

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИИ О СИСТЕМООБРАЗУЮЩИХ ФУНКЦИЯХ ГОМЕОСТАЗА ЮНЫХ ПЛОВЦОВ ДЕВУШЕК В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ЛОКАЛЬНО-РЕГИОНАЛЬНОЙ МЫШЕЧНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ И ФОРМИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ К ГИПОКСИИ

А.П. Исаяев, В.В. Эрлих, А.В. Ненашева, А.О. Шепилов, Е.В. Романова, В.В. Епишев, Ю.Б. Хусаинова
Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Проблема моделирования процесса подготовки на основе данных гомеостаза юных спортсменов связана с характеристикой регуляторных систем посредством обратной связи. Повышение или снижение одного или нескольких звеньев показателей вызывает включение отрицательных обратных связей, которые приводят к модельным значениям и сохранности гомеостаза. Биологическая устойчивость организма юного спортсмена определяется коэффициентом надежности отрицательной обратной связи. Нашими многочисленными исследованиями установлено, что с ростом возрастных и квалификационных характеристик количество связей снижается, возрастает их теснота и специализированность. При этом прямые связи свидетельствуют о непосредственном влиянии звеньев гомеостаза на спортивный результат, а отрицательные корреляции детерминируют повышенную чувствительность их влияния на успешность деятельности. Упреждающая регуляция, начиная с нейромоторного аппарата, нейроэндокринных функций, и заканчивая вегетативной, автономной и корковой регуляцией детерминирует адекватное проявление двигательных действий. При недостатке существующих регуляций включается приспособительная, резервная, запаздывающая.

Совокупная соединительная ткань (СТ) извлекает пользу из гомеостаза, но и вносит свой вклад в его динамическое поддержание. Интегративная системно-синергетическая деятельность организма продолжается до тех пор, пока одна из систем или звеньев соединительной ткани (СТ) не потеряет способность выполнять свою задачу. Выраженные нарушения функций, структур этих систем или звеньев СТ приводят к нарушениям, заболеваниям, а иногда к летальным исходам. Интенсивность метаболизма у спортсменов в десяток раз превосходит референтные границы нормального человека.

Ключевые слова: моделирование, гомеостаз, интеграция, корреляция, спортивная результативность, энергозатраты, регуляция, обмен минеральных веществ, процесс подготовки, полифункциональная и метаболическая оценка состояния, кровотоков, газообмен.

Актуальность исследования вызвана зачастую неадекватными большими тренировочными нагрузками (БТН), функциональному и метаболическому состоянию организма юных спортсменов. Цель исследования соответствовала применяемым воздействиям, состоянию гомеостаза в условиях моделирования новых технологий в процессе подготовки юных спортсменок. Стаж спортивных занятий варьировал от 6 до 10 лет.

Организация и модель исследования. Обследовались юные пловцы в возрасте 12–16 лет, 15 человек спортивной квалификации от второго разряда до КМС в подготовительном периоде. Значения системы крови обследуемых представлены в табл. 1 вместе с возрастными значениями периферической крови юных пловцов, полученными на неинвазивном анализаторе крови.

Комментируя значения красной крови плов-

цов, следует отметить повышенные значения содержания эритроцитов и гемоглобина в возрасте 13–15 лет. Значения гематокрита были в диапазоне нормы. Содержание лейкоцитов находилось выше средних значений референтных границ. Сегментоядерные нейтрофилы в возрасте 13–15 лет были ниже нормы, а палочкоядерные находились в диапазоне нормы в средних значениях.

Скорость оседания эритроцитов свидетельствовала о физиологическом напряжении. Содержание лимфоцитов в 12–15 лет было выше референтных границ, а в 15–16 лет в диапазоне нормы. Индекс адаптивного напряжения соответственно возрастам равнялся: 0,937; 1,232; 1,006; 0,467 у.е. Следовательно, можно заключить, что в трех группах обследования пловцов спортсмены находились в состоянии повышенной активности, а в группе 15–16-летних – в состоянии стресс-

Таблица 1

Значения системы крови юных пловцов различных возрастных и квалификационных характеристик

Показатель и возраст	Среднестатистическое значение (М)	Среднеквадратичное отклонение (δ)	Референтные границы
Эритроциты (в 1 мл)			
15–16 лет	4,88	0,17	3,4–5,0
14–15 лет	5,07	0,096	
13–14 лет	5,01	0,12	
12–13 лет	4,70	0,111	
Гемоглобин (г/л)			
15–16 лет	145,74	6,25	120–160
14–15 лет	152,45	3,98	
13–14 лет	149,36	4,47	
12–13 лет	137,53	3,58	
Лейкоциты (на 10 ⁹ в л)			
15–16 лет	6,21	0,92	3,2–10,2
14–15 лет	4,81	0,41	
13–14 лет	5,33	0,41	
12–13 лет	7,35	1,14	
Сегментоядерные нейтрофилы (%)			
15–16 лет	57,82	2,11	47–72
14–15 лет	41,08	7,17	
13–14 лет	38,05	7,22	
12–13 лет	48,47	5,64	
Палочкоядерные нейтрофилы (%)			
15–16 лет	3,56	0,71	1–6
14–15 лет	3,13	0,30	
13–14 лет	2,98	0,40	
12–13 лет	3,76	0,89	
СОЭ (мм/ч)			
15–16 лет	7,40	1,40	2–20
14–15 лет	6,28	2,29	
13–14 лет	7,33	2,29	
12–13 лет	8,01	1,65	
Лимфоциты (%)			
15–16 лет	27,02	0,98	19–37
14–15 лет	41,32	6,81	
13–14 лет	46,87	7,31	
12–13 лет	47,83	7,50	
Моноциты (%)			
15–16 лет	7,15	0,98	3–11
14–15 лет	9,44	2,17	
13–14 лет	8,86	2,26	
12–13 лет	6,56	0,77	
Эозинофилы (%)			
15–16 лет	4,45	0,73	0,5–5,8
14–15 лет	5,24	1,96	
13–14 лет	5,12	1,96	
Начало свертывания (с)			
15–16 лет	74,67	1,66	0,5–2
14–15 лет	71,93	1,85	
13–14 лет	72,40	1,85	
12–13 лет	73,50	2,22	
Конец свертывания (с)			
15–16 лет	129,92	0,83	3–5
14–15 лет	128	1,16	
13–14 лет	127,73	1,31	
12–13 лет	127,58	1,20	
Тромбоциты (на 10 ³ в л)			
15–16 лет	206,78	14,14	180–320
14–15 лет	245,08	16,50	
13–14 лет	230,16	16,50	
12–13 лет	217,38	11,61	

Показатель и возраст	Среднестатистическое значение (M)	Среднеквадратичное отклонение (δ)	Референтные границы
Фибриноген (г/л)			
15–16 лет	3,25	0,010	2–4
14–15 лет	3,19	0,045	
13–14 лет	3,20	0,051	
12–13 лет	3,23	0,011	
Гематокрит (%)			
15–16 лет	41,81	1,79	35–49
14–15 лет	44,09	1,28	
13–14 лет	42,90	1,14	
12–13 лет	42,56	1,06	

напряжения. Это же подтверждают высокие значения моноцитов, эозинофилов. Содержание тромбоцитов находилось в референтных границах, свертываемость крови была в диапазоне нормы.

Значения фибриногена были относительно стабильны во всех обследуемых возрастах и находились в референтных границах. Заканчивая этот раздел исследования, следует отметить, что клетки макрофагальной и лимфатической системы играют ключевую роль в обеспечении органных, системных, соединительно-тканых структур и звеньев системообразующих функций организма. Регуляция продукции красных клеток детерминирована эритропоэтином, оксигенацией тканей, цианокобаламином, фолиевой кислотой, метаболизмом железа. Продолжительность жизни и разрушение эритроцитов – 120 суток (большой цикл подготовки к соревнованиям, моделированный в системе нашей подготовки). При современных БТН возможно возникновение анемии, влияющей на функцию системы кровообращения, а также вторичная полицитемия [2].

Продолжительность жизни белых клеток различна. Например, у лимфоцитов срок жизни от недели до нескольких месяцев. Белые клетки крови выходят в тканевое пространство путем диапедеза. Фагоцитоз – основная функция поглощения клеткой вредоносного. Ретикулоэндотелиальная система выполняет защитные функции во всех тканевых областях. Эозинофилы косвенно характеризуют степень стресс-напряжения, нейтрализуют некоторые из вызывающих воспаление веществ, выделяемых тучными клетками и базофилами, вероятно, фагоцитируют и разрушают комплексы аллерген-антитело, предупреждая распространение местного воспалительного процесса [7]. По мнению авторов, базофилы высвобождают в кровь гепарин, предупреждающий свертывание крови. Изменение содержания базофилов, видимо, связано с уходом их в малый круг кровообращения. Разрыв базофила выделяет гистамин, брадикинин, серотонин, гепарин, детерминирующие локальные тканевые и сосудистые реакции, лежащие в основе аллергических реакций. Лимфоциты ответственны за адаптивный иммунитет, обладают особыми свойствами Т-лимфоцитарной системы, делятся на

Т-хелперы, цитотоксические и супрессорные. Последние повышают иммунологическую толерантность [2, 4]. Моноциты образуют систему фагоцитирующих мононуклеаров (СФМ), обеспечивающих фагоцитарную защиту организма против микробов.

Важное значение занимает гемостаз и свертывание крови, детерминированное прокоагулянтами и тормозящими этот процесс антикоагулянтами. Скорость развития свертывания крови ограничивается протромбином. Фибриноген является необходимым фактором свертывания.

Критерии иммунной резистентности симватны вектору БТН. Нами установлены связи обратной направленности между лизосомальной активностью моноцитов (ЛАМ) и интенсивностью БТН, а угнетение ЛАМ свидетельствует об адаптации к стрессу. На этом фоне отсутствует повышение НСТ-активности у высококвалифицированных спортсменов [1, 4, 5]. Ряд показателей белой крови во время БТН заключительного этапа подготовки к соревнованиям выходили за референтные границы, что может свидетельствовать о «расшатывании» иммунной системы и требует усиления индивидуальной модуляции иммунологической резистентности с помощью коррекции нагрузок, функционального питания, БАД, антиоксидантов.

Далее представлены значения макроэлементов, обмена жидкости, содержание энзимов, билирубина, рН желудочного сока и базального давления сфинктера Одди (табл. 2).

Содержание кальция во всех возрастных группах находилось в диапазоне нормы. Следует отметить, что содержание ионов кальция во внеклеточной жидкости соответствует норме 2,4 мэкв/л и благодаря жесткой системе регуляции меняется незначительно. Около 50 % Ca^{2+} содержится в плазме (5 мэкв/л) и оказывает влияние на мембраны клеток. Изменения концентрации ионов водорода в плазме могут повлиять на степень связывания кальция с белками плазмы. При ацидозе сродство Ca^{2+} к белкам плазмы снижается, а при алкалозе возрастает. Почти весь кальций находится в скелетной ткани и лишь 1 % во внеклеточной жидкости, а во внутриклеточной жидкости – всего 0,1 %. Постоянная регуляция концентрации ионов Ca^{2+}

доминантно зависит от влияния ПТГ на резорбцию костной ткани. Другим фактором, который влияет на реабсорбцию Ca^{2+} , является концентрация фосфатов в плазме, которые стимулируют ПТГ.

Содержание магния было относительно стабильным во всех обследуемых возрастах и находилось в референтных границах. При этом значение калия плазмы было вариативным и проявлялось в нижних диапазонах нормы, что вызвало необходимость поддержания сократительной способности миокарда.

Содержание натрия плазмы также находилось в нижних границах нормы, что требовало внесения

коррекций в процессе питания. Процент внеклеточной жидкости был ниже нормы у пловцов 15–16 лет, а в остальных возрастах находился в референтных границах. Наибольшие значения выявлялись в возрасте 12–13 лет. Показатели клеточной жидкости находились в диапазоне нормы и самые низкие значения обнаружены в возрасте 15–16 лет. Аналогичные значения выявлены в общей воде и более низкие – у спортсменов высокой квалификации (КМС, 14–16 лет).

Содержание энзимов было в референтных границах у всех обследуемых в 13–14 лет, вероятно, с завершением активных фаз полового созревания

Таблица 2

Значение ряда показателей гомеостаза в зависимости от возрастных и квалификационных характеристик пловцов

Показатель и возраст	Среднестатистическое значение (М)	Среднеквадратичное отклонение (δ)	Референтные границы
Кальций плазмы (ммоль/л)			
15–16 лет	2,30	0,035	2,25–3,0
14–15 лет	2,33	0,022	
13–14 лет	2,31	0,022	
12–13 лет	2,31	0,027	
Магний плазмы (ммоль/л)			
15–16 лет	0,80	0,035	0,70–0,99
14–15 лет	0,83	0,031	
13–14 лет	0,83	0,031	
12–13 лет	0,85	0,021	
Калий плазмы (ммоль/л)			
15–16 лет	4,08	0,058	3,48–5,3
14–15 лет	3,94	0,115	
13–14 лет	3,92	0,115	
12–13 лет	4,33	0,258	
Натрий плазмы (ммоль/л)			
15–16 лет	141,62	0,728	130,5–156,6
14–15 лет	142,01	0,720	
13–14 лет	141,87	0,689	
12–13 лет	141,24	0,869	
Внеклеточная жидкость (%)			
15–16 лет	20,76	0,277	21–23
14–15 лет	21,37	0,244	
13–14 лет	21,62	0,248	
12–13 лет	22,19	0,225	
Клеточная жидкость (%)			
15–16 лет	40,68	0,484	39–42
14–15 лет	41,20	0,231	
13–14 лет	41,07	0,231	
12–13 лет	41,12	0,196	
Общая вода (%)			
15–16 лет	58,64	1,631	50–70
14–15 лет	58,91	0,835	
13–14 лет	60,16	0,942	
12–13 лет	62,63	1,228	
АСТ (ммоль/л)			
15–16 лет	0,26	0,051	0,10–0,45
14–15 лет	0,23	0,039	
13–14 лет	0,18	0,023	
12–13 лет	0,24	0,056	
АЛТ (ммоль/л)			
15–16 лет	0,268	0,053	0,10–0,68
14–15 лет	0,242	0,041	
13–14 лет	0,191	0,027	
12–13 лет	0,237	0,056	

Показатель и возраст	Среднестатистическое значение (M)	Среднеквадратичное отклонение (δ)	Референтные границы
АСТ (U/l)			
15–16 лет	12,63	2,60	8–40
14–15 лет	11,19	2,04	
13–14 лет	8,76	1,18	
12–13 лет	11,21	4,54	
АЛТ (U/l)			
15–16 лет	13,57	2,63	5–30
14–15 лет	12,05	2,07	
13–14 лет	9,65	1,37	
12–13 лет	11,21	4,54	
АСТ/АЛТ			
15–16 лет	1,18	0,256	0,8–1,2
14–15 лет	1,12	0,140	
13–14 лет	1,21	0,158	
Билирубин общий (мкмоль/л)			
15–16 лет	18,86	2,484	8,6–20,5
14–15 лет	17,63	1,651	
13–14 лет	17,31	2,168	
12–13 лет	12,05	2,651	
Билирубин прямой (мкмоль/л)			
15–16 лет	4,55	0,698	2,2–6,1
14–15 лет	4,19	0,396	
13–14 лет	4,16	0,517	
12–13 лет	4,19	0,483	
Билирубин непрямой (мкмоль/л)			
15–16 лет	14,32	1,821	1,7–10,2
14–15 лет	13,44	1,277	
13–14 лет	13,15	1,650	
12–13 лет	13,19	1,559	
pH желудочного сока			
15–16 лет	1,53	0,034	1,2–1,7
14–15 лет	1,62	0,240	
13–14 лет	1,59	0,471	
12–13 лет	1,53	0,287	
Базальное давление сфинктера Одди (мм рт.ст.)			
15–16 лет	40,90	0,24	39–41
14–15 лет	40,88	0,24	
13–14 лет	41,11	0,14	
12–13 лет	41,02	0,30	

девушек. Представленные данные характеризовали нормальную работу печени. Содержание билирубина общего в возрасте 13–16 лет находилось в верхних границах нормы, а в 12–13 лет – в нижних значениях референтных границ. Высокие нормальные значения билирубина прямого находилось в верхних границах нормы, а непрямого – значительно превышало референтные границы. Эти данные позволяют судить о низком транспорте в комплексе с альбумином и повышением с биоэлементами, аминокислотами, другими малыми молекулами [4]. На этом фоне pH желудочного сока и базальное давление сфинктера Одди находились в верхних диапазонах нормы. Несколько превышали референтные границы показатели базального давления сфинктера Одди в 12–14 лет.

Как следует из табл. 3, содержание холес-

терина находилось в референтных границах, а В-липопротеиды (мкмоль/л) имели низкие значения, но в диапазоне нормы. Содержание В-липопротеидов (г/л) находилось в формализованных единицах в 3–4 раза ниже нормы. Липопротеиды низкой плотности были меньше нормы, а липопротеиды очень низкой плотности замыкали нижнюю референтную границу. Липопротеиды высокой плотности находились незначительно выше нижней части нормы, а триглицериды были в референтных границах.

Полученные данные требовали вмешательства врача-диетолога центра оперативной оценки состояния человека.

Ферменты, белки играют важную роль в жизнедеятельности организма в условиях спортивной деятельности (табл. 3).

Таблица 3

Возрастные особенности жирового обмена у юных пловцов

Показатель и возраст	Среднестатистическое значение (М)	Среднеквадратичное отклонение (δ)	Референтные границы
Холестерин (ммоль/л)			
15–16 лет	4,49	0,181	3,11–6,48
14–15 лет	4,03	0,275	
13–14 лет	4,12	0,273	
12–13 лет	4,59	0,910	
В-липопротеиды (ммоль/л)			
15–16 лет	21,52	2,094	17–55
14–15 лет	17,89	0,537	
13–14 лет	18,02	0,537	
12–13 лет	18,53	0,248	
В-липопротеиды (г/л)			
15–16 лет	1,00	0,264	3–6
14–15 лет	0,75	0,109	
13–14 лет	0,81	0,109	
12–13 лет	0,69	0,111	
ЛПНП (ммоль/л)			
15–16 лет	2,28	0,094	2,35–2,43
14–15 лет	2,31	0,010	
13–14 лет	2,29	0,011	
12–13 лет	2,27	0,005	
ЛПОНП (ммоль/л)			
15–16 лет	0,28	0,002	0,20–0,52
14–15 лет	0,27	0,005	
13–14 лет	0,27	0,005	
12–13 лет	0,26	0,003	
ЛПВП (ммоль/л)			
15–16 лет	1,13	0,025	0,93–1,94
14–15 лет	1,10	0,005	
13–14 лет	1,11	0,005	
12–13 лет	1,11	0,003	
Триглицериды (ммоль/л)			
15–16 лет	0,98	0,092	0,55–1,85
14–15 лет	1,03	0,116	
13–14 лет	1,04	0,132	
12–13 лет	1,25	0,110	

Важное звено энергообеспечения при длительных тренировочных нагрузках в плавании представляют липиды. Особенно средовые условия дополнительно воздействуют на энергозатраты организма в подростковом возрасте. В табл. 3 представлены возрастные и квалификационные значения липидного звена.

В табл. 4 представлены возрастные значения продуктов белковой природы в организме девушек, занимающихся плаванием.

Функции минеральных веществ связаны с ферментативными реакциями, связанными с обменными, пластическими процессами, регуляторной деятельностью, выполняют роль катализатора [1].

Важную роль в организме играют гормоны белковой природы, стероиды и производные аминокислоты тирозина. Например, тестостерон способствует увеличению синтеза белка в теле повсюду, но особенно в скелетных мышцах. Эстроген увеличивает отложение жира у женщин (молочные железы, бедра, подкожный жир) [7].

Между 11 и 13 годами нарастает продукция эстрогенов женского организма, что вызывает

удлинение тела и к 14–16 годам рост девочек в высоту прекращается. У подростков эти фазы протекают активно в 13–17 лет в связи с особенностями влияния тестостерона на мужской организм. В связи с более поздним закрытием зон роста костей у подростков удлинение тела продолжается дольше. Из всех показателей табл. 4 низкие значения имели: дофамин-бета-гидролаза, КФК мышц, сердца (15–16 лет), остальные показатели были в референтных границах.

Выносливость мышц спортсмена зависит от запасов гликогена в мышце перед периодом ее сократительной активности. Высокое содержание углеводов в диете значительно повышает выносливость. Три метаболические системы детерминируют выполнение БТН: фосфокреатин-креатин; гликоген-молочная кислота; аэробная система. В плавании на короткие дистанции, коротком легкоатлетическом спринте (30, 60, 100 м) задействуется преимущественно фосфагенная энергетическая система.

Система гликоген-молочная кислота обеспечивает максимальную мышечную активность

Возрастные изменения гемостаза пловцов

Показатель и возраст	Среднестатистическое значение (М)	Среднеквадратичное отклонение (δ)	Референтные границы
Белок плазмы (г/л)			
15–16 лет	73,80	1,11	60–85
14–15 лет	73,06	1,07	
13–14 лет	72,71	1,54	
12–13 лет	71,75	2,10	
Креатинин (мкмоль/л)			
15–16 лет	106,56	13,328	55–123
14–15 лет	107,99	7,470	
13–14 лет	109,22	4,110	
12–13 лет	101,80	7,306	
Дофамин – бетта-гидролаза (наномоль/мл/мин)			
15–16 лет	28,67	0,114	28–32,5
14–15 лет	28,16	0,201	
13–14 лет	28,35	0,132	
12–13 лет	28,23	0,229	
Мочевина (ммоль/л)			
15–16 лет	5,83	0,595	2,1–8,2
14–15 лет	5,80	0,391	
13–14 лет	5,81	0,323	
12–13 лет	5,87	0,355	
КФК мышц (мкмоль/мин/кг)			
15–16 лет	475,88	0,499	473–483
14–15 лет	476,42	0,369	
13–14 лет	476,40	0,724	
12–13 лет	475,63	0,920	
КФК сердца (мкмоль/мин/кг)			
15–16 лет	34,11	0,281	35,1–38,1
14–15 лет	36,55	0,836	
13–14 лет	37,01	0,882	
12–13 лет	37,10	0,886	
Глюкоза крови (ммоль/л)			
15–16 лет	4,60	0,15	3,9–6,2
14–15 лет	4,69	0,11	
13–14 лет	4,67	0,11	
12–13 лет	4,60	0,09	
Амилаза крови (г/л в ч)			
15–16 лет	18,25	2,63	12–32
14–15 лет	15,43	0,73	
13–14 лет	15,12	0,73	
12–13 лет	15,35	2,13	
Гликоген (мг%)			
15–16 лет	14,48	0,04	7,5–11,7
14–15 лет	14,47	0,07	
13–14 лет	14,41	0,07	
12–13 лет	14,24	0,05	
Расходуемая мощность жизнеобеспечения (ккал/кг/мин)			
15–16 лет	2,98	0,24	1,23–4,3
14–15 лет	2,90	0,20	
13–14 лет	2,87	0,20	
12–13 лет	3,16	0,31	

в пределах 1,5–2 мин (бег на средние дистанции). Аэробный механизм получения энергии с системой гликоген-молочная кислота и фосфогенной системой по относительной максимальной скорости генерации мощности, выраженной в молях АТФ в минуту, дает следующий результат: фосфогенная система 4 моль АТФ в минуту, система

гликоген-молочная кислота 2,5 моль АТФ в минуту, аэробная система 1 моль АТФ в минуту.

Восстановление мышечных метаболических систем после БТН идет путем взаимозаменяемости. Например, энергия окислительного метаболизма может восстанавливать все другие системы. Небольшая часть молочной кислоты превращается

в пировиноградную и затем подвергается окислительному метаболизму в тканях организма. Остальная часть молочной кислоты вновь превращается в глюкозу, главным образом, в печени. Глюкоза, в свою очередь, используется для восполнения запаса гликогена в мышцах. Энергия гликоген-молочная кислота используется для восстановления фосфокреатина и АТФ.

Гормоны выполняют важные многогранные функции в организме юных спортсменов (табл. 5).

Как видно из табл. 5, значения ацетилхолина были в нижних значениях нормы, а эстрогенов общих мочи значительно ниже референтных границ. Тестостерон мочи был в верхних значениях нормы. Значения глутаминовой кислоты и ацетилхолинэстеразы эритроцитов находились в референтных значениях. Важно знать механизмы регуляции кровотока [2].

Регуляция местного кровотока делится на долгосрочную и кратковременную за счет вазоди-

латации или вазоконстрикции артериол, метартериол и прекапиллярных сфинктеров, обеспечивающих изменения тканевого кровотока в течение нескольких секунд или минут.

Долгосрочная регуляция развивается медленней от нескольких дней до мезоцикла в зависимости от потребностей тканей за счет увеличения или уменьшения кровеносных сосудов, снабжающих ткани кровью.

Гуморальная регуляция кровообращения осуществляется сосудосуживающим действием норадреналина (НА) и некоторым умеренным расширением сосудов с помощью адреналина (расширение коронарных артерий при усилении деятельности миокарда). В состоянии стресса или физической нагрузки, когда возбуждаются симпатические нервные центры, из окончаний этих нервов в различных органах и тканях выделяется норадреналин (НА), который стимулирует сердечную деятельность и вызывает сужение вен и артериол.

Таблица 5
Возрастные особенности гормональной активности девушек, занимающихся спортивным плаванием

Показатель и возраст	Среднестатистическое значение (М)	Среднеквадратичное отклонение (δ)	Референтные границы
Ацетилхолин (мкг/мл)			
15–16 лет	82,37	0,41	81,1–92,1
14–15 лет	81,37	0,51	
13–14 лет	81,51	0,57	
12–13 лет	81,35	0,69	
Ацетилхолинэстераза эритроцитов (мкмоль/л)			
15–16 лет	260,99	1,05	220–278
14–15 лет	260,33	1,32	
13–14 лет	259,67	1,21	
12–13 лет	260,08	0,96	
Глутаминовая кислота (ммоль/л)			
15–16 лет	0,00467	0,000018	0,0045–0,0055
14–15 лет	0,00466	0,000015	
13–14 лет	0,00466	0,000015	
12–13 лет	0,00466	0,000018	
Тестостерон мочи (мкмоль/сут)			
15–16 лет	12,88	0,74	2,77–10,4
14–15 лет	11,28	0,52	
13–14 лет	11,45	0,71	
12–13 лет	10,90	0,85	
Эстрогены общие мочи (наномоль/сут)			
15–16 лет	55,94	17,24	78,98–376,95
14–15 лет	32,08	3,028	
13–14 лет	33,37	3,470	
12–13 лет	36,97	4,171	
Тирозиновая кислота (мг · %)			
15–16 лет	1,45	0,04	1,4–1,8
14–15 лет	1,54	0,51	
13–14 лет	1,57	0,05	
12–13 лет	1,51	0,04	
Комплексный фактор регуляции митоза (у. е.)			
15–16 лет	4,19	0,10	3,7828–3,9372
14–15 лет	4,29	0,61	
13–14 лет	4,33	0,66	
12–13 лет	4,26	0,07	

Кровоток по органам спортсменов

Показатель и возраст	Среднестатистическое значение (М)	Среднеквадратичное отклонение (δ)	Референтные границы
Сердце (мл/мин)			
15–16 лет	257,33	2,02	250–290
14–15 лет	257,86	4,45	
13–14 лет	256,12	4,45	
12–13 лет	261,31	7,33	
Скелетные мышцы (мл/мин)			
15–16 лет	929,68	23,11	930–1081,4
14–15 лет	888,34	6,00	
13–14 лет	885,68	6,00	
12–13 лет	880,27	5,46	
Головной мозг (мл/мин)			
15–16 лет	840,03	12,90	750–871
14–15 лет	838,81	10,93	
13–14 лет	831,66	19,23	
12–13 лет	842,12	7,41	
Печеночный кровоток (мл/мин)			
15–16 лет	2104,40	14,36	1690–2488,33
14–15 лет	2126,55	21,32	
13–14 лет	2127,03	21,32	
12–13 лет	2115,00	14,24	
Почечный кровоток (мл/мин)			
15–16 лет	1487,85	151,21	1430–16662
14–15 лет	1640,30	17,09	
13–14 лет	1645,25	17,09	
12–13 лет	1642,82	12,78	
Кровоток кожи (мл/мин)			
15–16 лет	430,74	0,81	500–581,65
14–15 лет	428,81	1,14	
13–14 лет	428,42	1,14	
12–13 лет	428,79	0,99	
Кровоток остальных органов (мл/мин)			
15–16 лет	506,04	55,16	375–436,19
14–15 лет	553,01	6,368	
13–14 лет	559,91	11,66	
12–13 лет	557,21	15,55	
Сердце (%)			
15–16 лет	4,45	0,04	4,32–5,02
14–15 лет	4,45	0,08	
13–14 лет	4,42	0,08	
12–13 лет	4,51	0,13	
Скелетные мышцы (%)			
15–16 лет	14,56	0,36	14,56–16,93
14–15 лет	13,91	0,94	
13–14 лет	13,87	0,94	
12–13 лет	13,78	0,09	
Головной мозг (%)			
15–16 лет	14,36	0,22	12,82–14,9
14–15 лет	14,33	0,19	
13–14 лет	14,22	0,33	
12–13 лет	14,40	0,13	
Печеночно-портальный кровоток (%)			
15–16 лет	25,25	0,17	20,28–29,86
14–15 лет	25,52	0,25	
13–14 лет	25,53	0,26	
12–13 лет	25,38	0,17	
Почечный кровоток (%)			
15–16 лет	24,50	0,15	21,58–25,09
14–15 лет	24,75	0,26	
13–14 лет	24,75	0,26	
12–13 лет	24,79	0,19	

Окончание табл. 6

Показатель и возраст	Среднестатистическое значение (М)	Среднеквадратичное отклонение (δ)	Референтные границы
Кровоток кожи (%)			
15–16 лет	6,80	0,01	7,9–9,19
14–15 лет	6,77	0,02	
13–14 лет	6,77	0,02	
12–13 лет	6,78	0,02	
Кровоток остальных органов (%)			
15–16 лет	8,52	0,17	5,76–6,7
14–15 лет	8,49	0,97	
13–14 лет	8,60	0,18	
12–13 лет	8,56	0,24	
Мозговой кровоток на 100 г ткани (в мл)			
15–16 лет	53,72	0,15	50–55
14–15 лет	53,28	0,14	
13–14 лет	53,04	0,14	
12–13 лет	52,84	0,12	
Кровоток на 1 г щитовидной железы (в мл)			
15–16 лет	3,98	0,03	3,7–4,3
14–15 лет	3,93	0,28	
13–14 лет	3,94	0,03	
12–13 лет	3,88	0,02	
Кровоток на 1 грамм мозговой ткани (в мл)			
15–16 лет	3,00	0,05	2,9–3,2
14–15 лет	3,21	0,05	
13–14 лет	3,25	0,05	
12–13 лет	3,32	0,04	
Давление спинномозговой жидкости (мм рт. ст.)			
15–16 лет	123,01	5,46	90–145
14–15 лет	122,83	4,75	
13–14 лет	120,88	2,84	
12–13 лет	120,66	2,82	
Ширина III желудочка мозга (мм)			
15–16 лет	6,58	0,31	4–6
14–15 лет	5,94	0,87	
13–14 лет	6,12	0,87	
12–13 лет	5,98	0,67	
Центральное венозное давление (мм рт. ст.)			
15–16 лет	78,24	4,20	70–150
14–15 лет	73,11	4,31	
13–14 лет	74,90	4,48	
12–13 лет	72,76	5,38	
Время кровообращения большого круга (с)			
15–16 лет	23,39	1,00	16–23
15–16 лет	20,91	0,82	
14–15 лет	19,78	0,83	
13–14 лет	18,10	0,78	
12–13 лет			
Время кровообращения малого круга (с)			
15–16 лет	4,88	0,15	4–5,5
14–15 лет	4,95	0,14	
13–14 лет	4,85	0,15	
12–13 лет	4,72	0,16	
Дефицит циркулирующей крови (мл)			
15–16 лет	168,15	22,63	0–250
14–15 лет	181,54	21,87	
13–14 лет	128,06	21,87	
12–13 лет	114,60	25,34	

Итак, над функциями ССС осуществляется нервный и гормональный контроль.

Кровоток по органам спортсменов представлен в табл. 6.

Как видно из табл. 6, кровоток в сердце, в скелетных мышцах и коже находился у нижней границы нормы либо ниже ее. Кровоток головного мозга, печеночный кровоток, почечный кровоток

были в референтных границах. Высокие значения имел кровоток остальных органов. Процентные показатели кровотока по органам подтвердили вышесказанное. В норме находился кровоток на 1 г мозговой ткани, давление спинномозговой жидкости, а ширина III желудочка мозга в 15–16 лет превышала референтные границы. Центральное венозное давление было в низких границах нормы. Время кругов кровообращения и дефицит циркулирующей крови находились в референтных границах.

Теоретическую основу кровообращения составляет триада.

– Объемный кровоток в органах и тканях детерминирован метаболическими потребностями тканей.

– Сердечный выброс контролируется преимущественно суммой всех местных тканевых кровотоков.

– Системное АД регулируется независимо от местного кровотока и сердечного выброса.

Рабочая гиперемия способствует снижению АД диастолического, примерно на 10 % от фонового. Увеличение АД увеличивает кровоток в тканях организма, уменьшая сосудистое сопротивление.

Вязкость крови в норме больше вязкости воды примерно в 3 раза из-за наличия большого количества эритроцитов. Показатель гематокрита в мужской популяции в среднем равен 42 %, а в женской – 38 %. Этот показатель широко варьируется и зависит от горного климата, уровня ДД и степени анемии. Увеличение или уменьшение симпатической стимуляции периферических кровеносных сосудов приводит к значительному изменению кровотока в тканях. Так, торможение симпатического влияния вызывает существенное расширение сосудов и способно увеличить объемный кровоток в 2 раза и более. И наоборот, мощное симпатическое влияние может привести к сужению сосудов, когда кровоток падает до нуля, несмотря на высокое АД.

Приток крови необходим для мозга, который использует 20 % кровоснабжения организма и его кислородного обеспечения [1, 9]. Кровь обеспечивает мозг всеми биологически значимыми веществами, уносит с собой CO₂, токсичные продукты жизнедеятельности, соединительной ткани организма. Ряд факторов ограничивает или нарушает кровообращение. Избыток адреналина нарушает кровообращение во многих зонах организма, гиподинамия, неблагоприятные экологические факторы, недостаток сна и злоупотребление наркотическими веществами, алкоголем является факторами риска для организма. Концепция мозгового резерва позволяет углубить наши знания об интегративной деятельности мозга, работоспособности, утомлении, стрессе, адаптации и акклиматизации.

Исследования последних десятилетий показали, что мозг взрослого человека способен репродуцировать новые клетки. Принятие решений,

поведение, поступки в профессиональной деятельности связаны со здоровьем мозга. Здоровье мозга зависит от питания: чистая вода, постный белок помогают наращивать нейроны, сложные углеводы с низким гликемическим индексом, полезные жиры, сырые орехи поддерживают мембраны нервных клеток и миелиновые оболочки, фрукты и овощи содержат антиоксиданты. Дозированные ДД, горный климат, умеренный уровень кортизона требует применения средств противодействия стрессу, таких как релаксация, аффирмация, медитация, смена двигательной активности. Ударные действия в футболе, боксе, кикбоксинге могут внести нарушения в исполнительный мозг, детерминирующий поведение. Существуют технологии оптимизации работы мозга (целевые поведенческие упражнения, диеты, биодобавки, умственные упражнения, визуализации и др.).

В табл. 7 представлены объемные значения крови и кровотока, сопротивление МКК, скорость оксигенации, поверхность газообмена, плотность плазмы и концентрация молочной кислоты.

Следует отметить, что ОЦК и сопротивление МКК юных пловцов превосходят верхние границы нормы, а скорость оксигенации, рН крови и поверхность газообмена были в нижнем диапазоне. Значение МОК, плотность плазмы, содержание молочной кислоты входили в референтные границы нормы.

Соотношение быстрых и медленных волокон у пловцов соответственно равно 26 и 74 % в четырехглавых мышцах бедра. Ограничителем доставки кислорода к мышцам во время максимального аэробного метаболизма является способность сердца доставлять кислород к мышцам.

Мышечный кровоток во время БТН чрезвычайно вырастает примерно в 25 раз. Почти половина увеличения кровотока связана с расширением внутримышечных сосудов в результате прямого влияния увеличенного мышечного метаболизма. К остальным факторам относится умеренное увеличение АД (до 30 %), детерминирующего увеличение кровотока и расширение сосудов еще в 2 раза [2]. Нагрузки на выносливость увеличивают насосную функцию миокарда. Во время максимальных нагрузок используется 90 % сердечного выброса и 65 % легочной вентиляции.

В табл. 8 представлены значения функции дыхания пловцов.

Комментируя значения табл. 8, целесообразно отметить высокие значения ЖЕЛ, рабочего уровня потребления кислорода, времени однократной нагрузки и относительно низкие МОД. Значения транспорта кислорода выходили за верхние границы нормы. Дыхательный коэффициент свидетельствовал о доминировании углеводного питания. Чрезвычайно высоки были относительные и абсолютные показатели потребления кислорода. Близки к верхним границам были значения потребления кислорода миокардом и индекс тканевой экстракции кислорода.

Таблица 7

Возрастные значения кардиопульмональной системы юных пловцов

Показатель и возраст	Среднестатистическое значение (М)	Среднеквадратичное отклонение (δ)	Референтные границы
Объем циркулирующей крови (мл/кг)			
15–16 лет	70,81	0,63	65–69
14–15 лет	70,65	0,62	
13–14 лет	70,24	0,62	
12–13 лет	69,49	0,57	
Минутный объем кровотока (л/мин)			
15–16 лет	4,10	0,10	3,5–4,3
14–15 лет	4,05	0,57	
13–14 лет	3,96	0,56	
12–13 лет	3,76	0,04	
Сопrotивление МКК (дин/см/с)			
15–16 лет	152,39	6,00	140–150
14–15 лет	170,58	5,65	
13–14 лет	178,40	5,64	
12–13 лет	178,72	7,21	
Скорость оксигенации (мл/мин)			
15–16 лет	262,23	2,76	260–280
14–15 лет	262,02	2,26	
13–14 лет	264,17	0,22	
12–13 лет	260,69	4,21	
Поверхность газообмена (м ²)			
15–16 лет	2606,05	157,97	3500–4300
14–15 лет	2304,08	48,92	
13–14 лет	2244,83	45,93	
12–13 лет	2097,29	50,92	
рН крови			
15–16 лет	7,35	0,02	7,36–7,45
14–15 лет	7,33	0,01	
13–14 лет	7,32	0,01	
12–13 лет	7,32	0,01	
Концентрация молочной кислоты (ммоль/л)			
15–16 лет	1,16	0,07	0,99–1,38
14–15 лет	1,36	0,07	
13–14 лет	1,28	0,07	
12–13 лет	1,03	0,03	
Плотность плазмы (г/л)			
15–16 лет	1050,82	0,84	1048–1055
14–15 лет	1050,96	0,57	
13–14 лет	1050,17	0,53	
12–13 лет	1051,26	0,59	

В табл. 9 показана работа системы двуокиси углерода и ее роли в обеспечении кровотока. Кроме этого, даны ключевые значения кардиодинамики пловцов в возрастном аспекте и в зависимости от спортивной квалификации, которая повышалась в зависимости от двигательных способностей, аускологических показателей и сердечно-сосудистой системы.

Дыхательные мышцы в покое работают только для вдоха. На это тратятся 35 % общих энергозатрат, обычно из тканей в легкие переносится эритроцитами в химической связи с гемоглобином 97 % кислорода. В нормальных условиях почти весь кислород переносится в ткани, будучи связанным с гемоглобином. Связывание кислорода с гемоглобином высвобождает CO₂, увеличивая транспорт CO₂. При БТН, повышенной метаболи-

ческой активности возможно наступление существенного ацидоза. В норме объем выведенного через легкие CO₂ составляет 82 % объема поглощенного в легких кислорода. Соотношение количества выведенной двуокиси углерода к количеству поглощенного кислорода называют дыхательным коэффициентом. При употреблении в пищу только углеводов величина дыхательного коэффициента достигает 1, только жиров – ДК снижается до 0,7. При обмене жиров ДК химических реакций в тканях составляет около 0,7 вместо 1. В условиях сбалансированного питания составляет 0,825 ед. [3].

В периоде восстановления через 6–8 часов после приема пищи, когда углеводы исчерпаны, ДК приближается к 0,7, что указывает на использование жиров. Дыхательный коэффициент при окислении белков и жиров меньше, чем при окис-

Возрастные показатели внешнего и тканевого дыхания спортсменов, занимающихся спортивным плаванием

Показатель и возраст	Среднестатистическое значение (М)	Среднеквадратичное отклонение (δ)	Референтные границы
Жизненная емкость легких (см ³)			
15–16 лет	3875,08	254,21	3500–4300
14–15 лет	4570,25	283,04	
13–14 лет	4212,40	292,17	
12–13 лет	4680,76	250,47	
Легочная вентиляция (л/мин)			
15–16 лет	5,70	1,07	4–12
14–15 лет	4,12	0,22	
13–14 лет	4,71	0,30	
12–13 лет	4,44	0,21	
Жизненный объем легких в фазе экспирации (см ³)			
15–16 лет	1907,65	166,01	–
14–15 лет	2313,09	218,79	
13–14 лет	2289,88	228,47	
12–13 лет	2626,96	217,31	
Максимальный воздушный поток (л/мин)			
15–16 лет	99,38	2,56	74–116
14–15 лет	98,64	2,78	
13–14 лет	97,68	2,80	
12–13 лет	94,60	2,05	
Тест Тиффно (%)			
15–16 лет	85,71	3,12	86–109
14–15 лет	86,29	1,57	
13–14 лет	87,52	1,53	
12–13 лет	88,75	1,31	
Рабочий уровень потребления кислорода (%)			
15–16 лет	61,09	0,68	45–60
14–15 лет	61,28	1,33	
13–14 лет	61,74	1,33	
12–13 лет	61,11	0,46	
Время однократной нагрузки (мин)			
15–16 лет	17,14	1,40	3–10
14–15 лет	15,12	1,30	
13–14 лет	13,78	1,48	
12–13 лет	11,63	1,41	
Дыхательный коэффициент			
15–16 лет	0,99	0,036	0,8–1,2
14–15 лет	1,02	0,022	
13–14 лет	1,03	0,017	
12–13 лет	1,00	0,027	
Транспорт кислорода (мл/мин)			
15–16 лет	1540,51	91,00	900–1200
14–15 лет	1409,53	70,23	
13–14 лет	1366,57	70,23	
12–13 лет	1205,37	65,03	
Потребление кислорода на 100 г ткани головного мозга (мл)			
15–16 лет	2,99	0,11	2,8–3,4
14–15 лет	2,61	0,11	
13–14 лет	2,65	0,17	
12–13 лет	2,63	0,15	
Насыщение артериальной крови кислородом (%)			
15–16 лет	97,65	0,28	95–98
14–15 лет	97,82	0,19	
13–14 лет	97,82	0,22	
12–13 лет	97,50	0,33	

Окончание табл. 8

Показатель и возраст	Среднестатистическое значение (М)	Среднеквадратичное отклонение (δ)	Референтные границы
Потребление кислорода на 1 кг веса (мл/мин/кг)			
15–16 лет	9,91	0,88	4–6
14–15 лет	11,10	0,59	
13–14 лет	10,85	0,61	
12–13 лет	10,42	0,52	
Потребление кислорода (мл/мин)			
15–16 лет	276,03	17,94	200–250
14–15 лет	299,52	28,32	
13–14 лет	293,19	26,36	
12–13 лет	255,52	4,06	
Потребление кислорода миокардом (мл/мин)			
15–16 лет	9,16	0,05	7–10
14–15 лет	9,29	0,08	
13–14 лет	9,21	0,01	
12–13 лет	9,07	0,05	
Индекс тканевой экстракции кислорода (мл)			
15–16 лет	0,320	0,003	0,296–0,336
14–15 лет	0,329	0,005	
13–14 лет	0,334	0,004	
12–13 лет	0,341	0,003	

Таблица 9

Возрастные изменения двуокси углерода и ключевых показателей сердечно-сосудистой системы пловцов

Показатель и возраст	Среднестатистическое значение (М)	Среднеквадратичное отклонение (δ)	Референтные границы
Выделение CO ₂ (мл/мин)			
15–16 лет	327,99	5,31	119–300
14–15 лет	309,91	17,12	
13–14 лет	323,15	16,13	
12–13 лет	330,72	11,52	
Суммарное содержание CO ₂ в артериальной крови (%)			
15–16 лет	43,08	0,54	32,5–46,6
14–15 лет	44,48	0,73	
13–14 лет	44,76	0,95	
12–13 лет	44,84	0,88	
Содержание CO ₂ в венозной крови (%)			
15–16 лет	62,62	0,17	51–53
14–15 лет	62,63	0,27	
13–14 лет	62,75	0,32	
12–13 лет	62,87	0,30	
Скорость продукции CO ₂ (мл/мин)			
15–16 лет	257,84	51,41	150–340
14–15 лет	271,18	31,04	
13–14 лет	290,20	32,73	
12–13 лет	326,39	37,36	
Сердечный выброс (мл)			
15–16 лет	65,61	0,88	60–80
14–15 лет	67,83	1,29	
13–14 лет	68,21	1,69	
12–13 лет	67,56	1,09	
Интервал PQ			
15–16 лет	0,15	0,0012	0,125–0,165
14–15 лет	0,15	0,0009	
13–14 лет	0,15	0,0008	
12–13 лет	0,15	0,0008	
Интервал QT			
15–16 лет	0,37	0,0011	0,355–0,400
14–15 лет	0,37	0,0012	
13–14 лет	0,37	0,0008	
12–13 лет	0,37	0,008	

Показатель и возраст	Среднестатистическое значение (М)	Среднеквадратичное отклонение (δ)	Референтные границы
Комплекс QRS			
15–16 лет	0,10	0,002	0,065–0,10
14–15 лет	0,10	0,003	
13–14 лет	0,10	0,001	
12–13 лет	0,10	0,001	
Сокращение миокарда левого желудочка (%)			
15–16 лет	55,23	0,83	52–60
14–15 лет	52,54	0,67	
13–14 лет	52,45	0,73	
12–13 лет	53,66	1,79	
Работа сердца (Дж)			
15–16 лет	0,80	0,02	0,692–0,788
14–15 лет	0,85	0,02	
13–14 лет	0,85	0,02	
12–13 лет	0,85	0,02	
ПТИ			
15–16 лет	84,21	1,90	75–104
14–15 лет	82,64	1,66	
13–14 лет	82,45	1,66	
12–13 лет	82,83	2,10	

лении углеводов. Показатель легочной вентиляции, отслеженный в течение часа, приближается к 1, что указывает на окисление углеводов. Если ДК ближе к 0,7, то в организме окисляются только жиры. Значения ДК от 0,7 до 1,0 указывают на преобладание жиров либо углеводов.

Для поддержания постоянной массы и структуры тела с учетом ауколлогических факторов и БТН необходимо поддержание баланса прихода и расхода энергии, масса-длинотных факторов. Организм обеспечен системами контроля, помогающими поддерживать необходимое поступление энергии. Однако у каждого индивидуума в спорте присутствует дефицит энергетических запасов, так как расход энергии в отдельных видах достигает 7000–8000 и более. В этой связи в организме существуют центры, регулирующие потребление пищи. Информация о различных факторах, осуществляющих обратную связь в долговременной регуляции фаз адаптивного поведения, пищевой мотивации, регуляции энергетического баланса, детерминирована центрами гипоталамуса. Углеводное голодание и насыщение широко прослеживается в спорте высших достижений, а вот когда запасы жиров исчерпываются, то используются белки. В связи с тем, что белки важны для поддержания функции клеток, их использование на 50 % от исходного уровня может привести к летальному исходу [2].

Как следует из табл. 9, значения выделения CO₂ превосходили референтные границы, что связано со спецификой плавания. Суммарное содержание CO₂ в артериальной крови было в верхних диапазонах нормы, а в венозной – значительно превосходило норму. Скорость продукции CO₂ была в диапазоне нормы.

Увеличение концентрации ионов кальция вызывает сужение сосудов, а ионов калия и магния – расширение сосудов. Увеличение концентрации ионов водорода (уменьшение pH) вызывает расширение артериол, а небольшое снижение pH детерминирует сужение артериол. Увеличение концентрации CO₂ вызывает выраженное расширение сосудов в большинстве тканей, особенно в тканях головного мозга [6]. Кроме того, от концентрации CO₂ зависит состояние сосудодвигательного центра головного мозга. Это не прямое влияние CO₂, опосредованное симпатической сосудосуживающей нервной системой, приводит к повсеместному сужению сосудов во всех сосудистых областях организма [8].

Интервалы ЭКГ PQ, QT, комплекс QRS, значения сократимости миокарда левого желудочка были в референтных границах. Работа сердца (в Дж) превосходила рубежи нормы. Остальные изучаемые показатели находились в границах гомеостаза.

Итак, нами получены полифункциональные и метаболические данные гомеостаза, позволяющие оценивать состояние и своевременно вносить коррективы в режим питания, программу подготовки, поведения.

Литература

1. Амен, Д. *Великолепный мозг в любом возрасте* / Д. Амен; пер. с англ. Ю.В. Рябининой. – М.: ЭКСМО, 2012. – 480 с.
2. Гайтон, А.К. *Медицинская физиология*: пер. с англ. / А.К. Гайтон, Дж.Э. Холл / под ред. В.Н. Кобрина. – М.: Логосфера, 2008. – 1296 с.
3. Гольберг, Н.Д. *Питание юных спортсменов* / Н.Д. Гольберг, Р.Р. Дондуковская. – М.: Совет спорт, 2007. – 240 с.

4. Исаев, А.П. Адаптация человека к спортивной деятельности / А.П. Исаев, С.А. Личагина, Р.У. Гаттаров. – Ростов н/Д.: РГПУ, 2004. – 236 с.

5. Исаев, А.П. Полифункциональная и метаболическая оценка организма лыжников-гонщиков высокой и высшей квалификации – участников Чемпионата России / А.П. Исаев, А.А. Кравченко, В.В. Эрлих // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2012. – Вып. 32. – № 28 (287). – С. 27–31.

6. Мкртумян, А.М. Формирование эффективной адаптации к стрессу у спортсменов олимпийского резерва: моногр. / А.М. Мкртумян; под науч. ред. А.П. Исаева и А.Т. Арутюнова. – М.:

Принт – Ателье, 2009. – 192 с.

7. Эрлих, В.В. Системно-синергетические интеграции в саморегуляции гомеостаза и физической работоспособности в спорте: моногр. / В.В. Эрлих, А.П. Исаев, В.В. Корольков. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2012. – 266 с.

8. Юшков, Б.Г. Система крови и экстремальные воздействия на организм / Б.Г. Юшков, В.Г. Климин, И.В. Северин. – Екатеринбург: УРО РАН, 1999. – 200 с.

9. Adair, T.H. Growth regulation of the vascular system: evidence for a metabolic hypothesis / T.H. Adair, W.J. Gay, J.P. Montani // *Am J. Physiol.* – 1990. – Vol. 259. – P. 393.

Исаев А.П., доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), tmfcs@mail.ru

Эрлих В.В., кандидат биологических наук, доцент кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), tmfcs@mail.ru

Ненашева А.В., доктор биологических наук, профессор кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск); e-mail: tmfcs@mail.ru

Шепилов А.О., соискатель кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск); e-mail: tmfcs@mail.ru

Романова Е.В., соискатель кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск); e-mail: tmfcs@mail.ru

Епишев В.В., кандидат биологических наук, доцент кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), tmfcs@mail.ru

Хусайнова Ю.Б., соискатель кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск); e-mail: tmfcs@mail.ru

MODELLING OF PROCESS OF PREPARATION ON THE BASIS OF INFORMATION ON BACKBONE FUNCTIONS OF THE HOMEOSTASIS OF YOUNG SWIMMERS OF GIRLS IN THE CONDITIONS OF DEVELOPMENT OF LOCAL AND REGIONAL MUSCULAR ENDURANCE AND FORMATION OF STABILITY TO THE HYPOXEMIA

A.P. Isaev, V.V. Erlich, A.V. Nenasheva, A.O. Shepilov, E.V. Romanova, V.V. Epishev, Y.B. Khusainova
South Ural State University, the city of Chelyabinsk

The problem of modeling of process of preparation on the basis of data of a homeostasis of young athletes is connected with the characteristic of regulatory systems feedback means. Increase or decrease in one or several links of indicators causes inclusion of negative feedback, which result in modeling values and safety of a homeostasis. Biological stability of an organism of the young athlete is defined by factor of reliability of negative feedback. By our numerous researches it is established that with growth of age and qualifying characteristics the number of communications decreases, their narrowness and a specialized increases. Thus direct connections testify to direct influence of links of a homeostasis on sports result, and negative correlations determine hypersensitivity of their influence on success of activity. Anticipatory regulation, since the neuromotor device, neuroendocrine functions, and finishing

vegetative, independent and cortical regulation. At a lack of existing regulation joins adaptive, reserve, late.

The cumulative connecting fabric (ST) benefits by a homeostasis, but also makes the contribution to its dynamic maintenance. Integrative system and synergetic activity of an organism proceeds until one of systems or links of a connecting fabric (ST) won't lose ability to carry out the task. The expressed violations of functions, structures of these systems or links of ST lead to violations, diseases, and sometimes by lethal outcomes. Intensity of a metabolism at athletes in ten times surpasses in ten times surpasses referential borders of the normal person.

Keywords: modeling, homeostasis, integration, correlation, sports productivity, energy consumption, regulation exchange of mineral substances, preparation process, multifunctional and metabolic assessment of a condition, blood-groove, gas exchange.

Isaev A.P., Doctor of Biological Sciences (Grand ScD), Honored Scientist of the Russian Federation, Head of the Department of Theory and Technique of Physical Training and Sports, South Ural State University (the city of Chelyabinsk), tmfcs@mail.ru

Ehrlich V.V., Candidate of Biological Sciences (PhD), Associate Professor of the Department of Theory and a Technique of Physical Training and Sports, South Ural State University (the city of Chelyabinsk), mfcs@mail.ru

Nenasheva A.V., Doctor of Biological Sciences (Grand ScD), Professor of the Department of Theory and a Technique of Physical Training and Sports, South Ural State University (the city of Chelyabinsk), tmfcs@mail.ru

Shepilov A.O., Applicant for scientific degree at the Department of Theory and Technique of Physical Training and Sports, South Ural State University (the city of Chelyabinsk), tmfcs@mail.ru

Romanova E.V., Applicant for scientific degree at the Department of Theory and Technique of Physical Training and Sports, South Ural State University (the city of Chelyabinsk), tmfcs@mail.ru

Epishev V.V., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Theory and a Technique of Physical Training and Sports, South Ural State University (the city of Chelyabinsk), tmfcs@mail.ru

Khusainova U.B., Applicant for scientific degree at the Department of Theory and Technique of Physical Training and Sports, South Ural State University (the city of Chelyabinsk), tmfcs@mail.ru

Поступила в редакцию 21 января 2013 г.