УДК 796.071.2+796.015.4+769.015.5

ВОЗДЕЙСТВИЯ БОЛЬШИХ ТРЕНИРОВОЧНЫХ НАГРУЗОК И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА НА АДАПТИВНО-КОМПЕНСАТОРНЫЕ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОВ ОЛИМПИЙСКОГО РЕЗЕРВА

А.П. Исаев*, И.А. Медведев*, В.И. Ляпкало
Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск
****Красноярский государственный педагогический университет, г. Красноярск***

Среднее Приобье в силу воздействия многогранности и лабильности региональных климатических и экологических факторов носит экстремальный характер [4, 7, 15]. Вариабельность характеризуется полифункциональными сдвигами морфофункциональных и кардиореспираторных показателей и системы крови. Эколого-физиологические значения позволяют определить критерии контура нормы показателей функциональной системы организма спортсменов, проживающих в условиях тюменского севера и Южного Урала.

Ключевые слова: морфофункциональные показатели, экологические факторы, двигательные способности, кислородтранспортная система, функция внешнего дыхания, система кровообращения, физиологические механизмы, система крови, кардиореспираторная система, интегративная деятельность организма.

Интеграция морфофункциональных свойств, детерминированных климато-географическими условиями, определяет норму биологической реакции, обеспечивающей состояние неустойчивого равновесия популяции с региональной экологической средой. Изучение влияния степени напряжения организма в процессе поисковой, развивающей, формирующей, стабилизирующей фаз долговременной адаптации юных спортсменов во многом зависит от структурно-функционального резерва системообразующей системы. Не имеется сведений о механизмах адаптации к условиям Среднего Приобья на стадии завершения морфофункционального состояния организма юных спортсменов (17–20 лет). Спортивная квалификация 1-й разряд (n=15), КМС (n = 12), МС (n = 9), контрольную группу составили дзюдоисты ЦОП г. Челябинска аналогичного возраста и спортивной квалификации. Обследовались спортсмены, родившиеся преимущественно на Севере (86 %). Исследованиями С.А. Кабанова, А.С. Исаева [3] показано, что у дзюдоистов 18–19 лет ключевые физические качества завершают свое развитие. К 17 годам наблюдается снижение роста, и к 20 годам оно практически прекращается [13]. Известно [9, 8, 10], что изменение массы тела, ОГК, а также развития отдельных органов и организма в целом подчиняется закономерности гетерохронного развития. Поэтому дифференцированно должны дозироваться тренировочные воздействия и факторы окружающей среды, влияющие на различные сенсорные и функциональные системы.

Целью исследования явилось сравнение значений морфометрических, кислородтранспортной системы у дзюдоистов легких и средних весовых категорий ХМАО г. Ханты-Мансийска и центра олимпийской подготовки (ЦОП) г. Челябинска. Для определения состава соединительной ткани применялись формулы Я. Матейки.

При проведении исследования применялся диагностирующей аппарат серии «Этон» для изучения функции легких [11], система фирмы «Микролюкс» для оценки кардиогемодинамики. Исследование проводилось на этапе заключительной подготовки к первенству Уральского федерального округа. Результаты исследования ключевых морфофункциональных показателей представлены в табл. 1.

Как следует из табл. 1, существенных различий в представленных морфофункциональных показателях спортсменов ХМАО и ЦОП не наблюдалось. При этом оценка пищевого статуса по индексу массы тела свидетельствует о повышенном питании дзюдоистов ХМАО и нормальном ЦОП г. Челябинска. Выявились корреляции между значениями динамометрии и поверхностью тела ($r = 0,52$; $P < 0,05$), массой и поверхностью тела ($r = 0,45$; $P < 0,05$), динамометрии правой и левой руки ($r = 0,55$; $P < 0,05$).

Проведена оценка обобщенных процентных показателей дзюдоистов (табл. 2).

Как видно из табл. 2, существенных различий при сравнении значений ОФП и СФП не отмечалось. Однако наибольшие различия были в показа-

Таблица 1

Ключевые морфофункциональные показатели дзюдоистов олимпийского резерва (M ± m; n = 50)

Группа обследований	Длина тела, см	Масса тела, кг	Индекс тела, кг/м^2	Длина звеньев конечностей, см		Относительная мышечная масса, %
ХМАО, n = 28	166,29 ± 3,48	64,20 ± 0,82	23,22 ± 0,24	74,59 ±1,43	89,98 ± 2,16	49,86 ± 2,24
ЦОП, n = 28	167,40 ± 3,65	63,90 ± 0,78	22,82 ± 0,28	74,80± 1,62	90,65 ± 2,25	49,49 ± 2,16

Окончание табл. 1

Группа обследований	Вес соединительной ткани, кг			Динамометрия, кг	
	мышечной	жировой	костной	правая	левая
ХМАО, n = 28	30,84 ± 1,02	6,54 ± 0,82	9,62 ± 0,77	65,92 ± 2,02	62,48 ± 1,72
ЦОП, n = 28	30,60 ± 0,98	6,42 ± 0,78	9,50 ± 0,69	66,87 ± 1,98	62,25 ± 1,64

Таблица 2

Процентные показатели двигательных способностей дзюдоистов олимпийского резерва

Коэффициент	ХМАО	ЦОП	P
Время бега 30 м	0,170 ± 0,04	0,175 ± 0,05	> 0,05
Прыжок с места в длину	0,174 ± 0,05	0,177 ± 0,06	> 0,05
Подъем ног к перекладине	0,180 ± 0,07	0,187 ± 0,08	> 0,05
Число подтягиваний на перекладине	0,178 ± 0,06	0,196 ± 0,08	> 0,05
Усилия при броске руками	0,190 ± 0,08	0,204 ± 0,09	> 0,05
Усилия при броске ногами	0,182 ± 0,07	0,204 ± 0,07	> 0,05

телях СФП с преимуществом членов ЦОП. Вполне очевидно, что уровень специальной скоростно-силовой подготовленности членов ЦОП несколько выше, чем у дзюдоистов ХМАО.

В процессе сравнения значений функции внешнего дыхания (ФВД) выявлены различия в группах ХМАО и ЦОП г. Челябинска (табл. 3).

Комментируя сравниваемые показатели ФВД дзюдоистов, необходимо отметить более высокие объемные, частотные характеристики у представителей ХМАО. При этом более низкие значения ЖЕЛ, ДО, ЧД позволяли спортсменам ЦОП показывать большие значения МВЛ при несколько повышенных значениях индекса Тиффно. Однако индекс состояния бронхиальной проходимости (ИС) находился у борцов ХМАО в 68 % диапазона нормы и в 32 % условной нормы, а у дзюдоистов ЦОП г. Челябинска в 64 и 36 % соответственно.

Известно [12], что величина легочной вентиляции зависит от уровня спортивной квалификации. При этом ИС зависит от экологических условий проживания. Забор периферической крови у спортсменов волонтеров проводился в утренние часы натощак, что не противоречит Хельсинскому соглашению. Гематологические исследования проводились согласно требованиям [14, 6]. Подсчет форменных элементов крови проводили по общепринятой методике в камере Горяева.

Система крови и гемодинамики играет большую роль в обеспечении кислородтранспортной функции (табл. 4).

Комментируя представленные данные системы красной крови, необходимо отметить достоверно более высокие значения пика гемолиза, концентрации гемоглобина (Нв), содержания эритроцитов и ретикулоцитов у борцов ХМАО.

Во время интенсивных тренировочных и соревновательных воздействий заключительного этапа подготовки к соревнованиям у дзюдоистов усиливается разрушение (гемолиз) эритроцитов. Гемолиз эритроцитов компенсируется стимуляцией эритропоэза, особенно у спортсменов-северян, и повышенным образованием Нв. Повышенное значение системы эритрона на фоне интенсивных нагрузок, гипоксии северных широт свидетельствует об адаптивно-компенсаторных изменениях, повышающих кислородную емкость крови. Высокий процент гематокрита (Ht) свидетельствует, что кровь, обогащенная эритроцитами, способна переносить больше кислорода, а снижение кровотока компенсируется. На увеличение количества RtZ, вероятно, сказалось повышение кислородного запроса мышцами. Изучаемые показатели красной крови находились в границах контура нормы.

Среди характеристик лейкограммы существенные различия были в значениях лейкоцитов и

Таблица 3

Значения ФВД дзюдоистов на заключительном этапе подготовки к соревнованиям

Группа	Жизненная емкость легких, мл	Дыхательный объем, мл	Частота дыхания, к-во в мин	Объем формированного выдоха, л	Максимальная вентиляция легких, л/мин	ЖЕЛ/ДЖЕЛ, %	Индекс Тиффно, %
ХМАО M ± m	4047,78 ± 177,73	661,40 ± 52,86	16,50 ± 0,99	4,22 ± 0,99	119,98 ± 3,58	85,80 ± 2,52	82,31 ± 2,27
ЦОП M ± m	3987,30 ± 149,70	604,90 ± 42,60	14,77 ± 0,86	4,59 ± 0,36	124,80 ± 4,95	82,17 ± 2,24	85,22 ± 3,49
P	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05

Таблица 4

Сравнительные значения системы периферической крови дзюдоистов олимпийского резерва

Показатель	Статистики	ХМАО	ЦОП	P
Пик гемолиза, мин	M ± m	3,69 ± 0,10	3,40 ± 0,09	< 0,05
Гемоглобин Hb, г/л	M ± m	168,42 ± 2,019	156,44 ± 2,09	< 0,01
Гематокрит, %	M ± m	49,06 ± 0,67	49,12 ± 0,74	> 0,05
Эритроциты, 10^{12}/л	M ± m	5,80 ± 0,12	5,17 ± 0,13	< 0,05
Объем эритроцита, МкМ^3	M ± m	89,60 ± 1,37	88,92 ± 1,49	> 0,05
Ретикулоциты, %	M ± m	6,89 ± 0,10	5,16 ± 0,09	< 0,01
Ретикулоциты, абсол. к-во	M ± m	3,30 ± 0,42	2,60 ± 0,26	> 0,05
Лейкоциты, 10^9/л	M ± m	6,91 ± 0,36	5,05 ± 0,28	< 0,05
п/я нейтрофилы, %	M ± m	0,82 ± 0,12	0,80 ± 0,16	> 0,05
Моноциты, 10^9/л	M ± m	8,03 ± 0,79	6,45 ± 0,68	> 0,05
Лимфоциты, %	M ± m	46,95 ± 2,48	50,05 ± 2,96	> 0,05
Плазматические клетки, %	M ± m	0,24 ± 0,08	0,21 ± 0,07	> 0,05
Базофилы, %	M ± m	0,65 ± 0,15	0,64 ± 0,14	> 0,05
Эозинофилы, %	M ± m	1,52 ± 0,29	2,63 ± 0,32	< 0,05
с/я нейтрофилы, %	M ± m	47,64 ± 2,22	37,54 ± 2,16	< 0,01

с/я нейтрофилов. Индекс адаптивного напряжения соответственно в группах ХМАО и ЦОП равнялся 0,986 у.е. и 1,333 у.е., что характеризует повышенную активацию системы крови.

Таким образом, тренировка, направленная на развитие скоростно-силовых качеств, специальной выносливости оказывает влияние на показатели системы крови. В заключительном цикле подготовки к соревнованиям напряженная тренировка способствует повышению восприимчивости юных дзюдоистов к инфекциям, что связано с ослаблением функционирования иммунной системы. Некоторые показатели белой крови выходили за физиологические границы (эозинофилы, моноциты, лимфоциты, нейтрофилы), что свидетельствует о «расшатывании» иммунной системы. Все вышеуказанное требует усиления индивидуальной модуляции иммунной системы с помощью коррекции нагрузок, функционального питания, антиоксидантов.

В табл. 5 представлены значения гемодинамики дзюдоистов, полученные на механардиографе в сравниваемых группах. Анализ сравниваемых значений кровообращения у юных дзюдоистов ХМАО и ЦОП свидетельствует о некотором напряжении центральной гемодинамики у представителей северных территорий. Однако достоверные различия наблюдались лишь в показателях удельного периферического сопротивления сосудов. Механизм регуляции гемодинамики различен. Так, у представителей ЦОП снижение КСД происходило не только за счет изменения сократительной функции миокарда, но и за счет ОПСС, СрД, БСД (расширение прекаппиляров).

У борцов ХМАО наблюдались более высокие уровни КСД, СрД, МОК, СО, ОПСС, УПСС. В первом случае (ЦОП) феномен расширения прекаппиляров и уменьшения ОПСС заключался в снижении артериального давления. Эффект гемодинамической «разгрузки» сердца исследован в 20 веке [2], а жесткость стенок сосудов (артерий) в значительной мере определяет эффективность кровотока в них. При этом возникает пульсовая волна, скорость распространения которой по сосудам эластичного типа является важной характеристикой периферического звена системы кровообращения. Следует отметить, что значения СРПВ (см, c_7) у юных спортсменов заметно низкое по сравнению с МС, МСМК 23–25 лет. Известно [5], что СРПВ увеличивается при повышении артериального давления и отражает эластичность сосудистой системы. Величина сердечного выброса является главным детерминантом транспорта O_2 под воздействием тренировочных нагрузок.

Таблица 5

Значения системы кровообращения борцов олимпийского резерва (M ± m)

Показатель	ХМАО	ЦОП	Норма	P
Конечное систолическое давление, мм. рт. ст.	119,20 ± 4,02	115,14 ± 3,69	100–129	> 0,05
Среднее динамическое давление, мм рт. ст.	78,20 ± 2,50	75,89 ± 2,13	80–90	> 0,05
Диастолическое давление мм рт. ст.	60,90 ± 0,90	58,36 ± 0,76	60–80	> 0,05
СРПВ (см), см/с	639,92 ± 15,96	630,82 ± 13,84	–	> 0,05
СРПВ (сэ), см/с	502,98 ± 19,02	496,18 ± 16,43	–	> 0,05
Систолический объем, Мл	92,36 ± 8,92	86,49 ± 6,86	–	> 0,05
МОК, мл	7290,76 ± 215,94	6800,20 ± 298,42	–	> 0,05
Линейная скорость движения крови, см/с	72,02 ± 5,25	64,62 ± 4,35	–	> 0,05
Мощность миокарда, Вт	3,36 ± 0,32	3,25 ± 0,29	–	> 0,05
ОПСС, дип/см/с$^{-5}$	1170,20 ± 130,29	1020,12 ± 106,78	12000–2500	> 0,05
УПСС, усл. ед.	33,70 ± 1,20	26,60 ± 0,94	–	< 0,01
БСД, мм рт. ст.	95,60 ± 2,68	91,40 ± 3,11	90–110	> 0,05
ОСВ, мм/с	320,10 ± 13,31	28,924 ± 14,17	253–340	> 0,05

Объемная скорость выброса (ОСВ) свидетельствует об уровне функционирования кардиореспираторной системы. Благодаря эластичности и растяжимости сосудов изменения давления влияют на ОСВ не только непосредственно, но и путем изменения просвета сосудов [1]. Местные механизмы регуляции сосудов предполагают поведенческие и метаболические звенья саморегуляции. Это и стресс-факторы, катехоламины, а также активная реакция мелких артерий и артериол. Следует остановиться на интегративных механизмах организма. Например, значения концентрации Нв имели связи с компонентами сердечного ритма – LF/HF (r = 0,490–0,510; P < 0,01), что отражает совокупность интеграции PS отдела ВНС, определяющего респираторное звено волновой структуры кардиоритма (диагностирующая система фирмы «Микролюкс»).

Повышение количества эритроцитов у дзюдоистов олимпийского резерва свидетельствует об активации катехоламинов, детерминирующих продукцию эритроцитов [16]. Можно предположить, что гормоны типа адреналина активируют секрецию почками эритропоэтина, особенно в условиях гипоксии. Это характерно для тренировочного процесса в борьбе и экологически неблагополучных регионов (Челябинск) и ХМАО в период весенне-летних сдвигов газового состава воздуха. Следовательно, текущие адаптивно-компенсаторные процессы в организме борцов зависят не только от специфики тренировочных воздействий, но и экологических особенностей региона проживания. Идет совокупная перестройка физиологических механизмов кардиореспираторной системы, активной мезенхимы и ее основы соединительной ткани (мышечная, костная, жировая ткань, кровь с оптимальными концентрациями значений Нв, эритроцитов, ретикулоцитов, лимфоцитов, с/я нейтрофилов, эозинофилов). Несомненно, что признаком гипоксии у дзюдоистов является усиленный эритропоэз и сдвиг состава крови у молодых спортсменов в сторону более молодых форм эритроцитов, что подтверждает исследование [17, 18].

Высокие значения АД, ОПСС, УПСС, БСД, СО, МОК, ЖЕЛ, ЖИ являются отражением высокого напряжения обеспечивающих систем организма спортсменов Среднего Приобъя по сравнению с представителями ЦОП г. Челябинска.

Литература

1. Вицлеб, Э. Физиология человека: пер. с англ. / Э. Вицлеб; под ред. Тевса, Шмидта. – М.: Медицина, 1986. – 389 с.

2. Влияние пассивных движений в голеностопных суставах на центральную гемодинамику и функциональное состояние сердца / Н.И. Аринчин, В.П. Фекета, В.Г. Камышенко, А.И. Горбацевич // Физиология человека. – 1992. – Т. 18, № 3. – С. 83–87.

3. Кабанов, С.А. Двигательный гомеостаз борцов: совершенствование системы многолетней подготовки / С.А. Кабанов, А.П. Исаев. – Челябинск: СЧЭА, 1999. – 224 с.

4. Казначеев, В.П. Проблемы человековедения / В.П. Казначеев; науч. ред. и послесловие А.И. Суббето. – М.: Исследоват. центр проблем качества подготовки специалистов, 1997. – 352 с.

5. Карпман, В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.

6. Кассирский, И.А. Справочник по функциональной диагностике / И.А. Кассирский. – М.: Медицина, 1970. – 823 с.

7. Колпаков, В.В. Индивидуальные различия потребности в движениях у студентов медицинского вуза / В.В. Колпаков, Е.А. Бабкин // Роль физической культуры и спорта в оздоровлении молодежи: материалы междунар. конф. – Смоленск, 1998. – С. 100.

8. Коробко, Р.П. Антропометрические показатели грудной клетки у детей младшего школьного возраста в условиях Среднегорья / Р.П. Коробко // Российские морфологические ведомости. – М., 1999. – № 1–2. – Разд. 2. – С. 84.

9. Логачева, Г.С.Морфометрические особенности организма высокорослых людей: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Г.С. Логачева. – Новосибирск, 1995. – 19 с.

10. Потапова, Т.В. Модуляция функционального, психофизиологического состояний при воздействии нагрузками целевой комплексной программы у юношей кикбоксеров / Т.В. Потапова, Ю.Н. Романов, А.П. Исаев // Проблемы сохранения здоровья в Сибири и в условиях Крайнего Севера: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Омск: Изд-во СибГУФК, 2007. – С. 340–345.

11. Рабочая инструкция по проведению и интерпретации результатов исследования функции легкий на аппаратах серии «Этон» / сост. В.Б. Нефедов, Е.А. Шершина, Л.А. Попова и др.; отв. за вып. В.Б. Нефедов. – М., 2001. – 53 с.

12. Рафф, Г. Секреты физиологии: пер. с англ. / Г. Рафф; под общ. ред. акад. Ю.В. Наточина. – М.; СПб.: Изд-во «БИНОМ»: Невский диалект, 2001. – 448 с.

13. Соколов, А.Г. Эколого-физиологические механизмы развития организма детей Среднего Приобья: дис. ... д-ра мед. наук / А.Г. Соколов. – Тюмень; Ханты-Мансийск, 2002. – 322 с.

14. Тодоров, И. Клинические лабораторные исследования в педиатрии: пер. с болг. / И. Тодоров. – София: Медицина и физкультура, 1968. – 164 с.

15. Щедрина, А.Г. Онтогенез и теория здоровья: Метологические аспекты / А.Г. Щедрина. – Новосибирск: СО РАМН, 2003. – 164 с.

16. Adrenergic modulation of erythropoiesis following severe injury is mediated through bome marrow stroma / R.B. Fonseca, A. M. Mohr, L. Wang et al. // Surg. Infect. – 2004. – Vol. S. – P. 385–390.

17. Red cell 2, 3 DPG, ATP, and mean cell volume in highly trained athletes. Effect of long-term subma-ximal exercise / U.A. Brodthagen, K.N. Hansen, J.B. Knudsen, R. Jordal // Eur. J. Appl. Physiol.Occup. Physiol. – 1985. – Vol. 53, № 4. – P. 334–338.

18. Training dependent changes of red cell density and erythrocytic oxygen transport / H.Mairbaurl, E. Humpeler, G. Schwaberger, H. Pessenhofer // J. Appl. Physiol. – 1983. – Vol. 55. – P. 1403–1407.

Поступила в редакцию 13 января 2010 г.