

СИСТЕМООБРАЗУЮЩИЕ ЗВЕНЬЯ ГЕМОСТАЗА ЮНЫХ ПЛОВЦОВ 15–16 ЛЕТ ВЫСОКОЙ СПОРТИВНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ В УСЛОВИЯХ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОЙ И МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ НА ЭТАПЕ НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ ПОДГОТОВКИ К СОРЕВНОВАНИЯМ

А.П. Исеев, В.В. Эрлих, Е.В. Романова, А.В. Ненашева, А.О. Шепилов
Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Полифункциональная и метаболическая оценка состояния юных спортсменов позволяет выявить ведущие индикаторы и в дальнейшем в динамике исследований осуществлять моделирование отдельных систем, позволяющих получать достоверные сведения диагностического и прогностического характера. В результате появляется возможность не только этапной оценки состояний, выявления критериев, но и нарушений в организме спортсменов, тренирующихся в условиях применения больших тренировочных нагрузок (БТН).

Ключевые слова: система периферической крови, органный кровоток, энзимы, билирубин, белок, гормоны, липидный обмен, белковый обмен, углеводный обмен, легочная вентиляция, газообмен, дыхательный коэффициент, вентиляционный эквивалент, метаболизм, синтез.

Обследовалось 15 пловцов (I разряд, КМС, МС) в возрасте 15–16 лет на анализаторе (Киев, ООО НПК «Биопроминь») на этапе непосредственной подготовки к соревнованиям (ЭНПС).

Результаты исследования периферической крови представлены в табл. 1.

Таблица 1
Форменные элементы крови юных пловцов

Статистика	М	± m
Эритроциты, 10^{12} в мл	4,88	0,17
Гемоглобин, г/л	145,74	6,25
Лейкоциты, 10^9 в л	6,21	0,92
Нейтрофилы сегментоядерные, %	57,82	2,11
Нейтрофилы палочкоядерные, %	3,56	0,71
Скорость оседания эритроцитов, мм/ч	7,40	1,40
Лимфоциты, %	27,02	0,98
Моноциты, %	7,15	0,98
Эозинофилы, %	4,45	0,73

Как следует из полученных данных, обнаружены повышенные значения количества эритроцитов у 33,30 % обследованных и высокий уровень гемоглобина в 16,67 % случаев, а низкий – у 8,33 % обследуемых. Следовательно, транспорт кислорода от легких к тканям осуществляется на высоком уровне. Гемоглобин в клетках является отличным кислотно-щелочным буфером, и поэтому эритроциты ответственные за основную часть буферной емкости крови. Вероятно, что у отдельных пловцов выявляется первичная полицитемия. На фоне модельных характеристик выявлялось в 16,67 %

уменьшение и в таком же количестве увеличение числа лейкоцитов. Важным свойством лейкоцитов является защита против инфекционных агентов. При исследовании обнаружены у одного спортсмена (8,33 % случаев) островоспалительные реакции (палочкоядерные лейкоциты 8,55 %), аллергические реакции выявлены в 2 случаях (эозинофилия равнялась соответственно 8,0 и 8,5 %), низкие значения СОЭ отмечены у 8,33 % обследуемых.

Итак, в модельных значениях обнаружено повышение числа эозинофилов, которые собираются в тканях, где осуществляются аллергические кожные реакции. Полагают [1], что эозинофилы нейтрализуют некоторые из вызывающих воспаление веществ и предупреждают распространение местного воспалительного процесса. Моноцитарно-макрофагальная система усиленно выполняла тканевую функцию по разрушению частиц, токсинов и других нежелательных веществ. Нейтрофилы и тканевые макрофаги успешно выполняли атаку и разрушение внедрившихся бактерий, вирусов и других вредоносных агентов.

Гемостаз означает предупреждение кровопотери. Звенья свертывающей системы крови в реальном времени представлены в табл. 2.

Свертывание крови осуществляется прокоагулянтами, а тормозят этот процесс антикоагулянты. В нормальном кровотоке преобладают антикоагулянты. В 100 % у пловцов отмечалось ускоренное время окончания свертывания, при этом в 75 % случаев общее время свертывания составило менее 60 с. Фибриноген и нити фибрина формируют сгусток, внутрь которого захватываются кровяные пластинки, клетки крови и плазма. Уровень

фибриногена в исследовании был в пределах референтных границ. Протромбиновый индекс (ПТИ) находился в диапазоне нормы в 83,33 % случаев (в одном случае ПТИ был за пределами апогея референтных границ и в одном случае соответственно перигея). Общее количество тромбоцитов в 91,67 % случаев было в норме, пониженное количество наблюдалось лишь в 1 случае (8,33 %). Гематокрит в 83,33 % случаев был в референтных границах, а в одном случае повышался и в одном случае снижался (в целом отклонения составили 16,67 %), что сочеталось с низким уровнем ПТИ. Можно заключить, что в исследовании наблюдался ускоренный процесс свертывания крови при относительно низких значениях гематокрита и нормальном уровне фибриногена и тромбоцитов.

Содержание электролитов и водного обмена пловцов представлено в табл. 3.

Как видно из табл. 3, переизбытка макроэлементов в исследовании не обнаружено. Только в одном случае количество клеточной жидкости находилось в верхней границе нормы. Клеточная вода составляет 40 % массы тела и находится внутри $75 \cdot 10^{12}$ клеток организма. Внеклеточная жидкость составляет 20 % массы тела.

Дефицит кальция обнаружен в 16,67 % случаев, в 25 % случаев уровень кальция находился в нижней границе нормы. Необходима коррекция недостатка этого макроэлемента, так как он является центральным звеном в построении растущего скелета (кости и позвоночник), участвует в сокращении сердечной и всех скелетных мышц, влияет на тонус гладкой мускулатуры (бронхов, мелких капилляров, стенки органов пищеварительной системы). Диета, богатая кальцием, позволяет насытить организм жизненно важным ионом и включает в рацион нежирные молочные и кисломолочные продукты, миндаль, кунжут, зелень, все сорта капусты и салата, большинство фруктов.

Дефицит магния обнаружен в 33,3 % случаев, еще у 16,67 % обследованных уровень магния определяется у нижней границы нормы. Коррекция недостатка макроэлемента позволяет нормализовать баланс электролитов в межклеточном про-

странстве, уменьшить периферическое сопротивление сосудов, уменьшить работу сердца по продвижению крови по артериальному руслу и снизить риск артериальной гипертензии. Диета, богатая магнием, содержит в своем составе много овощей и фруктов.

Калий плазмы в 100 % случаев находился в пределах референтных границ, к верхней границе нормы данный показатель не приближался ни разу. У нижней границы нормы показатель находился у 41,65 % пловцов. Насыщение организма калием происходит за счет включения в рацион следующих продуктов: картофеля, грибов, бобовых, зелени, мякотных фруктов.

Уровень натрия плазмы находился у медианы референтных границ, обнаруживая крайне незначительную вариабельность у большинства спортсменов, только у 16,67 % обследуемых обнаружено приближение натрия к нижней границе нормы, что одновременно сочеталось с дефицитом кальция и магния, невысокими значениями калия. На фоне нормальных значений натрия склонности к отекам не было обнаружено, лишь в 1 случае уровень клеточной жидкости находился на верхней границе нормы, также в одном случае обнаружено критическое понижение уровня клеточной жидкости на фоне невысоких значений магния и калия.

Уровень внеклеточной жидкости у большинства спортсменов оказался ниже нормальных значений (66 % обследуемых), что требует, с одной стороны, соблюдения питьевого режима (в расчете 40 мл на каждый кг веса) и насыщения недостающими макроэлементами, с другой стороны; общий процент воды в организме всегда оставался в пределах нормы.

Ферментативная активность и метаболическая функция печени заключаются в том, что печень выполняет многогранную роль (обменные процессы, депо витаминов, ферритина, синтез факторов свертывания крови, гормонов и др.). Результаты исследования энзимов, билирубина, pH желудочного сока представлены в табл. 4.

У обследуемых пловцов наблюдались следующие изменения показателей работы печени,

Таблица 2

Свертывающая система крови юных пловцов

Статистика	Начало свертывания, с	Конец свертывания, с	Тромбоциты на 10^3 в л	Фибриноген, г/л	ПТИ, %	Гематокрит, %
М	74,67	129,92	206,78	3,25	81,03	41,81
$\pm m$	1,66	0,83	14,14	0,01	3,00	1,79

Таблица 3

Электролитный и водный обмен у юных пловцов

Статистика	Кальций плазмы, ммоль/л	Магний плазмы, ммоль/л	Калий плазмы, ммоль/л	Натрий плазмы, ммоль/л	Внеклеточная вода, %	Клеточная вода, %	Общая вода, %
М	2,30	0,80	4,08	141,62	20,76	40,68	58,64
$\pm m$	0,04	0,04	0,06	0,73	0,28	0,48	1,63

желчного пузыря и желудка. Гликолиз и пентозофосфатный путь высвобождают энергию из глюкозы с помощью пентозофосфатного цикла. При этом функциональные пробы печени в 75 % случаев оставались в пределах референтных значений нормы, в 8,33 % случаев отмечалось небольшое повышение АСТ, в 1 случае выявлено парадоксальное выраженное понижение АСТ и АЛТ, в 1 случае незначительное изолированное понижение АСТ. Соотношение АСТ и АЛТ в 75 % случаев оставалось в норме, в 16,67 % отмечено повышение и в 16,67 % – понижение отношения АСТ/АЛТ. Печень выполняет ряд функций, детерминирующих нормальную концентрацию глюкозы крови.

Таблица 4
Ферментативная активность и индикаторы
гемолитических состояний у юных пловцов

Статистика	М	± m
АСТ, ммоль/л	0,26	0,05
АЛТ, ммоль/л	0,27	0,05
АСТ, U/l	12,63	2,60
АЛТ, U/l	13,57	2,63
АСТ/АЛТ	1,18	0,26
Билирубин общий, ммоль/л	18,86	2,49
Билирубин не прямой, ммоль/л	14,32	1,82
Билирубин прямой, ммоль/л	4,55	0,70
pH желудочного сока	1,53	0,03
Базальное давление сфинктера Одди, мм рт. ст.	40,9	0,24

Повышение непрямого билирубина наблюдалось в 83,33 %, при этом в 77,78 % оно сопровождалось повышением базального давления сфинктера Одди и в 8,33 % его понижением. Изолированное повышение базального давления сфинктера Одди наблюдалось в 8,33 % случаев. Таким образом, у пловцов старшей группы отмечается преобладание симпатической нервной системы над парасимпатической, что обуславливает повышение тонуса сфинктера желчного пузыря и как результат застой желчи в печеночных протоках, на этом фоне pH желудочного сока в 91,67 % оставался в пределах нормы, в 8,33 % зафиксирована щелочная реакция желудочного сока, свидетельствующая о пониженной секреции соляной кислоты слизистой желудка.

При сопоставлении данных обнаружено, что у 25 % спортсменов 5 и более показателей работы пищеварительной системы (из 15) отклонены в ту или иную сторону, что требует соблюдения рационального, функционального режима питания, четкого контроля за объемом порций, употребления питательных и легкоусваивающихся продуктов.

Большое значение в обследуемом аутологическом периоде пловцов имеют следующие виды обмена: углеводный, белковый и липидный. В табл. 5 представлены результаты углеводного метаболизма.

Большинство мышц организма для получения энергии используют в основном углеводы. Уменьшение количества углеводов в клетках или снижение сахара в крови активизирует глюконеогенез, изменяется вектор гликолитических или глюконатных реакций, что способствует превращению дезаминированных аминокислот в углеводы, наряду с глицеролом. Реакция энергообеспечения идет путем ингибирования ферментов, гликолиза, а также системы АТФ-АДФ-АМФ. Резерв гликогена позволяет печени извлекать избыток глюкозы из крови, сохранять его и затем возвращать обратно в кровь, когда концентрация глюкозы в крови становится низкой.

Таблица 5
Метаболизм углеводов у юных пловцов

Статистика	М	± m
Глюкоза крови, ммоль/л	4,60	0,15
Амилаза крови, г/л в ч	18,25	2,63
Гликоген, мг %	14,48	0,04
Мощность жизнеобеспечения, ккал/кг/мин	2,98	0,24
Ацетилхолин, мкг/мл	82,37	0,41
Ацетилхолинэстераза эритроцитов, мкмоль/л	260,99	0,0046
Глутаминовая кислота, ммоль/л	0,00467	0,00002

Показатель глюкозы крови у 91,63 % пловцов находился в пределах референтных значений, лишь в 1 случае уровень сахара был ниже нормы. Амилаза крови в большинстве случаев – 83,33 % также соответствовала интервалу нормальных значений, в 16,67 % случаев наблюдалось понижение либо повышение уровня амилазы на фоне нормальных значений остальных показателей. Уровень гликогена у 83,33 % спортсменов был выше верхней границы нормы, что, вероятно, связано с увеличением запасов гликогена на фоне регулярных интенсивных нагрузок. Таким образом, у большинства пловцов (75 %) по результатам скринингового обследования нарушений углеводного обмена не выявлено.

Расходуемая мощность жизнеобеспечения (ккал/кг/мин) в большинстве случаев находилась в диапазоне нормы, в 2 случаях (16,67 %) превышала норму. Уровень ацетилхолина, ацетилхолинэстеразы эритроцитов и глутаминовой кислоты у всех обследуемых оставался в пределах референтных значений.

В обследуемом возрасте юных пловцов роль белкового обмена велика. Все основные белки плазмы крови образуются клетками печени (90 %). Истощение белков плазмы крови является причиной быстрого наступления митотических делений гепатоцитов и увеличения размеров печени. Этот эффект сочетается с выбросом белков плазмы печенью, который продолжается до тех пор, пока концентрация белков в крови не вернется к нормальным значениям. Результаты исследования представлены в табл. 6.

Таблица 6
Метаболизм белков у юных пловцов

Статистика	М	± m
Белок плазмы, г/л	73,80	1,11
Креатинин, ммоль/л	106,56	13,33
Дофамин-бета-гидролаза, наномоль/мл/мин	28,67	0,11
Мочевина, ммоль/л	5,83	0,60
Креатининфосфокиназа мышц, мкмоль/мин/кг	475,88	0,50
Креатининфосфокиназа сердца, мкмоль/мин/кг	34,11	0,28

При анализе белкового обмена у пловцов старшей группы обнаружено, что креатининфосфокиназа сердца в большинстве случаев (66,66 %) была ниже уровня, обозначенного как норма. У 41,65 % обследуемых общий креатинин был выше нормы, в 33 % случаев выявлены незначительные пограничные отклонения от нормы и в 1 случае обнаружено серьезное превышение верхнего порога нормы в сочетании с повышенным уровнем мочевины. Незначительные отклонения от нормы у спортсменов бывают связаны с высокой интенсивностью тренировок и самостоятельно возвращаются в пределы здоровых границ при кратковременном снижении интенсивности БТН тренировочного процесса.

Уровень белка в 75 % случаев находился у медианы референтных границ или приближался к верхней ее границе, в 25 % располагался у нижней границы нормы. Для профилактики дефицита белка – строительного материала в организме юных пловцов необходимо насыщение их рациона белковой пищей с полным набором аминокислот.

Дофамин-бета-гидролаза и креатининфосфокиназа скелетных мышц соответствовали значениям нормы у всех спортсменов. Показатели глюкозы и амилазы крови в подавляющем большинстве обследований находились в пределах референтных значений – 4,60 (0,15) ммоль/л и 18,25 (2,63) г/л в ч. Уровень гликогена у 83,33 % спортсменов был больше верхней границы нормы – 14,48 (0,04) мг %, что вероятно связано с увеличением запасов гликогена на фоне регулярных интенсивных нагрузок.

Уровень тестостерона – 12,88 (0,74) мкмоль/сут (в среднем) обнаруживал повышенный уровень в 56,31 % случаев и нормальный в 43,69 % случаев. Уровень эстрогенов варьировал в пределах нормы. При анализе работы щитовидной железы в 100 % случаев выявлен нормальный уровень гормона тирозина (Т4), и в 75 % случаев пониженный уровень тирозиновой кислоты (носителя йода в организме) – 1,45 (0,04) мг %, что свидетельствует о дефиците йода у растущих спортсменов. Комплексный фактор регуляции митоза, отражающий скорость и интенсивность деления клеток в организме, свидетельствует об ускорении процессов митоза на фоне регулярных аэробных и анаэробных физических нагрузок. Средний и пониженный

уровень митоза отмечен в 25 % случаев, не обнаружено зависимости скорости деления клеток от уровня гормонов (тестостерона и эстрогенов). Можно полагать, что юные спортсмены находились в фазах формирующей и устойчивой адаптации. Отдельные из изученных показателей метаболического состояния свидетельствовали о суперкомпенсации в период нахождения на высоком уровне тренированности адаптоспособности. Ряд изученных показателей оказался маловариативным (КФК сердца, мышц, дофамин-бета-гидролаза). На этом фоне высокой степенью вариабельности обладали значения мочевины, креатинина, белка. Последнее свидетельствует о различной степени напряжения, наличии переходных процессов или суперкомпенсации, или утомления.

Метаболизм жиров включает окисление жирных кислот для обеспечения энергией организма, синтез липопротеидов, фосфолипидов, холестерина, синтез жиров из белков и углеводов. Результаты обследования липидного обмена представлены в табл. 7.

Таблица 7
Липидный обмен у юных пловцов

Статистика	М	± m
Холестерин, ммоль/л	4,49	0,18
В-липопротеиды, ммоль/л	21,52	2,09
В-липопротеиды, г/л	1,00	0,26
ЛПНП, ммоль/л	2,28	0,09
ЛПОНП, ммоль/л	0,28	0,002
ЛПВП, ммоль/л	1,13	0,03
Триглицериды, ммоль/л	0,98	0,09

Показатели жирового обмена у пловцов старшей группы в подавляющем большинстве случаев находились в пределах референтных границ нормы. При этом отмечено в большинстве случаев 91,63 % понижение фракции бета-липопротеидов, что свидетельствует о достаточно высокой аэробной физической нагрузке, на фоне которой происходит катаболизм жиров. Интерес представляло изучение эндокринного статуса и комплексного фактора регуляции митоза (табл. 8).

Таблица 8
Гормональная активность и регуляция митоза у пловцов

Статистика	М	± m
Тестостерон мочи, мкмоль/сутки	4,49	0,18
Эстрогены общие мочи, наномоль/сутки	55,94	17,24
Тирозин (Т4), наномоль/л	67,68	3,25
Тирозиновая кислота, мг %	1,45	0,04
Комплексный фактор регуляции митоза	4,19	0,10

Как следует из данных табл. 8, функция щитовидной железы по показателю Т4 находилась

Таблица 9
Кровоток внутренних органов в процентном отношении к общему кровотоку у юных пловцов

Статистика	М (%)	± m (%)	М (мл/мин)	± m (мл/мин)
Миокард	4,45	0,04	257,33	6,20
Скелетные мышцы	14,56	0,36	929,68	23,11
Головной мозг	14,36	0,22	840,03	12,90
Печеночно-портальный кровоток	25,25	0,17	2104,40	14,30
Почечный кровоток	24,50	0,15	1487,85	151,21
Кровоток кожи	6,80	0,01	430,74	0,81
Кровоток остальных органов	8,52	0,17	506,04	55,16

в референтных границах, а по уровню тирозинового кислоты в 75 % случаев был отмечен дефицит йода. Значения тестостерона в 41,65 % случаев находились в референтных границах нормы, в остальных случаях (58,35 %) превышали верхнюю границу нормы. Показатель митоза превосходил модельные значения у большинства спортсменов (75 %), что свидетельствует об активации метаболизма белков в печени в условиях аэробных и анаэробных нагрузок. Средний и пониженный уровень митоза выявлялся у 25 % обследуемых пловцов и не зависел от уровня гормональной активности.

В обеспечении спортивной результативности кровотока внутренних органов играет важное значение (табл. 9).

Как следует из табл. 9, кровоток сердца, мышц, кожи находился в нижнем диапазоне нормы, а головного мозга, печени, почек и остальных органов был выше референтных границ. Вполне очевидно, что эти процессы характеризуют перераспределение кровотока в связи с БТН, вызывающих утомление скелетных мышц и миокарда. Объемный кровоток в большинстве тканей контролируется в соответствии с их метаболическими потребностями. Почки и печень в процентном соотношении наиболее зависимы от общего кровообращения, затем следуют скелетные мышцы и головной мозг, кровоток кожи и миокарда. Сердечная деятельность и системное кровообращение должны обеспечивать адекватный сердечный выброс и уровень АД, чтобы поддерживать адекватный кровоток в тканях. Сердечный выброс у юных пловцов равнялся 4,10 (0,10) л/мин, а объем циркулирующей крови был 70,81 (0,63) мл/кг. Эти показатели свидетельствуют о больших резервах центральной гемодинамики. Значение центрального венозного давления, время кровообращения большого круга также находились выше нормы или в верхних границах. В обычных условиях сердечный выброс контролируется периферическими механизмами, определяющими величину венозного возврата. Сердечный индекс отражает величину сердечного выброса, зависящего от тотальных размеров тела. Менее изучены в физиологии спорта значения мозгового кровотока и его регуляция. Три метаболических фактора играют важную роль в регуляции мозгового кровотока: концентрация CO₂, ионов водорода и кислорода. В табл. 10 представлены результаты исследования мозговой гемодинамики.

Таблица 10
Мозговой кровоток и кровоток в щитовидной железе у пловцов высшей спортивной квалификации

Статистика	М	± m
Мозговой кровоток на 100 г ткани, мл	53,72	0,15
Кровоток на 1 г щитовидной железы, мл	3,98	0,03
Кровоток на 1 г мозговой ткани, мл	3,00	0,05
Давление спинномозговой жидкости, мм рт. ст.	123,01	5,46
Ширина III желудочка мозга, мм рт.ст.	6,58	0,31

Мозговой кровоток в модельных значениях был в референтных границах. Кровоток на 1 г щитовидной железы у всех спортсменов находился в пределах референтных границ. Показатель мозгового кровотока на 100 г ткани (в мл) у всех пловцов находился в пределах нормы, при пересчете на 1 г мозговой ткани в 25 % случаев отмечены пониженные значения кровенаполнения мозговых сосудов. Давление спинномозговой жидкости в 83,33 % оставалось в пределах референтных границ, в 16,67 % отмечены повышенные значения этого показателя, свидетельствующие о повышенной нагрузке на позвоночник.

Ширина III желудочка мозга, отражающая уровень внутричерепного давления, соответствовала значениям нормы в 66,66 % случаев, достигала верхней границы нормы в 8,33 %.

В 25 % было отмечено резкое повышение внутричерепного давления (более 8 мм рт. ст. при норме 4–6 мм рт. ст.), при этом в 1 случае оно сопровождалось повышением давления спинномозговой жидкости, что требует детального дообследования позвоночника этих пловцов.

Нами установлена взаимосвязь между pH крови и звеньями кардиореспираторной системы (табл. 11).

Механизм регуляции содержания ионов водорода в организме во многом сходен с поддержанием баланса других ионов. Система крови, дыхания, клеточные процессы влияют на уровень pH. Гипоксия тканей и слабый кровоток способны вызвать накопление кислот и снижать уровень pH в клетке. Значение pH 7,35 соответствуют концентрации

водорода $4,58 \cdot 10^{-5}$ мэкв/л [1]. Нормальное содержание ионов водорода H_2 в плазме составляет около 40 мэкв/л. Значения pH обратно пропорциональны концентрации H^+ . Низкий уровень pH соответствует содержанию протонов, а высокий наоборот свидетельствует о низком содержании ионов H^+ . Показатель pH венозной крови и тканевой жидкости равен 7,35 вследствие накопления CO_2 , выделяемого тканями и образующего H_2CO_3 . В настоящих исследованиях наблюдался ацидоз. Точная регуляция содержания ионов H^+ имеет большое значение, поскольку концентрация этих ионов оказывает влияние на деятельность почти всех ферментативных систем в организме. В связи с этим изменение их содержания затрагивает почти все клетки и функции организма. Для регуляции многочисленных клеточных функций необходимо определить содержание H^+ с высокой точностью. Среди механизмов, препятствующих изменению концентрации ионов водорода, большая роль отводится буферным системам легких и почек. Так, увеличение легочной вентиляции, выведение CO_2 из внеклеточной жидкости уменьшает содержание ионов H^+ . Секретция протонов и реабсорбция ионов бикарбоната происходит практически во всех частях канальцевой системы, за исключением тонкого отдела петли Генле. При анализе выведение HCO_3 способствует приведению содержания протонов во внеклеточной жидкости к норме. При ацидозе почка не выделяет бикарбонаты в мочу вследствие их полной реабсорбции из первичной мочи во внеклеточную жидкость, что приводит к снижению pH. Этот процесс наблюдался в настоящем исследовании. Деятельность дыхательной системы зависит от концентрации протонов. Поскольку высокий уровень ионов H^+ стимулирует дыхание, а усиленная вентиляция приводит к снижению содержания концентрации протонов, данный вид регуляции представляет собой типичный пример использования обратной связи [2].

Таблица 11
Взаимосвязь pH крови и звеньев
кардиореспираторной системы пловцов

Статистика	M	$\pm m$
Сопротивление МКК, дин/см в с	152,39	6,00
Скорость оксигенации, мл/мин	262,23	2,76
Поверхность газообмена, м ²	2606,05	157,97
pH крови	7,35	0,02
Концентрация молочной кислоты, ммоль/л	1,16	0,07
Плотность плазмы, г/л	1050,82	0,84

Примечание. МКК – малый круг кровообращения.

В старшей группе пловцов 15–16 лет наблюдалась прямая зависимость между низкой поверхностью газообмена (ниже нормальных значений) и

кислой pH крови у данных спортсменов. При этом у 75 % пловцов низкая поверхность газообмена сочеталась с низкими и пониженными значениями pH крови, что свидетельствует о накоплении углекислого газа в организме. Ни в одном случае средние и высокие значения pH крови не сочетались с низкой поверхностью газообмена. При этом только в 2 случаях из 15 (16,67 %) уровень молочной кислоты превышал норму, что свидетельствует о преобладающей роли углекислого газа в закислении крови по сравнению с другими эндогенными кислотами (в исследовании – в сравнении с молочной кислотой).

Сопротивление малого круга кровообращения (МКК) в случае с низкой pH могло быть как выше, так и ниже средних значений, не обнаруживая определенной зависимости. Так в 25 % случаев наблюдались высокие значения этого показателя. Плотность плазмы во всех случаях у обследуемых находилась в пределах референтных границ.

Таблица 12
Значения кардиогемодинамики юных пловцов

Статистика	M	$\pm m$
Сердечный выброс, мл	65,61	0,88
Интервал PQ, с	0,15	0,001
Интервал QT, с	0,37	0,001
Комплекс QRS, с	0,25	0,1
Сокращение миокарда левого желудочка, %	55,23	0,83
Работа сердца, Дж	0,80	0,02

Изучение кардиогемодинамики у юных пловцов на фоне БТН исключительно важно с точки зрения оценки адаптоспособности. В табл. 12 представлены показатели работы сердечно-сосудистой системы.

Как видно из табл. 12, сердечный выброс свидетельствовал о снижении напряжения МОК в покое. Интервал от начала возбуждения предсердий до начала возбуждения желудочков варьировал в пределах референтных границ, в среднем составляя 0,15 с. Комплекс QRS является отражением процессов деполяризации в сердце.

При обследовании сердечно-сосудистой системы пловцов обнаружено снижение сократительной функции левого желудочка в 66,66 % случаев, удлинение комплекса QRS в 56,31 % случаев и, как следствие, увеличение работы сердца в 50 % случаев. При этом снижение всех вышеперечисленных показателей зафиксировано в 25 % обследований. Сочетанное удлинение комплекса QRS и снижение сократительной способности миокарда левого желудочка без увеличения работы сердца выявлено в 16,67 % случаев.

Отмечалось снижение сокращения миокарда левого желудочка без удлинения интервала QRS, но с увеличением работы сердца – также в 16,67 % случаев. Изолированное снижение сокращения миокарда левого желудочка на фоне остальных

нормальных параметров работы сердца отмечено в 8,33 % обследований. Изолированное удлинение комплекса QRS на фоне остальных нормальных параметров составило 16,67 %, а изолированное увеличение работы сердца без изменения вышеуказанных параметров – только в 8,33 % всех обследований.

Данные результаты свидетельствуют о необходимости скрининговых методов контроля за работой сердечно-сосудистой системы у юных спортсменов и своевременной коррекции тренировочного процесса, индивидуального подхода к перетренированности.

Таким образом, нами выявлены системообразующие факторы и индикаторы интегративной деятельности организма юных пловцов, позволяющие не только судить о состоянии гомеостаза, но и своевременно вносить коррективы в регуля-

цию состояний регламентацией БТН, процессов восстановления. Раскрыты механизмы функционального и метаболического состояния, показаны возможности перераспределения в звеньях, обеспечивающих системы организма юных спортсменов. Оперативное получение информации о целостной деятельности организма исключительно важно не только для теоретических углублений знаний в области современной физиологии спорта, но и для принятия практических решений.

Литература

1. Гайтон, А.К. *Медицинская физиология: пер. с англ.* / А.К. Гайтон, Дж.Э. Холл; под ред. В.Н. Кобрин. – М.: Логосфера, 2008. – 1296 с.
2. Рафф, Г. *Секреты физиологии: пер. с англ.* / Г. Рафф. – М.; СПб.: Бином: Невский диалект, 2001. – 448 с.

Поступила в редакцию 30 августа 2012 г.