8–1,2
Транспорт кислорода, мл/мин / Oxygen transport, ml/min	1111,47	1083,20	900–1200
Потребление кислорода на 100 г ткани головного мозга, мл Oxygen transport per 100 g of cerebral tissue, ml	2,37	2,60	2,8–3,4
Насыщение артериальной крови кислородом, % Arterial oxygen saturation, %	96,59	97,12	95–98
Потребление кислорода па кг веса, мл/кг/мин Oxygen consumption per kg, ml/kg/min	10,033	10,41	4–6
Потребление кислорода, мл/мин / Oxygen consumption, ml/min	249,31	242,57	200–250
Потребление кислорода миокардом, мл/мин Myocardial oxygen consumption, ml/min	9,07	9,23	7–10
Индекс тканевой экстракции кислорода, мл Tissue oxygen extraction index, ml	0,35	0,35	0,26–0,34
Выделение углекислого газа, мл/мин Carbon dioxide release, ml/min	351,19	357,25	119–300
Суммарное содержание углекислого газа в артериальной крови, % Total arterial carbon dioxide, %	49,123	44,75	32,5–46,6
Содержание углекислого газа в венозной крови, % Venous blood carbon dioxide, %	63,97	62,67	51–53
Скорость продукции углекислого газа, мл/мин Speed of carbon dioxide production, ml/min	217,81	259,34	150–340
Индекс сосудистой проницаемости, у. е. Vascular permeability index, с. у.	3,96	3,95	4,17–4,34

Таблица 4
Table 4Состояние системы кровообращения и дыхания юных пловцов 16–18 лет в условиях соревновательного периода
Functional state of blood circulation and breathing in young swimmers aged 16–18 years in the conditions of competition period

Статистики Statistics	Кровоток миокарда, % Myocardial blood flow, %	Кровоток скелетных мышц, % Skeletal muscles blood flow, %	Кровоток головного мозга, % Cerebral blood flow, %	Печеночный кровоток, % Hepatic blood flow, %	Почечный кровоток, % Renal blood flow, %	Кровоток кожи, % Skin blood flow, %	Кровоток остальных органов, мл/мин Blood flow of the rest organs, ml/min
M ± m	4,50 ± 0,03	16,33 ± 0,33	15,31 ± 0,44	24,76 ± 0,57 мл/мин / ml/min	23,68 ± 0,63	6,77 ± 0,005	486,33 ± 14,53
M ± m	260,22 ± 2,27	1043,27 ± 9,48	895,79 ± 14,70	2063,01 ± 47,42	1569,39 ± 31,68	428,31 ± 1,06	486,33 ± 14,59
Статистики Statistics	Объем циркулирующей крови, мл Circulating blood volume, ml	Минутный объем крови, кислорода, мл Minute volume of blood circulation, ml	Транспорт кислорода, мл Oxygen transport, ml	Потребление O ₂ на 100 г ткани головного мозга, мл Oxygen consumption per 100 g of cerebral tissue, ml	Насыщение артериальной крови кислородом, % Arterial oxygen saturation, %	Потребление O ₂ на кг массы тела, мл Oxygen consumption per kg, ml	Потребление кислорода, мл Oxygen consumption, ml
M ± m	71,64 ± 1,14	4,58 ± 0,19	1120,59 ± 1,01	2,52 ± 0,02	94,57 ± 1,07	4,72 ± 0,28	159,72 ± 4,03
Статистики Statistics	Суммарное CO ₂ в артериальной крови, % Total arterial carbon dioxide, %	Содержание CO ₂ в венозной крови, % Venous blood carbon dioxide, %	Скорость продукции CO ₂ , мл/мин Speed of carbon dioxide production, ml/min	Индекс сосудистой проницаемости, у. е. Vascular permeability index, c. u.	Плотность плазмы, г/л Plasma density, g/l	Индекс экстракции O ₂ , у. е. Oxygen extraction index, c. u.	Дефицит циркулирующей крови, мл Circulating blood deficiency, ml
M ± m	44,75 ± 0,59	63,48 ± 0,23	218,46 ± 30,57	3,98 ± 0,02	1051,89 ± 0,96	0,33 ± 0,003	250,09 ± 0,63
Статистики Statistics	Мозговой кровоток на 100 г, мл/100 г Cerebral blood flow per 100 g, ml/100 g	Кровоток на 1 г щитовидной железы, мл Blood flow per 1 g of the thyroid, ml	Кровоток на 1 г мозговой ткани, мл Blood flow per 1 g of cerebral tissue, ml	Давление спинномозговой жидкости, мм Cerebrospinal fluid pressure, ml	Ширина 3 желудочка головного мозга, мм Width of the third ventricle of the brain, mm	Работа сердца, Дж Heart performance, J	Время однократной нагрузки, мин Single load time, min
M ± m	52,75 ± 0,11	3,95 ± 0,04	3,15 ± 0,06	117,07 ± 2,25	6,29 ± 0,21	0,86 ± 0,005	8,49 ± 1,25
Статистики Statistics	Ударный объем, мл Stroke volume, ml	Интервал PQ, с PQ interval, s	Интервал QT, с QT interval, s	Комплекс QRS, с QRS complex, s	ЧСС, уд./мин HR, bpm	САД, мм рт. ст. SBP, mm Hg	ДАД, мм рт. ст. DBP, mm Hg
M ± m	67,58 ± 3,67	0,148 ± 0,001	0,37 ± 0,0005	0,10 ± 0,02	51,45 ± 0,34	120,63 ± 4,03	75,78 ± 3,67
Статистики Statistics	Сопротивление малого круга крово- обращения, дин/см·с Pulmonary circulation resistance, din/cm·s	Центральное венозное давление, мм Central venous pressure, mm	Время кровообращения большого круга, с Circulation time of systemic circulation, s	Время кровообращения малого круга, с Circulation time of pulmonary circulation, s	Мощность энергообеспечения, Вт Power of energy supply, W	Скорость окисления, мл/с Oxygenation speed, ml/s	Поверхность газообмена, м ² Gas exchange surface, m ²
M ± m	140,77 ± 1,64	69,19 ± 8,82	21,48 ± 1,06	5,11 ± 0,04	3,33 ± 0,12	235,36 ± 1,16	3671,89 ± 13,87
Статистики Statistics	ЖЕЛ, мл Vital capacity, ml	МОД, л/мин Pulmonary minute volume, l/min	ЖЕЛ/фазе эспирации, см ³ Expiration vital capacity, cm ³	Максимальная венти- ляция легких, л/мин Maximal pulmonary ventilation, l/min	Индекс Тиффно, % Tiffno's index, %	Потребление O ₂ , мл Oxygen consumption, ml	Дыхательный коэффициент, у. е. Breathing coefficient, c. u.
M ± m	5080,05 ± 180,98	11,90 ± 2,32	2916,82 ± 57,96	95,19 ± 3,54	86,96 ± 2,67	62,77 ± 2,31	0,97 ± 0,03

регулирует процесс повышения КФК при повреждении скелетной мускулатуры и нарушениях в миокарде, заболеваниях ЦНС.

Результаты исследования органного и системного кровотока, транспорта, потребления, насыщения, тканевой экстракции O_2 центральной гемодинамики и дыхания представлены в табл. 4

Заключение. Таким образом, в процессе комплексных исследований устанавливаются физиология интеграции гомеостаза юных спортсменов. Например, концентрация молочной кислоты (МК) связана с состоянием кровообращения в мышцах и печени. Ее увеличение наблюдается при гипоксии (сердечной, легочной недостаточности), анемиях, остром гепатите, токсикозах. Увеличение МК детерминировано понижением способности печени превращать ее в глюкозу и гликоген [8, 11].

Глюкоза служит одним из поставщиков кислорода клетки. Под воздействием глюкозооксидазы происходит окисление глюкозы кислородом воздуха до глюконовой кислоты с образованием перекиси водорода.

Однако требуют дальнейшего изучения проблемы, касающиеся механизмов регуляции и координации процессов функционирования и безопасности жизнедеятельности человека в спорте, процессы роста и деления клеток, механизмах их секреции, представления о молекулярно-клеточных процессах, лежащих в основе функционирования ЦНС.

Одной из главных предпосылок создания резервов в спорте (нагрузка, восстановление) является оптимальная эргогеническая диета, содержащая витамины, некоторые жирные кислоты, различные минеральные вещества и воду.

Адаптация к физическим нагрузкам во всех случаях представляет собой реакцию целого организма, однако специфические изменения в тех или иных функциональных системах могут быть выражены в различной степени, следовательно важно изучение сильных, средних, слабых, но значимых звеньев адаптации.

Большие тренировочные нагрузки (БТН) вызывают значительные сдвиги в морфологических структурах, биохимических процессах тканей и органов. У спортсменов нарушения гомеостаза в процессе выполнения физических упражнений происходят только при нагрузках, граничащих с предельными возможностями. Это может случиться или на началь-

ном этапе тренировки с применением БТН без учета принципа постепенного увеличения их или же при резком несоответствии возможностей спортсмена тренировочным нагрузкам.

При интенсивных физических нагрузках в мышцах снижается содержание АТФ, КрФ, гликогена и увеличивается количество лактата и мочевины в крови. Во время подготовки к соревнованиям в крови спортсмена повышается уровень кортикостероидов, что подавляет иммунитет [10]. Моторно-двигательная деятельность и гипоксия сопровождается ускорением свертывания крови и усилением ее фибринолитической активности, значительными гематологическими изменениями. Наиболее часто у спортсменов, развивающих выносливость, встречается анемия (дефицит железа), низкий уровень гемоглобина, гематокрита, что может снизить физическую работоспособность и спортивную результативность [10]. Выявлено [8], что при гипоксии нарушается мобилизация гликогена, что обусловлено падением запасов катехоламинов в миокарде и снижением адренореактивности сердца [3]. Избыток катехоламинов (адреналина и норадреналина) способствует развитию гипоксии и даже аноксии миокарда и вызывает значительные изменения в процессе обмена веществ [1, 2, 4, 8].

Статья выполнена при поддержке Правительства РФ (Постановление № 211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.А03.21.0011.

Литература

1. Ахметов, Р. Биомеханические технологии в системе подготовки высококвалифицированных спортсменов / Р. Ахметов, Т. Кутек // *Наука в олимпийском спорте*. – 2013. – № 1. – С. 70–75.
2. Бауэр, В.Г. Современная система подготовки спортивного резерва России и пути её совершенствования / В.Г. Бауэр // *Спорт: экономика, право, управление*. – 2004. – № 3. – С. 12–15.
3. Белоцерковский, З.Б. Сердечная деятельность и функциональная подготовленность у спортсменов (норма и атипичные изменения в нормальных и измененных условиях адаптации к физическим нагрузкам) / З.Б. Белоцерковский, Б.Г. Любина. – М.: Совет спорт, 2012. – 548 с.
4. Гарганеева, Н.П. Функциональные особенности сердечно-сосудистой системы у квалифицированных спортсменов разных

видов спорта в зависимости от интенсивности и типа физической нагрузки / Н.П. Гарганеева, И.Ф. Таминова, И.Н. Ворожцова, Н.А. Бурматов // Сибирский мед. журнал. – 2012. – Т. 27, № 4. – С. 47–51.

5. Метаболизм в процессе физической деятельности / под. ред. М. Харгривса. – М.: Олимп. лит., 1998. – 285 с.

6. Мищенко, В.С. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражение адаптации к напряженной физической тренировке в спорте: монография / В.С. Мищенко, Е.Н. Лысенко, В.С. Виноградов. – Киев: Науковий світ, 2007. – 351 с.

7. Ньюсон, П. Эффективное плавание. Методика тренировки пловцов и триатлетов / Пол Ньюсон, Адам Янг; пер. с англ. Дианы Айше; под ред. С. Ленивкина. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 400 с.

8. Шевченко, Ю.Л. Гипоксия. Адаптация, патогенез, клиника: рук. для врачей / Ю.Л. Шевченко. – СПб.: ООО ЭЛБИ, 2000. – 384 с.

9. Bouchard, C. Genomic predictors the maximal O_2 un take response to stand-undies exercise training programs / C. Bouchard, M.A. Sazynski // Appl. Physiol. – 2011. – Vol. 110. – P. 1160–1170.

10. Isaev, A.P. Sport. Training. Individualization. State, Problems and Advanced Solutions / A.P. Isaev, V.V. Erlikh, V.V. Rybakov. – Nomos, 2017. – 278 p.

11. Shepilov, A.V. Ergospirometric indices of evaluation of exercise performance of female swimmers of different ages and qualifications / A.V. Shepilov, A.V. Nenasheva A.P. Isaev // Теория и практика физ. культуры. – 2013. – № 3. – С. 13.

Шепилов Александр Олегович, преподаватель кафедры спортивного совершенствования, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: alexander.shepilov@yahoo.com, ORCID: 0000-0001-6515-5204.

Ненашева Анна Валерьевна, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: nenashevaav@susu.ru, ORCID: 0000-0001-7579-0463.

Шевцов Анатолий Владимирович, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой физической реабилитации, Национальный государственный университет физической культуры, спорт и здоровья имени П.Ф. Лесгафта. 190121, г. Санкт-Петербург, ул. Декабристов, 35. E-mail: sportmedi@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9878-3378.

Латюшин Ян Витальевич, доктор биологических наук, заведующий кафедрой анатомии, профессор кафедры физиологии, Уральский государственный университет физической культуры. 454091, г. Челябинск, ул. Орджоникидзе, 1. E-mail: dokchel@mail.ru, ORCID: 0000-0003-1968-2315.

Изаровская Ирина Валериевна, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: izarovskaiaiv@susu.ru, ORCID: 0000-0002-9472-8427.

Поступила в редакцию 3 декабря 2017 г.

CONTROL OF MORPHOFUNCTIONAL AND METABOLIC STATE IN YOUNG SWIMMERS

A.O. Shepilov¹, alexander.shepilov@yahoo.com, ORCID: 0000-0001-6515-5204,

A.V. Nenasheva¹, nenashevaav@susu.ru, ORCID: 0000-0001-7579-0463,

A.V. Shevtsov², sportmedi@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9878-3378,

Yu.V. Latyushin³, dokchel@mail.ru, ORCID: 0000-0003-1968-2315,

I.V. Izarovskaia¹, izarovskaiaiv@susu.ru, ORCID: 0000-0002-9472-8427

¹South Ural State University, Chelyabinsk, Russia Federation,

²National State University of Physical Culture, Sport and Health P.F. Lesgafta, St. Petersburg, Russian Federation,

³Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, Russia Federation

Aim. The aim of this article is to conduct the monitoring of morphofunctional and metabolic state in young swimmers at the final stages of preparation to socially significant competitions. **Materials and methods.** We examined young swimmers aged 12–16 years from learning and training groups and the groups of sports improvement having 3rd–2nd ranks (12.25 ± 0.50 years), 1st–2nd ranks (14.88 ± 0.39 years) or the Candidate in Masters of Sports and Master of Sports qualification (16.00 ± 0.26 years). Each age group consisted of 15 teenagers and girls. Sport experience in swimming was from 5 to 8 years. The examination was conducted in the Research center for sports science at the final stages of preparation to socially significant competitions. We used Tanita diagnostic appliance (Japan) to measure body composition. Express-information on blood indices under stress and functional metabolic reactions allowed us to reveal weak components of homeostasis (Noninvasive Hemogram Analyzer AMP, Ukraine). The assessment of functional and molecular cell state was performed with the help of Oxycon Mobile diagnostic appliance (FRG). **Results.** We revealed that huge training loads provoke significant shifts in the morphological structures and biochemical processes of tissues and organs. The disturbance of homeostasis in athletes performing physical exercises occurs only under near threshold loads. It may occur either at the initial stage of training with huge training loads without taking into account the principle of a gradual increase in loads or if athlete's abilities do not correspond to training loads. **Conclusion.** The monitoring performed allowed us to reveal long-term and short-term reactions of the body to huge training loads. At the same time, the single functional system determined the results of training and competition activity. Under these conditions we revealed weak components, which can be improved with the help of load regulation, recovery, pharmacological drugs or approved biologically active additives.

Keywords: functional and metabolic reactions, huge training loads, young swimmers, forecast of sport performance.

The work was supported by Act No. 211 Government of the Russian Federation, contract No. 02.A03.21.0011.

References

1. Akhmetov R., Kutek T. [Biomechanical Technologies in the System of Training Highly Skilled Athletes]. *Nauka v olimpiyskom sporte* [Science in the Olympic sport], 2013, no. 1, pp. 70–75. (in Russ.)
2. Bauer V.G. [The Modern System of Preparation of the Sports Reserve of Russia and ways to Improve]. *Sport: ekonomika, pravo, upravlenie* [Sport. Economics, Law, Management], 2004, no. 3, pp. 12–15. (in Russ.)
3. Belotserkovskiy Z.B., Lyubina B.G. *Serdechnaya deyatel'nost' i funktsional'naya podgotovlennost' u sportsmenov (norma i atipichnye izmeneniya v normal'nykh i izmenennykh usloviyakh adaptatsii k fizicheskim nagruzkam)* [Cardiac Activity and Functional Readiness of Athletes (Norm and Atypical Changes in Normal and Altered Conditions of Adaptation to Physical Loads)]. Moscow, Soviet Sport Publ., 2012. 548 p.

4. Garganeeva N.P., Taminova I.F., Vorozhtsova I.N., Burmatov N.A. [Functional Features of the Cardiovascular System in Qualified Athletes of Different Sports, Depending on the Intensity and Type of Physical Activity]. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal* [Siberian Medical Journal], 2012, vol. 27, no. 4, pp. 47–51. (in Russ.)
5. Khargrivsa M. *Metabolizm v protsesse fizicheskoy deyatel'nosti* [Metabolism in the Process of Physical Activity]. Moscow, Olympic Literature Publ., 1998. 285 p.
6. Mishchenko V.S., Lysenko E.N., Vinogradov V.S. *Reaktivnye svoystva kardiorespiratornoy sistemy kak otrazhenie adaptatsii k napryazhennoy fizicheskoy trenirovke v sporte: monografiya* [Reactive Properties of the Cardiorespiratory System as a Reflection of Adaptation to Intense Physical Training in Sports. Monograph]. Kiev, Scientific World Publ., 2007. 351 p.
7. N'yuson P., Yang A., Lenivkin S. *Effektivnoe plavanie. Metodika trenirovki plovtsov i triatletov* [Effective Swimming. Techniques for Training Swimmers and Triathletes], russian translation: D. Ayshe. Moscow, Mann, Ivanov and Ferber Publ., 2013. 400 p.
8. Shevchenko Yu.L. *Gipoksiya. Adaptatsiya, patogenez, klinika: rukovodstvo dlya vrachey* [Hypoxia. Adaptation, Pathogenesis, Clinic. A Guide for Doctors]. St. Petersburg, OOO ELBI Publ., 2000. 384 p.
9. Bouchard C., Sarzynski M.A. Genomic Predictors the Maximal O₂ un Take Response to Stand-Undies Exercise Training Programs. *Appl. Physiol.* 2011, vol. 110, pp. 1160–1170. DOI: 10.1152/jappphysiol.00973.2010
10. Isaev A.P., Erlikh V.V., Rybakov V.V. *Sport. Training. Individualization. State, Problems and Advanced Solutions*. Nomos, 2017. 278 p.
11. Shepilov A.V., Nenasheva A.V., Isaev A.P. Ergospirometric Indices of Evaluation of Exercise Performance of Female Swimmers of Different Ages and Qualifications. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2013, no. 3, p. 13.

Received 3 December 2017

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Мониторинг морфофункционального и метаболического состояния юных пловцов / А.О. Шепилов, А.В. Ненашева, А.В. Шевцов и др. // Человек. Спорт. Медицина. – 2018. – Т. 18, № 1. – С. 60–73. DOI: 10.14529/hsm180105

FOR CITATION

Shepilov A.O., Nenasheva A.V., Shevtsov A.V., Lattyushin Yu.V., Izarovskaia I.V. Control of Morphofunctional and Metabolic State in Young Swimmers. *Human. Sport. Medicine*, 2018, vol. 18, no. 1, pp. 60–73. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm180105
