

СОСТОЯНИЕ КРОВОТОКА, ЛЕГОЧНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ И ГАЗООБМЕНА У ЮНЫХ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ В УСЛОВИЯХ СЕЗОННЫХ БИОРИТМОВ И ВАРИАТИВНОСТИ НАГРУЗОК ГОДОВОГО МАКРОЦИКЛА

В.В. Эрлих

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Проблема спорта и биоритмов обычно связывается с переездами. Однако на функциональное состояние большое влияние оказывает сезонное дозирование нагрузок в микро-, мезо- и макроциклах подготовки. Трудность возникает в определении вклада сезонных факторов и объема тренирующих воздействий. Юные спортсмены более подвержены воздействию совокупных средовых факторов и технологий подготовки (тренировка, восстановление). В статье рассмотрена динамика биоритмов у лыжников в подготовительном, соревновательном и поддерживающем функциональное состояние периоде (переходно-восстановительном).

Эколого-физиологические исследования в условиях мегаполиса Южного Урала с наличием ксенобиотиков, повышенного содержания CO_2 , контраста температур (от -30 до 0 °C) зимой; весной показывают напряженность адаптивно – компенсаторных процессов, удлиняются сроки восстановления функций, учащаются дезадаптивные процессы [3].

Возникает необходимость выявить на какие органы и системы оказывают наибольшее воздействие эколого-физиологические и пищеварительно-восстановительные факторы.

Ключевые слова: кровоток, оксигенация, газообмен, вентиляция, дыхательный коэффициент, адаптация, дезадаптация, норма, референтные границы, гомеостаз, вариативность, стабильность, пониженные и повышенные показатели гомеостаза, подготовка, восстановление.

Обследование проводилось в 2012 году на неинвазивном анализаторе с участием 16 мастеров и кандидатов в мастера спорта юношеской сборной России (тренер А.А. Кравченко) и Челябинской области (тренер А.С. Бахарева).

Актуальность работы вызвана необходимостью интеграции теории спортивной тренировки с теорией адаптации, протекающей фазно, ритмично в зависимости от влияния средовых факторов. Аутоэкологические характеристики также влияют на динамику изучаемых процессов. Положив в основу концепцию развития локально-региональной мышечной выносливости (ЛРМВ) в системе интегральной подготовки юных лыжников-гонщиков в условиях современных технологий подготовки (ЛРМВ, среднегорья, спектр средств восстановления) мы добились высокой спортивной результативности, в том числе посредством разработки функционального питания [2, 4].

Выявление слабых звеньев динамического гомеостаза позволяет своевременно вносить коррективы в биоуправление современными прогрессивными технологиями подготовки.

Результаты исследования и их обсуждение.

В табл. 1 представлены значения органного кровотока у лыжников. Как видно из табл. 1, кровоток миокарда от лета к осени достоверно повышался ($p < 0,01$), в зимнее время снижался ($p < 0,01$) и

еще более сильно снижался весной ($p < 0,05$) по сравнению с зимними значениями. Кровоток сердца находился в референтных границах. Кровоток скелетных мышц последовательно недостоверно увеличивался от лета к зиме и затем несколько снижался, находясь в границах нормы.

Кровоток головного мозга достоверно увеличивался зимой ($p < 0,01$) по сравнению с остальными сезонами года. Зимой значения выходили за референтные границы. Легочный кровоток изменялся вариативно по сезонам года: снижался от лета к осени ($p < 0,01$), затем повышался зимой ($p < 0,05$) и еще более весной ($p < 0,01$) по сравнению с осенними и зимними показателями. Почечный кровоток также вариативно изменялся достоверно от лета к осени ($p < 0,01$), затем снижался зимой ($p < 0,01$) и вновь повышался весной ($p < 0,05$). Значения не выходили за диапазон нормы.

Кровоток кожи был ниже диапазона нормы во все сезоны года, достоверно повышался к зиме ($p < 0,01$) и снижался весной. Кровоток остальных органов превышал референтные границы, последовательно снижался от лета к зиме ($p < 0,05-0,01$) и достоверно снижался весной ($p < 0,01$).

Возможно, высокие значения кровотока остальных органов являются компенсаторными за счет пониженных значений кровотока кожи. Мозговой кровоток на 100 г ткани был маловариативным

Таблица 1

Значения органоного кровотока, давления спинномозговой жидкости

Показатель	Границы нормы	Лето			Осень			Зима			Весна		
		250-290,5	1,72	264,65	1,31	280,66	1,46	269,17	1,46	261,71	1,15		
Кровоток миокарда, мл/мин	250-290,5	1,72	264,65	1,31	280,66	1,46	269,17	1,46	261,71	1,15			
Кровоток скелетных мышц, мл/мин	930-1081,4	7,61	1068,08	3,10	1077,56	7,01	1084,72	7,01	1071,35	5,57			
Кровоток головного мозга, мл/мин	750-871,68	8,08	860,69	6,94	850,11	12,22	945,10	12,22	857,70	10,97			
Печеночный кровоток, мл/мин	1690-2488,33	9,16	2038,52	5,20	1950,25	7,94	1981,77	7,94	2021,33	8,77			
Почечный кровоток, мл/мин	1430-1662,6	4,86	1597,73	4,52	1649,97	5,87	1575,15	5,87	1608,58	5,90			
Кровоток кожи, мл/мин	500-581,65	0,80	427,88	0,16	426,28	0,69	430,53	0,69	428,34	0,43			
Кровоток остальных органов, мл/мин	375-436,19	1,61	486,21	1,86	482,15	1,98	480,77	1,98	464,45	3,90			
Мозговой кровоток на 100 г ткани, мл/г	50-55	0,07	52,46	0,03	52,11	0,11	53,22	0,11	53,27	0,07			
Кровоток на 1 г щитовидной железы, мл	3,7-4,3	0,01	3,95	0,06	3,95	0,01	3,96	0,01	3,96	0,01			
Кровоток на 1 г мозговой ткани, мл	2,9-3,2	0,02	3,00	0,01	3,06	0,03	3,06	0,03	3,07	0,03			
Давление спинно-мозговой жидкости, mm of Water	90-145	2,12	111,55	1,28	103,87	2,28	109,76	2,28	97,87	1,50			
Кровоток миокарда, %	4,32-5,02	0,03	4,57	0,02	4,85	0,03	4,51	0,03	4,64	0,05			
Кровоток скелетных мышц, %	14,56-16,93	0,12	16,72	0,05	16,87	0,09	16,77	0,09	16,98	0,11			
Кровоток головного мозга, %	12,82-14,9	0,14	14,71	0,07	14,53	0,36	16,15	0,36	14,66	0,19			
Печеночно-портальный кровоток, %	20,28-29,86	0,23	24,46	0,06	23,41	0,22	23,78	0,22	24,26	0,11			
Почечный кровоток, %	21,58-25,09	0,07	24,11	0,07	24,90	0,13	23,77	0,13	24,28	0,09			
Кровоток кожи, %	7,9-9,19	0,01	6,76	0,00	6,73	0,01	6,80	0,01	6,77	0,01			
Кровоток остальных органов, %	5,76-6,7	0,03	7,47	0,03	7,40	0,06	7,13	0,06	7,38	0,03			

летом и осенью и достоверно повышался зимой и весной ($p < 0,01$). Значения были в референтных границах. Кровоток на 1 г щитовидной железы был стабилен в течение года и находился в диапазоне нормы. Кровоток на 1 г мозговой ткани был в границах нормы, несколько повышался от лета к осени, затем был стабилен до конца года. Давление спинномозговой жидкости по сезонам года изменялось вариативно, снижаясь осенью, достоверно повышаясь зимой ($p < 0,05$), резко снижаясь весной ($p < 0,01$).

Процентные показатели кровотока подтверждали факты абсолютных сезонных сдвигов.

В табл. 2 представлены системообразующие факторы гомеостаза. Центральное венозное давление было в границах нормы за исключением важных значений. По сезонам года отмечалось последовательное снижение показателей, достоверное от лета к осени ($p < 0,05$), и резкое падение весной ($p < 0,05$). Время кровообращения большого круга снижалось от лета к осени ($p < 0,05$), повышалось к зиме ($p < 0,05$) и снижалось к весне ($p < 0,05$). Время кровообращения малого круга изменялось вариативно, снижаясь от лета к осени, ($p < 0,01$), повышалось к зиме ($p < 0,01$) и оставалось на одном уровне весной. Показатели находились в границах нормы. Расходуемая мощность жизнеобеспечения была в границах нормы и имела самые высокие значения летом и затем последовательно снижались, достигая достоверных величин зимой ($p < 0,05$) и особенно весной ($p < 0,05-0,01$) по сравнению с другими сезонами года.

Низкие значения были в скорости оксигенации, которые повышались от лета к осени ($p < 0,05$) и зиме ($p < 0,01$). Резкое падение оксигенации были весной ($p < 0,01$). Поверхность газообмена изменялась вариативно, несколько снижаясь от лета к осени и зиме и уменьшаясь весной. Дефицит циркулирующей крови снижался существенно от лета ко всем сезонам года ($p < 0,01$).

Показатели ЖЕЛ изменялись вариативно, последовательно снижаясь по сезонам года. Значения минутной легочной вентиляции достоверно снижались от лета к осени ($p < 0,05$), зиме и весне ($p < 0,01$). Эти данные свидетельствуют о снижении напряжения и экономизации МОД. Жизненный объем легких в фазе экспирации был вариативен с фазами падения от лета к осени ($p < 0,05$), подъема зимой ($p < 0,01$) и снижения весной ($p < 0,01$). Значения максимальной легочной вентиляции снижались от лета к осени ($p < 0,05$), резко увеличивались зимой ($p < 0,01$) и снижались весной ($p < 0,05$).

Индекс Тиффно был в норме и последовательно повышался по сезонам года от всех сезонов к весне ($p < 0,01$).

В табл. 3 представлены значения газообмена. Рабочий уровень потребления кислорода летом превышал верхние границы нормы, осенью существенно снизился ($p < 0,05$), несколько повысился

зимой и достоверно упал весной ($p < 0,01$). Время однократной нагрузки последовательно повышалось от лета к зиме ($p < 0,05-0,01$) и затем уменьшалось весной ($p < 0,05$). Значения дыхательного коэффициента находились летом в диапазоне, близком к углеводному энергообеспечению, осенью снижались ($p < 0,01$). Весной ДК составил 0,87, что характеризует среднее количество углеводов, жиров и белков [1]. Зимой ДК повысился существенно ($p < 0,01$) и свидетельствовал о доминировании углеводного питания, а весной приблизился к модельным значениям углеводно-жирового и белкового энергообеспечения. Объем циркулирующей крови превосходил верхние границы нормы и был маловариативен по сезонам года. Транспорт O_2 также был маловариативен в годовом цикле исследований. Потребление O_2 на 100 г ткани головного мозга выявило показатели, равные верхней границе нормы и маловариативные.

Значения насыщения артериальной крови O_2 последовательно повышались от лета к зиме ($p < 0,01$) и затем снизились весной ($p < 0,05$). Потребление O_2 на 1 кг массы тела было маловариативным, а потребление O_2 – в верхних границах нормы и достоверно падало весной ($p < 0,05$) по сравнению с другими сезонами года. Потребление O_2 миокардом последовательно снижалось по сезонам года, достоверно от лета к осени ($p < 0,05$), зиме и весне ($p < 0,01$). Индекс тканевой экстракции O_2 был в референтных границах, последовательно повышался от лета к зиме ($p < 0,05$) и весной несколько снизился. Значения выделения CO_2 были в верхних границах нормы, снижались от лета к осени ($p < 0,05$), повышались зимой ($p < 0,05$) и снижались весной. Суммарное содержание CO_2 в артериальной крови достоверно уменьшалось от лета к осени ($p < 0,05$), повышалось к зиме ($p < 0,05$) и стабилизировалось весной на уровне зимних данных. В венозной крови значения CO_2 выходили за границы нормы, повышались достоверно от осени к зиме и выше весной ($p < 0,05$).

Скорость продукции CO_2 снижалась от лета к осени ($p < 0,01$), резко возрастала к зиме и существенно снижалась весной ($p < 0,05$). Индекс сосудистой проницаемости был ниже референтных границ. Значительных изменений по сезонам года не выявлено.

Таким образом, исследования выявили слабые звенья динамического гомеостаза у лыжников-гонщиков. К ним относились кровоток кожи, скорость оксигенации, рН крови, насыщение артериальной крови кислородом, содержание CO_2 в венозной крови, индекс сосудистой проницаемости. Ряд показателей проявлялось на повышенном уровне: потребление O_2 на 100 г ткани мозга, МОК, ЦОРК, рабочий уровень потребления O_2 , кровоток скелетных мышц, кровоток остальных органов.

Знание полученной информации динамического гомеостаза позволяет своевременно вносить коррекции в процесс подготовки юных спорт-

Таблица 2
Системообразующие характеристики кровообращения кардиопульмональной системы лыжников в разные сезоны года

Показатель	Границы нормы	Лето		Осень		Зима		Весна	
Центральное венозное давление, mm of Water	70–150	89,33	4,20	77,59	3,01	78,60	3,16	69,98	3,69
Время кровообращения большого круга, с	16–23	19,96	0,16	19,10	0,15	19,73	0,15	19,38	0,28
Время кровообращения малого круга, с	4–5,5	4,37	0,08	4,17	0,03	4,44	0,09	4,40	0,08
Расходуемая мощность жизнеобеспечения, ккал/кг/мин	1,23–4,3	3,60	0,19	3,21	0,18	3,05	0,19	2,63	0,18
Скорость оксигинации, мл/с	260–280	238,45	3,39	251,28	3,18	257,94	2,67	239,14	3,18
Поверхность газообмена, м ²	3500–4300	3589,67	10,65	3568,56	4,02	3675,68	9,31	3647,48	11,17
Дефицит циркулирующей крови, мл	0–250	196,09	6,19	162,65	6,79	163,14	19,30	165,61	19,76
Жизненная емкость легких, мл	3500–4300	4718,44	77,48	4494,15	60,59	4411,44	113,29	4399,88	78,23
Легочная вентиляция, л/мин	41247,00	11,17	0,36	9,67	0,17	8,54	0,31	8,22	0,44
Жизненный объем легких в фазе экспирации(FRC), см ³	–	2823,41	34,28	2031,41	73,59	2517,96	90,80	1967,18	60,17
Максимальный воздушный поток, л/мин	74–116	84,15	0,37	82,61	0,30	92,53	1,21	89,06	1,56
Тест Тиффно, %	84–110	86,14	0,71	87,07	1,01	87,86	1,30	91,64	0,98

Таблица 3

Газообменные значения у лыжников-гонщиков

Показатель	Границы нормы	Лето		Осень		Зима		Весна	
Рабочий уровень потребления кислорода, %	45–60	62,56	0,35	59,54	0,17	60,32	0,47	58,13	0,37
Время однократной нагрузки, мин	41185,00	8,55	0,21	9,40	0,16	11,66	0,58	9,74	0,38
Дыхательный коэффициент, у. е.	0,8–1,2	0,93	0,01	0,87	0,01	0,94	0,02	0,88	0,02
pH крови, у. е.	7,36–7,45	7,33	0,00	7,33	0,00	7,34	0,00	7,32	0,01
Объем циркулирующей крови, мл	68–70	71,63	0,18	71,29	0,10	71,55	0,56	71,06	0,48
Минутный объем кровообращения, л/мин	3,5–4,3	4,51	0,05	4,31	0,01	4,30	0,06	4,31	0,05
Транспорт кислорода(DO ₂), мл/мин	900–1200	1107,28	6,69	1101,88	6,62	1077,36	7,84	1061,22	7,56
Потребление O ₂ на 100 г ткани головного мозга, мл	2,8–3,4	3,38	0,11	3,49	0,14	3,24	0,16	3,26	0,16
Насыщение артериальной крови O ₂ , %	95–98	95,71	0,22	96,19	0,24	97,13	0,15	96,55	0,15
Потребление O ₂ на 1 кг веса, мл	4–6	4,62	0,03	4,54	0,01	4,57	0,02	5,64	0,04
Потребление O ₂ , мл/мин	200–250	251,01	3,60	246,01	2,34	243,55	1,71	237,49	2,01
Потребление O ₂ миокардом, мл/мин	7–10	9,46	0,07	9,32	0,02	9,18	0,06	9,14	0,03
Индекс тканевой экстракции кислорода, мл	0,26–0,34	0,31	0,001	0,32	0,001	0,33	0,001	0,32	0,001
Выделение CO ₂ , мл/мин	119–300	294,87	2,46	281,97	2,27	294,93	6,60	285,09	8,35
Суммарное содержание CO ₂ в артериальной крови, %	32,5–46,6	40,79	0,39	281,97	0,31	41,44	0,78	41,15	0,71
Содержание CO ₂ в венозной крови, %	51–53	61,88	0,16	61,47	0,11	62,76	0,28	62,08	0,23
Скорость продукции CO ₂ , мл/мин	150–340	241,81	8,15	193,53	7,02	206,62	9,21	187,53	14,29
Индекс сосудистой проницаемости, у. е.	4,165–4,335	3,75	0,03	3,73	0,01	3,79	0,05	3,78	0,04

Интегративная физиология

сменов. Представленные данные дают возможность корректировать состояние обследуемых, выявлять слабые и сильные звенья адаптации.

Литература

1. Гайтон, А.К. *Медицинская физиология: учеб.* / А.К. Гайтон, Дж.Э. Холл. – М.: Логосфера, 2008. – 1256 с.

2. Исаев, А.П. *Полифункциональная мобильность и вариабельность организма спортсменов олимпийского резерва в системе многолетней под-*

готовки: моногр. / А.П. Исаев, В.В. Эрлих. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2010. – 502 с.

3. Матюхин, В.В. *Экологическая физиология человека и восстановительная медицина* / В.В. Матюхин; под ред. Н.Н. Денисова. – М.: ГЭОТАР Медицина, 1999. – 336 с.

4. Потапова, Т.В. *Адаптивно-компенсаторные реакции организма юных спортсменов на нагрузки прогрессивной тренировки и восстановления: моногр.* / Т.В. Потапова, В.В. Эрлих, А.М. Мкртумян. – Тюмень: ТюМГУ, 2008. – 344 с.

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

CONDITION OF THE BLOOD-GROOVE, PULMONARY VENTILATION AND GAS EXCHANGE AT YOUNG SKIERS-RACERS IN THE CONDITIONS OF SEASONAL BIORHYTHMS AND VARIABILITY OF LOADINGS OF THE ANNUAL MACROCYCLE

V.V. Ehrlich

South Ural State University, the city of Chelyabinsk

The problem of sports and biorhythms usually contacts moving. However seasonal dispensing of loadings has a great impact on a functional condition in micro meso – and preparatory macrocycles. Difficulty arises in definition of a contribution of seasonal factors and volume of training influences. Young athletes are more subject to influence of cumulative environmental factors and technologies of preparation (training, restoration). In article dynamics of biorhythms at skiers in the period preparatory, competitive and supporting a functional condition (transitional and recovery) is considered.

Ecological and physiological researches in the conditions of the megalopolis of South Ural with existence of the xenobiotics, the raised maintenance of CO₂, contrast of temperatures (from –30 to 0 °C) in the winter; in the spring show intensity of adaptive and compensatory processes, terms of restoration of functions are extended, disadaptational processes become frequent.

There is a need to reveal bodies and systems make on cues the greatest influences the ecologist – physiological and digestive and recovery factors.

Keywords: blood-groove, oxygenation, gas exchange, ventilation, respiratory coefficient, adaptation, disadaptation, norm, reference borders, homeostasis, variability, the stability, the lowered and raised indicators of a homeostasis, preparation, restoration.

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

Поступила в редакцию 9 января 2013 г.